

防災問題における資料解析研究 (1)

吉川 宗治・後町 幸雄・松村 一男

1. ま え が き

本研究所ではかねてより災害科学資料センターの設置を要望していたが、昭和47年度にその一部が認められ、同年5月より防災科学資料センターとして発足し、48年度初頭に新築された建物に移り、同年5月28日には開所式を挙行了した。

本防災科学資料センター設立の目的は、防災科学研究に必要な基礎資料の収集、整理ならびにその解析研究を行なうとともに、各専門分野の研究者の共同研究の場として、防災科学研究の推進をはかることである。そして事業内容として次の3項目が挙げられた。

- 防災科学研究に必要な基礎資料の収集とその整理。
- 上記資料の解析研究。
- 共同的に必要な機器類の整備、調査研究方法の開発、災害地での観測などの研究。

本センターの施設長は所長が当たり、他に主任を置いて、主任は施設長を補佐することになり、さらに本センターに、センター所属教官および各専門分野にわたる若干名の教官からなる専門委員会を置き、専門委員会が本センターの運営に当たることになった。

初代センター長、村山朗郎教授に続いて、現在吉川宗治教授がこれに当っており、主任には初代の芦田和男教授に続いて現在石原安雄教授が当たっている。

2. 防災科学資料センターの設備および事業内容

本センター資料室には、自然災害の研究に必要な災害資料として、次のような資料が保管されている。

- 雑誌を除く研究論文や調査報告。
- これまでの数多くの災害調査に際して収集した資料、すなわち観察・測定記録・災害写真や災害地図など。
- 空中写真。
- 地質図（日本全国、20万分の1）。
- 災害に関する種々の統計。
- 諸官公庁などにおける常時継続の業務観測・測量・調査などの記録や統計、主に気象資料および水文資料など。

当資料室に保管されている資料は、自然災害科学研究資料の解析と総括に関する総合的研究の関西地区災害科学研究資料文献・資料目録(Ⅱ)¹⁾の一部、および(Ⅲ)²⁾の全部に挙げられている。

本センター計算機室には FACOM 230-25 が1システム設置されており、災害科学に関する計算を、クローズおよびオープン形式で処理している。FACOM 230-25 のシステム構成は次のとおりである。

- 中央処理装置・主記憶装置
FORTRAN/ALGOL モジュールおよび COBOL モジュール
記憶容量 128 KB サイクルタイム 1.5 μ s/2B
- 入出力装置

磁気ドラム装置	512 KB	ディスクバック装置	5 MB
磁気テープ装置	800 BPI	カード読取装置	300 枚/分

ラインプリンター装置	440-360 行/分	紙テーブリーダー装置	400 桁/秒
カードパンチ装置	30 枚/分	タイプライター装置	20 字/秒
XY プロッター装置	400 ステップ/秒		

この計算機は磁気テープ、ディスクパックなどの入出力装置が利用しやすいという特色を持っており、災害に関する大量の資料、記録の処理およびファイル化に適したシステムになっている。現在の処理 JOB は次のとおりである。

- 各種の災害に関する資料の統一基準による磁気テープファイルの作成。
- 大気・海洋・河川・地盤に関する自然現象の大量の観測記録および構造物の外力による動的挙動の解析。
- 紙テープ等の記録の別の記憶媒体（カード、磁気テープ）のものへの変換。
- XY プロッターによる処理結果の作図化。
- 空中写真、その他災害調査資料の検索システムの開発とその利用。

その他の設備としてデータ集録装置（カーブ・トレーサー）および空中写真図化機がある。

本センターにおける定員は、助教授 1 名、助手 1 名および技官 1 名であるが、防災研究所の各研究部門および各施設と協力し、プロジェクトを設定して、災害資料や観測記録の収集およびその解析的研究を行っている。現在 4 つのプロジェクトがあり、以下それぞれについてこれまでの研究成果の概要を述べる。

3. 豪雨のスケールと水災害との関連に関する研究^{3)*}

豪雨による災害は洪水災害と土砂災害とに大別されるが、この研究は、ある地域において各種降雨時間の豪雨の規模および強度と水災害との関係を把握し、諸災害の発生する臨界条件を明らかにし、さらにその必然性を究明するのが目的である。ここに昭和 48 年度までの研究成果の概要を述べるがその一つは水災害を念頭において、豪雨のスケールを如何に定義すべきかという問題の基礎調査である。一方一般に系統的な災害資料の収集は極めて困難なことが判明したので、土砂災害で比較的充実した資料の入手ができた、1953 年の近畿地方における二つの豪雨の場合のケース・スタディについて、その概要をもう一つの成果として述べる。

(1) 豪雨の規模および強度について

豪雨のスケールを、1～24 時間程度の種々の降雨時間の水平的な広がりすなわち規模および強度と考えることにし、過去の 10 年余りの豪雨の例をとって両者の間の関係を調べた。

対象領域は三重県を含む近畿地方とし、その中で 24 時間最大雨量が 200 mm 以上の場合を豪雨として選り豪雨の最盛時と考えられる 24, 12, 6, 3 および 1 時間の雨量分布図を作成した。最盛時というのは、原則として上記各時間の最大雨量が観測された時間である。豪雨の強度はそれらの各時間の最大雨量とし、豪雨の規模は各時間の雨量分布図の特定等雨量線で囲まれた領域の面積とした。特定等雨量線として何を選ぶか問題であるが、最初の試みとして、24 時間（日）雨量分布図の 100 mm の等雨量線を基準にとるのがわかりやすいと考え、12, 6, 3, および 1 時間の雨量分布図において、それに相当する値として、各々 75, 50, 30 および 10 mm の等雨量線を経験的に選んだ。面積を測定した領域は東経 134.5°-137° の間で、北緯 36° 以南の陸地とし、淡路島は除いた。

上記各時間に対し、規模を横軸にとり、強度を縦軸にとって両者の関係を点でプロットしてみると、いずれの時間についても、点はばらついてはいるが、点のある領域はいずれもよく似た上界がありそうで、その上界は規模が大きいく程大きくなる傾向がある。つまりいずれの時間についても、最大雨量に上限がありそうで、それは豪雨域の大きさが大きいく程大きくなる傾向をもっている。

このようにすれば、一つの豪雨の特性を表現できるし、豪雨の極値を知るためにも役に立つと考えられる。ただし気象学的な見地からは、対象領域をさらに広くとることが必要である。

(2) 豪雨による土砂災害について

* 昭和 48 年度の主な担当者：奥田節夫、芦田和男、後町幸雄、奥西一夫、沢田豊明、横山康二

調査した2例は1953年7月17日-18日の近畿南部豪雨と同年8月15日未明の京都府南端の南山城豪雨で、最大日雨量は前者で500 mm、後者で400 mm以上(推定)であった。これらの豪雨を先の(1)の手法で位置付けしてみると、数少ない内陸部の豪雨で、その規模からみて両者とも最大級のものであった。

ここで考えている土砂災害は豪雨による崩壊災害で、まず両者について崩壊分布と日雨量分布とを比較した。近畿南部豪雨の場合については、有田川および日高川中・上流および十津川上流の広域にわたる空中写真を入手し、崩壊規模は無視して約4 kmメッシュで崩壊数を読みとり、崩壊密度を求め、南山城豪雨の場合には、空中写真がなかったので主として京都府の調査報告に基づき、3次谷の流域を単位として前者と同様に崩壊密度を求めたが、主として和東川流域に限られる。前者の場合の方が、後者に比べて雨量の多い割に崩壊密度は小さい。第1近似としては、両者とも崩壊密度の大きいところは豪雨域と一致しているが、詳細には一致していない。特に前者の場合十津川上流域では雨量の多い割に崩壊密度は非常に小さい。その理由としては短時間の雨量強度が、有田川流域に比べ小さかったことが推定される他、豪雨の頻度は十津川流域の方が高く、そのために地盤が安定化している可能性のあること、また地質図との比較から、有田川流域に断層群が多いことなどが考えられる。一方後者の場合、地形分類図との比較から、次のことがわかった。崩壊密度の大きいところは、大体において急斜面に多いが、平坦面でも低い山の脚部など局部的に傾斜の大きいところに多い。しかし長大な急斜面ではむしろ少なく、そのような地形のところが花崗岩地域である場合には土石流が発生している。

今後はさらにその他の種々の素因との関係を詳細に調査する方針である。

4. 地震観測資料の処理方法に関する研究

このプロジェクト研究の目的は、電子計算機を活用して、地震観測資料を総合的に整理すること、および資料の処理システムを開発することにある。

(1) 統一規準による資料の総合に関する研究*

地震活動や地殻変動の観測データは、種々の期間や地域について、それぞれの機関によって得られている。特に大学で実施される地震予知のための観測は、それぞれの研究目的に最適の方法で行われ、最適の形式で保存されている。これらの資料はすでにかなりの量が集積されており、広い地域の長期間の現象を総合的に把握するため、統一規準による再処理が重要な課題となっている。

地震活動の資料の中では、微小地震の多点連続観測により得られるものが最も量が多く、これを研究資料として有効な形式にファィリングしなければならない。鳥取微小地震観測所では1964年以降の観測記録が読取られ、カードにパンチされているため、まず、標準となるべき検震表の作成およびそれから算出される震源に関する情報のファイルの作成を、鳥取の場合をモデルケースとして開始した。1973年末までに延べ約14万個の地震記録の読取値があり、その半数が整備され磁気テープにファイルされた。このファイルからさらに微小地震の震源位置やマグニチュードなどが算出され、その結果がやはり磁気テープにファイルされており、地震の数は約5,000個である。

これと同時に、比較研究のための資料として気象庁が1961年以後決定した震源位置のリストを、地震月報から編集し、約8,000個のリストが磁気テープに保存され、大中小地震の活動を知るための資料として活用できるよう整備されている。これは適当なプログラムを作成することによって、震源分布図を描いたり、特定の地震についての作表を行い、あるいは地震活動の統計的研究を行うため、簡単に検索使用できる状態に整えられている。

特定地域の地震活動の特徴を知るためには、その地域の地震活動を世界的な活動の中でどのように位置づけるかが重要な問題である。そのため主として世界標準地震計網の観測資料を基に作られた世界中の地震の震源リストを購入し、当センターの計算機システムで検索使用できるよう現在整備中である。この資料は

* 岸本兆方，田中寅夫，尾池和夫，松村一男

U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) から提供されたもので、1900 年以後の世界中の地震の震源約 80,000 個のリストである。

これらのファイルを中心に、今後とも整備拡充していく必要があり、現在作業を継続中である。

地震記録読取値のファイリング作業の進行と同時に震源決定方式や、震源分布をプロットする方式を整える必要があり、これらのプログラムが作成された。特に分布図を描くための地図の数値化が日本列島の一部について完成している。

また、大学の微小地震観測所を中心に得られた微小地震の震央分布を過去 10 年間にについて可能な限り集収し、一枚の地図に重ねることによって、日本列島のマイクロサイスミシティを明らかにした。この結果は、地殻活動の種々の研究分野ですでに多く活用されつつある⁴⁾。

(2) 資料の処理システムに関する研究*

この研究の目的は地震予知観測記録の数値化、ファイリング、解析処理システムを開発し、電子計算機を活用しながら自動処理を可能にし、将来はオンライン自動処理の方式を確立しようとするものである。

第一段階としては、アナログデータレコーダーに収録された短周期地震波動の記録を、A-D 変換装置によって数値化し、そのファイルを基にして解析処理を行なった。地震波動の自動解析処理を行なうためには地震波の到着時刻の検出、各相の判別などを数値計算によって行なう必要がある。前者については、地震波初動の到着時刻よりも前に記録される雑微動のスペクトラムと地震波のそれとが系統的に顕著な差を示すことを利用して検出する方法を開発した。後続波各相の判別については、3 成分観測の記録から地動の軌跡を描かせ、その方向性などを利用することによって可能となる。その際、フィルターを通すことによって、より明瞭な判定ができることも明らかとなった。

地殻変動の数値化記録方式は、屯鶴峯地殻変動観測所などにおいて開発が進められているが、地震計をも含めて、電子計算機と結んだオンラインによる観測のフィードバック制御方式に到るまでの計画的な総合研究が今後の課題である。

5. 自然災害科学研究資料の整理・検索システム

自然災害科学研究資料の多くは復元不可能な 1 回限りのもので、図書やいわゆる実験データと異なった特徴を持っていて、この種の資料の整理・検索の方法は、他のものに比べて劣っていると云わざるを得ない。防災科学資料センターで保管されている資料の量はまだそれ程多くないけれども、将来増加してくるのは当然予想されることである。それらの資料の中でも、空中写真は災害全般にわたって関係が深く、過去の多くのものを利用しやすい状態にしておく必要があつて、これまでは主に空中写真の整理・検索システムについて主に検討したので、その成果の概要を述べる。

○ 災害科学資料センターにおける空中写真の整理・検索システムについて**

空中写真は災害科学のほとんどすべての分野において、災害現象またはその原因となった自然現象の解析、災害地における災害直前の状態復元調査、今後あり得る災害の予測のための調査などに利用されている^{5), 6)}。一方空中写真の撮影には高額な設備と技術者を必要とするため、供給源はごく限られている。そのため主要な災害については全国的な災害科学の組織によって系統的に空中写真を撮影・保管し、研究者の利用に供するシステムの確立が強く望まれて来た⁶⁾。この要望を実現するため、全国的な災害科学資料センター網の計画においては空中写真の系統的な収集と利用のための事業が掲げられている。その他、他の機関が撮影した災害地の空中写真も極力収集しておくことが望まれる。

災害科学のための空中写真の整理・検索法については早くから研究され、災害科学資料センター網における整理・検索システムの大綱が提案されている⁷⁾。昭和 47 年度に防災科学資料センターが設置されたのを機会にそれを具体化し、全国的な資料センター網に引き継がれることを前提として、防災科学資料センターに

* 高田理夫, 三雲 健, 古沢 保 ** 奥田節夫, 奥西一男

において実施されるべき空中写真の整理・検索システムの開発がおこなわれた⁹⁾。

空中写真の収集と利用の形態を考慮して次のような整理法が策定された。空中写真は何枚かのセットが単位になっているが、これを収集順に整理番号を付し、整理番号をキーにしてただちに取り出せるように保管する。一方、20万分の1の標準標定図を作成し、20万分の1地図の図巾毎に整理・保管する。さらに台帳を作成する。台帳は空中写真1枚1枚について、上述の整理番号、標準標定図のコード、撮影場所（メッシュコード）、撮影日の他、写真の内容に関する情報を所定の形式で記入する。これらを用いて空中写真の検索をおこなうことができるが、写真の枚数がほう大となり、人力にたよる検索は将来不可能となることは確実であるので、電子計算機による検索法が開発された。これは台帳の内容を磁気テープにおさめ、利用者が指定したキーに合致する写真に関する台帳内容をラインプリンタに打ち出すものである。これによって利用者はどの空中写真を利用すれば効果的に研究目的を達せられるかを検討できる。この検索システムははじめ京大大型計算機センターを利用したバッチ処理によって検索法がテストされ、次に防災科学資料センターの計算機との会話によって検索法がテストされた。いずれも数回にわたる改訂を経てかなり完成度の高いものになっている。この整理・検索システムは全国の資料センターに保管されている空中写真を1度に検索し得るようになっているが、各センター独自の整理法を最大限に許容し得るように考慮されているので、比較的小規模に実行段階に移行し得るものと思われる。

6. 情報処理による災害予測*

異常な自然現象の予知とわれわれが生活している場を情報源として、異常時の災害状況を予測する方法を情報処理の手法を応用して検討しようとするものである。そのときの流れ図の基本は Fig. 1 のようになると考えられるが、本年度はこの流れ図において現在のところ十分解明されていない問題の一部に重点をおいて検討した。すなわち、水害予測問題についてはデータ・ベース作成のための河道系における洪水波の形成過程、地震災害予測問題では、地震波記録のファイリングと地震波の自動識別法について検討した。これらの詳細については、末記の関連文献で報告しているので、ここでは結論のみ記する。

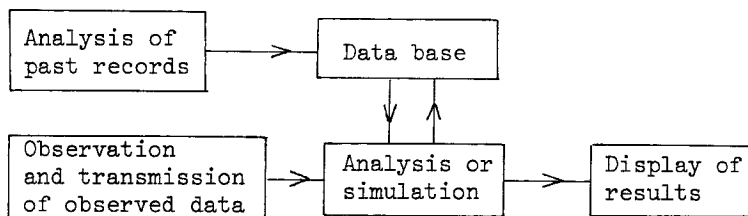


Fig. 1 Flow diagram of disaster prediction by data processing technique.

(1) 河道系における洪水波の形成過程⁹⁾

河道系をトポロジー的にみると、平均的には、河道数則、河道長則、流域面積則などが成立する。これをシステムの的に解釈すると一次元多段階過程となるので、河道系における洪水波の形成をカスケード結合として算定することができる。一方、水害の発生条件は外水氾濫の有無、換言すると、河川堤防を越流するかどうかで決定されると考えてよい。したがって、今年度の成果とこうした水害発生条件を組み合わせることによって、水害予測に必要なデータ・ベースの作成が可能と考えられる。これについては次年度以降で行なう予定である。

(2) 地震波記録のファイリング¹⁰⁾

現在の地震観測システムにおいては、短周期のものはアナログデータレコーダー及び煤書き記録計に記録され、長周期のものは直接デジタル化された形で記録される。アナログ磁気テープ記録はAD変換器を使

* 石原安雄，古沢 保，西 潔，松村一男

用して紙テープまたはカードの形にされ、さらに今後はデジタル磁気テープの形も予定されている。このように、各種の媒体に変換された記録が蓄積されると整理・解析に不便であり、今後増大するにつれ收拾がつかなくなるだろう。そのため計算機により編集を行ない、一連の番号を付したデジタル地震波形を磁気テープに納め、整理・保存するようにした。各々の地震についてのデータは番号毎に専用のディスク・パックに収納しておき、色々のデータによって検索できるようなプログラムを作成用意した。

(3) 地震波の自動識別¹¹⁾

地震波の自動記録やオンラインでの地震災害予測等のために、オンラインでの地震波の識別を行なうことが必要欠くべからざることである。本年度はその最初として近距離地震の P 波初動の決定と S 波の検出を目的とし、次の 3 段階の方法を検討した。

第 1 段階：ノイズのスペクトル $\bar{F}_n(\omega)$ を求め、次の区間のスペクトル $F(\omega)$ と比較する。これは近距離地震の場合、ノイズに比し地震波初動期には地震波の短周期成分が卓越することと、ノイズが時間的に定常であることを利用したもので、この段階で地震波初動が存在する区間（いまの場合 0.64 秒間）が求まる。

第 2 段階：上の区間についてバンドパス・フィルターによっていくつかの周波数帯に分け、振巾・particle motion の方向・直線性を判定し、複数箇のバンドで一致したところを地震波初動到来時とする。これは P 波初動の方向が震源方向と一致し、particle motion が直線状になる性質と、P 波がパルス的で広い周波数帯域をもつことを利用したものである。

第 3 段階：P 波初動より求まる波の振動方向に座標変換した波形から、P, SV, SH, の各波を識別する。この場合、それぞれの波の振動方向が互に直交するという性質を利用した特別のデジタル・フィルターを用いる。

このような方法によって、定性的には P 波初動、S 波の検出を行なうことが可能であると考えられるが、いまのところ解析した地震の数が少ないため、判定基準、信頼度等の数値を決定するまでには至っていない。しかし多くの地震時の記録を解析することによって実用化できるであろう。

関 連 文 献

- 1) 自然災害科学研究資料の解析と総括に関する総合的研究，関西地区班：関西地区災害科学研究資料文献・資料目録Ⅱ，昭 48. 3.
- 2) 自然災害科学研究資料の解析と総括に関する総合的研究，関西地区班：関西地区災害科学研究資料文献・資料目録Ⅲ，昭 49. 3.
- 3) 奥田節夫・芦田和男・後町幸雄・奥西一夫・沢田豊明・横山康二：豪雨のスケールと土砂災害，自然災害科学・資料解析研究，第 1 巻，自然災害科学資料収集解析総合研究班，昭 49. 3. pp. 7-13.
- 4) 松村一男・尾池和夫：日本列島のマイクロサイスシティ，京都大学防災研究所年報，第 16 号 B，昭 48. 4. pp. 77-87.
- 5) 奥田節夫：災害資料としての空中写真の利用の現況と将来の組織化，第 7 回災害科学総合シンポジウム講演論文集，昭 45. pp. 9-10.
- 6) 奥田節夫・森 忠次：災害科学研究資料としての空中写真の利用現況と組織的活用の問題点，科学研究費報告書，昭 46.
- 7) 奥田節夫：災害科学の研究資料としての空中写真の整理・検索法，災害科学研究資料の収集とその総括に関する総合的研究，科学研究費報告書，昭 47. pp. 16-20.
- 8) 奥西一夫・奥田節夫：災害科学資料センターにおける空中写真の整理・検索システムについて，京都大学防災研究所防災科学資料センター，昭 48. p. 20.
- 9) 石原安雄・小葉竹重機：河道系における洪水の集中過程，第 10 回災害科学総合シンポジウム講演論文集，昭 48. pp. 235-238.
- 10) 松村一男：地震資料の処理方法について，自然災害科学・資料解析研究，第 1 巻，自然災害科学資料

収集解析総合研究班，昭 49. 3. pp. 89-90.

- 11) 古沢 保・入倉孝次郎・赤松純平：地震波資料のファイリングと自動処理，京都大学防災研究所年報，第17号B，昭 49. pp. 15-28.

INFORMATION ANALYSIS IN THE FIELD OF NATURAL DISASTER SCIENCES

by *Soji* YOSHIKAWA, *Yukio* GOCHO AND *Kazuo* MATSUMURA

Synopsis

The Information Processing Center for Disaster Prevention Studies was established and affiliated with the Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University in May 1972. The short history and the contents of activities of the Center are described. The research results of four projects in the Center collaborated with the research sections of the Institute are outlined. The contents of the projects are as follows:

- (1) Relation between scale of heavy rainfall and the disasters,
- (2) Method of seismological data processing,
- (3) Information retrieval system in the field of natural disaster sciences,
- (4) Prediction of disasters due to information processing.