

防災問題における資料解析研究 (17)

土屋 義人・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、平成元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の一部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

昭和57年度公開された文献資料情報データベース「SAIGAICS」には当初、約4,700件の情報が収納されていたが、毎年資料を追加登録し(58年度, 500件, 59年度, 1,000件, 60年度, 3,000件, 61年度, 700件, 62年度, 1,000件, 63年度2,000件)、本年度当初には約13,000件に達した。

このデータベースは防災科学資料センターに収納されている災害科学に関連する資料を基に構築されてきた。災害関連の論文については、その収集に多大な労力を要するため積極的には取り組んではこなかったが、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た。昭和47年以降の論文については、このデータベースに入力されていると同時に、別刷りが資料室に収納されている。また、いくつかの災害科学関連出版物については、別刷りの収集と、データベースへの登録をはじめ、“Bulletin of Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University”および“Journal of Natural Disaster Science”について、その作業を開始した。

データベース構築の全国的な状況は、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でFAIRSのもとで、同様のデータベース“SAIGAICH”を構築し、約10,000件の資料を収納しているだけで、他の地区ではデータベースの構築に至っていなかった。そのため、平成元年度に科学研究費(研究成果公開促進費)の補助を受けて、“SAIGAICS”を拡充し、全国的な文献資料情報データベース“SAIGAI”を、本資料センターを中核として構築することにし、平成2年3月に大型計算機センターにおけるデータベースの移行およびデータの収納をおこなった。収納されたデータは、埼玉大学で収集された、地下水に関する資料情報3,300件および、各地区で収集された資料に関する資料情報、約3,000件で、平成2年度も、同程度の資料の追加を行う予定である(主として土屋義人・村本嘉雄・佐藤忠信・松村一男・八嶋 厚が担当)。

3. 災害史に関する研究

(1) 「災害史料データベース」の現況

昭和59年度に、自然災害の歴史的な変遷に関する研究の基礎的データとして、歴史資料に現れる災害およびその関連記事をデータベース化するプロジェクト研究が発足した。このデータベースは時間的な均質性を考慮し、編年体形式の歴史書を選び、それに含まれる災害記事あるいは災害に関連すると思われる記述をなるべく原文のまま入力する事を目的として作成されることになった。

データベースの検索項目としては、登録番号、史料名、出典、発生年月日、地域名、災害の種類、キーワード、史料（記述）、記入者とし、「災害史料データベース作成調査票」をつくり、データの収録を行なっている。

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、現在、校正作業を終了し、計算機に入力されている。今年度も、前年度に引続き中世の資料からデータの集録を行なっている。中世に関しては、全期間を網羅する資料は無く、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。

古代から中世に入り、資料の質がかなり異なると同時に、時代によって言葉の使われ方が異なり、同じ現象でも表現の方法が違っていたり、同じ言葉でも表す現象が異なっていたり、また、同じ現象でも時代によって受け取られ方が違う場合が見られる。そのため、災害の種類に関してもいくつかの問題点がでてきたため、今までのデータを再点検して、災害の種類の整理を行ない、「災害史料データベース作成調査票」を、一部改訂した。

(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。

平成元年8月31日（第18回） 近世狭山池災害史：大阪狭山市教育委員会教育課・市川秀之；災害史と日本中世史の問題点：同志社大学人文科学研究所教授（当センター客員教授）・中村 研

平成元年12月11日（第19回） 十津川災害百年：大阪市立大学文学部教授（当センター非常勤講師）・平野昌繁；善光寺地震に起因した山地崩壊、特に虚空蔵山地すべりを中心にして：千葉大学教養部教授・古谷尊彦

(3) 客員教官の研究

わが国では火山活動による災害は、2万年以前から遺跡にその痕跡をとどめている。当センターでは一昨年に引続き平成元年夏、鹿児島県桜島町武履川において、約4000年前の縄文時代後期の貝塚を発掘調査し、桜島火山活動と縄文人の生活との関わりを研究した。今回の発掘調査では、縄文時代後期の10枚以上の貝層を検出し、各層が特徴的な種類の貝で構成されていることを明らかにした。とくに、同様な種類構成の貝層が繰り返し現れることから、層ごとの貝構成の違いは季節性を示し、その繰り返しは年経過を示すものと推定できた。この様に推定できた季節から、貝層中に含まれている火山灰の量を計測することにより、当時の降灰火山灰量の季節的変化を明らかにできるものと考えられる。

また、貝層の下において、現在の平均海面より8.5m高い所で、当時の海浜砂層を検出した。この海浜砂層は縄文後期初頭の包含層の上にあり、縄文後期初頭に一時的な海進があった、もしくは、桜島の沈降があったと考えられる。さらに、縄文後期中葉以後現在までに5m以上の海面の上昇、ないし、桜島の隆起が考えられる。現在のところ、縄文時代後期の海水面はほぼ現在の海水面と同じと考えられており、今回検出した海岸線の変動は、桜島の隆起、沈降の結果とするのが妥当であろう。桜島は約4800年前の北岳最後の

爆発以降一時期安定し、約4000年前から新たに南岳の噴火が始まったという。発掘成果からみて、北岳最後の噴火から数百年経過し、動植物が豊かとなった桜島に前4000年ごろ縄文人は生活を始めており、その後南岳の噴火が始まるが、縄文人は引続き桜島で生活を続けたと考えられる。桜島の一時的沈降は南岳の噴火の開始を示す可能性が考えられる。歴史時代の3回の大爆発では、それまでの隆起と爆発時の沈降を差し引いて1mの隆起があるとのことであり、縄文時代以後の5mの隆起は、文明(15世紀後葉)の大爆発以前に2mの隆起があったことを示しているものと考えられる。

以上のような成果、予測を検討し、今年度も補足調査をおこなって、研究のまとめをおこなう予定である。(仲村 研・泉 拓良・松村一男が担当)。

4. 微小地震の発生様式と地殻構造との関連の研究

地震予知計画における大学の微小地震観測が開始されて、種々興味ある事実が明らかにされてきたが、その中の一つとして、地震発生と地殻や上部マントルの構造との密接な関連の存在が挙げられる。例えば、内陸の微小地震は、いわゆる上部地殻(花崗岩層)内に殆ど大部分が発生し、下部地殻(玄武岩層)には殆ど起こらないことは、早期に明らかにされていた。また沈み込む海洋プレート内での地震発生が2重構造を持つという重要な発見も、微小地震観測によって可能となったことである。

本研究グループは、地震発生様式と構造との関係を、微小地震の観測網や臨時稠密測線による観測結果を用いて研究を続けている。平成元年度には、(1)フィリピン海プレートの構造と地震発生の関連の研究を、昭和63年度から継続して実施するとともに、(2)近畿中央部における地殻構造の精密決定と構造・震源の関連について研究を開始した。

(1) フィリピン海プレートの構造と地震発生との関連性の研究

伊予灘から豊後水道にかけての地域に発生する深さ40-60kmの地震を、鳥取微小地震観測網で観測すると、P波、S波両者とも、見かけ速度の遅い後続波が見られる。その速度は大陸下部地殻のものとはほぼ等しく、その振幅はP波、S波のそれよりも大きい。

初動及び後続波の3次元 Ray-tracing により、以下のことが確かめられた。これらの地震は厚さ10km弱の海洋性地殻の中で発生している。この海洋性地殻は、愛媛県中部から西部において、下部地殻と接しており、その接している部分を通して、海洋性地殻から下部地殻へ入った波が後続波として観測されると思われる。また、3次元 Gaussian-beam 法を用いて波形の合成を行ったところ、後続波の振幅が大きくなることも説明することができた。

今後より詳細にこの研究を行い、地震発生と構造との関連及びその機構について追究する予定である。

(2) 近畿中央部における地殻構造の精密決定と構造・震源の関連についての研究

近畿中央部における地殻構造については、爆破地震動研究グループによる観測を始めとする多くの研究結果が発表されている。本研究グループは、特に地殻構造が複雑であると推定される琵琶湖を中心とする近畿地方中央部において観測を行っている。この研究は、地震予知特別事業の一つ「西南日本主要活断層調査」の一環として行われているもので、琵琶湖周辺の地殻構造を、屈折波及び反射波の観測結果から求め、この地域に設置されている微小地震観測網により高精度で決定された震源分布と比較し、構造・震源の関連性を求める。また、この地域に存在する、花折、堅田、木津川などの活断層との関連性をも求める計画である。

既に、1989年11月9日に行われた爆破地震動研究グループによる「徳山—上郡測線」観測時に、京大グループによる独自測線での観測が行われたが、興味ある波群を含む観測記録が得られており、現在、2次元の解析を実施中である(岸本兆方・渡辺邦彦・竹内文朗・松村一男・西上欽也・渋谷拓郎が担当)。

5. 災害資料を利用した崩壊災害の復元的研究

滋賀県比良山地の東斜面は比高の大きい断層崖であるが、基岩（花崗岩）の破碎による脆弱化とあいまって、歴史時代を通じて斜面崩壊や土石流による激甚な災害が繰り返されている。この地域の災害と災害の素因に関わる研究は少なくないが、その多くは地理学的研究の一部であったり、建設・砂防工事のための事前調査の一部であったりして、災害科学的な分析は必ずしも十分ではない。

本研究ではまず準備的段階として、既存の研究論文のレビューを通じてオリジナルな資料を収集・解析するための計画作りをおこなった。比良山地西斜面の大規模崩壊については既に資料解析研究をおこなっているが¹⁾、東斜面では崩壊が数多く発生しているものの、すべて小規模であるため、著名な歴史的文書にこれらに関する記述を求めることは困難である。したがって地元の旧家などに伝わるローカルな文書について調査を行う必要がある。土石流については京都教育大学の学生研究として何回か取り上げられており、水山・井上²⁾によって成果の一部が総括されているが、資料としては文書よりも明治および大正時代の地形図が重視されている。その他の地形学的研究においても事情は似通っている。特異な歴史・地誌研究として井上³⁾の鹿垣（ししがき）に関する資料解析が挙げられる。ここでは地籍図を用いて現在は失われているものも含めて鹿垣の分布を調べ、その構造に関する現地調査および土石流災害に関する研究成果にもとづいて鹿垣の基本的性格、特に水害防御効果について論じ、歴史的資料や口伝とは異なる解釈を示している。

平成2年度からは本格的な資料収集とその解析を行う予定であるが、従来の資料解析的研究にくらべて、集落単位的生活実態をふまえた資料収集活動が必要になるものと考えられる（奥西一夫・齊藤隆志が担当）。

6. 水害の変遷に関する研究

タイムスケール2000年における災害史を、主として日下部によって集大成された災害年表、その他関連する災害資料によって考察し、つぎの諸事項を指摘した⁴⁾。まず、わが国における地方別人口の増加傾向は水稻技術の導入に平行し、その停滞・減少は災害の発生と、またその空間スケールは災害発生のそれに対応する。つぎに、わが国に水稻技術が導入されて以来の各種土木事業の変遷と地域開発の実態および地域開発と新田開発などとの関係を明らかにした。さらに、干ばつ、洪水氾濫災害とそれに伴う社会環境の変化との関係で詳細に考察し、その変遷を明示した。そして、人口集中に伴い火災が増加したが、これは気象条件と社会不安とくに内乱と密接に関係することを示した。また、内乱、一揆などの変遷を、とくに飢饉の発生と社会不安との関係で考察し、周期的関係を見いだした。

これらの災害史研究と平行して、その基本である社会の防災力に関する定量的な研究を実施した⁵⁾。その必要性は、つぎのようである。防災ポテンシャルをどのように定量的に評価するのかを明らかにしなければ、その変遷を客観的に検討することはできない。災害を防ぐための潜在能力を防災ポテンシャルと定義するならば、この能力を数字で何とか表現したい。それが実現できれば、防災ポテンシャルを高めるための努力とは具体的にどのようなものかが自ずとわかってこよう。また、効率的な（経済性はもちろんのこと物理的な妥当性を含む）対策はどのようにすればよいかの指針も与えられよう。

さらに、防災ポテンシャルの歴史的変遷を検討するのは、将来起こり得る災害、とくに巨大災害においてどのような被災過程や形態をとるのかの議論を抜きにして、災害対策が立てられないからである。それには歴史資料の解析から学ぶことが重要であろう。その結果、社会の進展にともなって、同一の被災形態は繰り返されないという事実を繰り返し教えてくれるはずである。不幸なことに、わが国の災害対策はほとんどの場合、大きな被害を蒙ってからそれに対処するという立場で行われてきた。そこでは災害発生の因果律が将来にわたって変化しないという前提に立っている。しかし、ここに大きな落とし穴がある。それは私達の社会環境が近年激変しているという事実を見落としていることである。

このようなことを考えると、何としても防災ポテンシャルを定量的に評価しなければならないことが理解

される。本研究では、この課題に取り組み、つぎのような成果を得た。

自然外力と被害の因果関係がほぼ既知といえる過去の災害の特性が、近年大きく変わろうとしている。とくに新しい形態の災害発生が懸念される先進国でも、幸いにしてその具体例はない。また、このような認識が必ずしも一般的でないことは国際防災の十年 (IDNDR) の事業計画にも現れている。災害発生のパターンが時代とともに大きく変化するという認識は、とくに過去に災害が多発した先進国にとって必要であり、決して他人事でないはずである。

さて、現在から近未来にかけて先進国における自然災害は、つぎの5つの特性をもっていると考えられる。

(1)被害の素因と誘因の関係の複雑さ、(2)被害の広域性、(3)危険の常在性、(4)意識における危険の存在とパニック、及び(5)災害後の復旧の困難さ

従来のパターンで発生する自然災害とこのような新しい特性がさらに加わったものについて、対策上の戦術と戦略を構想するとき、災害特性の時代的变化を記述できる防災ポテンシャルの指標が是非必要になる。したがって、その指標は社会・政治・経済的な側面を有しているはずであろう。

まず、ハードウェア（防災構造物・施設、ライフラインの耐災化など）とソフトウェア（災害情報、防災教育及び避難計画など）による防災・減災の効果は、つぎのように表される。

(1) ハードウェアによる場合；人の生涯において自然災害に遭遇する確率であり、ハードウェアの設計時の外力の再現期間と住民の平均寿命で決まる。

(2) ソフトウェアによる場合；平均寿命が富と情報の指標であることから、これで表す。

さて、これら両者の結合であるが、マルチプル・リスクの概念を適用し、多重ロジスティックモデルで表すことにすれば、防災評価指標 (DPAI) が定義でき、これによって防災ポテンシャルを表示することができる。以上のような指標を用いて防災ポテンシャルの時空間特性などを検討した結果、つぎのような結論を得た。

1) 自然災害を外力非制御型と外力制御型に分類した。前者は開発途上国に見られるようにハードウェアが完備されておらず、外力が被害規模をほぼ決定する場合であり、後者は先進国型でハードとソフトウェアの2つの効果が期待される場合である。その中でも近代都市型災害として5つの特性を明らかにし、防災力を表す指標を導くための仮説を示した。

2) 防災力はハードウェアとソフトウェアの2つの効果の相乗によって表されることを示した。前者は遭遇確率として外力の再現期間と人の寿命の関数で表され、後者は人の寿命と限界寿命の比で与えられることを明らかにした。これら両者の効果は多重ロジスティック関数で与えられ、規格化した指数を防災評価指数 (Disaster Prevention Appraisal Index) と名づけた。

3) DPAI を用いると、外力非制御型災害において平均寿命のみによって防災力が表示でき、米国とわが国の防災力の逆転現象と寿命のそれがほぼ同時代に起こっていることから、その妥当性が証明された。

4) 世界各国で発生した死者千人以上の巨大災害について、国単位の死亡リスクと平均寿命との関係を調べた。それらはすべて外力非制御型災害であって、死亡リスクの上限値が平均寿命のみの関数で表示できることがわかり、その法則を示す曲線をK曲線と名づけた。これによって、防災力の国際比較が可能となり、また各国における潜在的な自然災害の危険性を定量的に評価できることが明かとなった。

5) DPAI の解析から、開発途上国、中進国及び先進国について防災の戦略を具体的に提案した（土屋義人・河田恵昭が担当）。

7. 大地震の地盤の振動性状の統計的解析手法の研究

本年度の研究課題としては、短周期地震波の生成過程に関する研究として、震源過程の推定 [(1), (2)] 及び伝播経路特性の短周期地震動への影響の推定 [(3)] を行った。

(1) 歴史地震の強震動シミュレーション

関西圏に地震動災害を引き起こした1944年東南海地震、1946年南海地震に対しては、津波・測地データや余震分布、遠地実体波を用いて断層モデルが提出されているが、地震工学上重要な短周期地震波予測にそれらの断層モデルを直接用いることが適当かどうかを、経験的グリーン関数法を用いた近地地震記録のシミュレーションを行うことで検討を行った。まず1944年東南海地震に対しては震源距離約 250 km の三島測候所の記録が用いられ、主に津波・測地データを用いて得られた安藤モデルを初期断層モデルとして Forward Modeling が行われた。その結果、安藤モデルの断層領域内の限られた領域から地震波を射出したと考えるいわゆるアスペリティモデルに基づく断層モデルが近地地震記録を良く説明することがわかった⁶⁾。1946年南海地震に対しては、敦賀測候所(震源距離約 300 km)の記録が用いられ、同様に短周期地震波の生成領域が推定された。測地、津波データを説明する2枚の断層面を仮定した安藤モデルのうち東側の断層面からの寄与が大きかったことが推定された⁷⁾。更にいくつかの観測点の記録に対して合成が行われつつあり、短周期地震動の生成領域と余震分布、測地データ等による断層モデルとの比較が行われる。

(2) 断層近傍の地震動記録の予測

1989年7月に起こった伊東沖群発地震の中で最大規模($M=5.5$)の地震記録が震源距離約 5 km の断層近傍で得られた。この記録を半経験的手法(経験的グリーン関数法)と、理論計算(離散化波数法、ガウシェンビーム法)によりシミュレートし、震源過程を推定した⁸⁾。どちらの手法においても、断層モデルは測地データより推定された断層より小さな断層面がよく、その破壊過程は単一のクラックモデルに基づくシミュレーションが観測記録をよく説明することが判った。

(3) 地殻内の地震波の散乱・減衰特性、サイト特性の推定

岩盤上に地震波観測アレイを配置し、観測された局地震からの地震波のS波及びS波後続波群の到来方向、位相速度を推定した。S波後続波群は震源方向からでなく、様々な方向から回折、散乱してきた地震波によって構成されていると推定された。

地殻内の地震波の減衰特性を今まで提案されてきたいくつかの方法でQ値を求めることで比較、検討した。それぞれの結果は、推定誤差の範囲内で一致して求められた。(入倉孝次郎・岩田知孝・松井一郎・Jean-Christophe Gariel が担当)。

8. 特定災害の資料収集・整理

昭和63年度より、突発災害調査で収集した資料ならびに調査研究成果(論文・報告)の整理とデータベース“SAIGAI”への登録・保管の作業を開始し、「昭和57年長崎県豪雨災害」、「昭和58年山陰豪雨災害」及び「昭和59年長野県西部地震災害」の3つの災害調査資料については、平成元年度で収集・整理を完了し、各々の災害について「自然災害の文献・資料集録(1)~(3)」を出版した。収集された資料は、所定の整理カードと収納袋(箱)を用いて収納すると同時に、資料文献データベース“SAIGAI”に登録した。また、豪雨関係の資料は、整理カードの主要項目をパソコン(PC-9801, The Card)に入力し、資料収集に協力して頂いた方に配布した。

また、これと合わせて自然災害関係の空中写真に関する本格的な収集・整理作業を開始した。所内現有の約5,000枚の写真の整理・分類、評定図の収集ならびに欠除写真の補充を行った。また、国土地理院・防災センター等の他機関や航測会社出の空中写真収集リストと撮影リストを収集し、特定災害別の抽出作業を行い、データベース化を図っている(村本嘉雄・奥西一夫・岡 太郎・江頭進治・松村一男・横山康二が担当)。

参 考 文 献

- 1) 古谷尊彦・奥西一夫・石井孝行・藤田 崇・奥田節夫：地震に伴う歴史的な崩壊の地形解析，京大防災研年報，第27号 B-1，1984，pp. 387-396.
- 2) 水山高幸・井上穎横：湖西・比良東麓扇状地における河流の性質，桃山歴史・地理，第32号，1985，pp. 1-17.
- 3) 井上穎横：「シシ垣」についての一考察，京都学園大学論集，第14巻，第2号，1985，pp. 164-176.
- 4) 土屋義人：都市水害論 (2)ータイムスケール2000年における災害の変遷 (つづき)ー，京大防災研年報，第32号 B-2，1989，pp. 909-934.
- 5) 河田恵昭：防災ポテンシャルの評価法，自然災害科学，Vol. 9, No. 1, 1990，pp. 1-16.
- 6) 入倉孝次郎・岩田知孝：経験的グリーン関数法による1946年南海地震記録の合成，地震学会秋季大会予稿集，1989.
- 7) 入倉孝次郎・岩田知孝：東南海地震のシミュレーション，文部省科学研究費・重点領域研究研究成果「強震動および津波の予測と破壊能評価に関する研究」，1990.
- 8) 入倉孝次郎：強震動の解析的再現と予測手法，文部省科学研究費・重点領域研究研究成果「強震動および津波の予測と破壊能評価に関する研究」，1990.

INFORMATION ANALYSIS IN THE FIELD OF
NATURAL DISASTER SCIENCE (17)

By Yoshito TSUCHIYA, 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.