

## 40 六甲山系土砂災害対策のためのデータベースの構築とその利用システム(2)

京都大学 小橋澄治, 大阪市立大学 平野昌繁  
近畿地建 後藤宏二

### 1. はじめに

六甲山系土砂災害対策のためのデータベースは現在までに蓄積された膨大な情報を利用しやすい形に纏め、砂防計画を立てる上に有力な情報源とすると共に、避難体制を確立するのに住民に、土砂災害に関する正確な情報をまえもって伝達するのにも役立てることを目的として計画された。基本的な考え方は六甲山系及び周辺扇状地を50mメッシュに区分して、土砂災害に関するあらゆる情報を入力し、必要な情報を迅速に取り出せる支援利用システムを確立することである。現在までに平面座標系で82000個のメッシュに基本となる情報の入力が完成し、利用システムのかなりの部分が出来たので、そのいくつかを紹介し、問題点をのべる。

### 2. データベースの構成

土砂災害に関する情報は、地形、地質、土地利用、過去の災害状況、砂防施設、溪流の土砂堆積状況、その他多岐にわたる。基本的には50mメッシュデータに格納するが、砂防計画は水系単位で考えることが基本になっており、メッシュに固執することは得策でない。また崖崩れ災害(これは六甲地域では重要な問題である)や土石流の氾濫区域の評価にはもっと細かいメッシュが必要であろう(山麓部および市街地を対象として10mメッシュのデータベースの構築が別に進められている)。そのため水系、砂防施設や崩壊地の情報はX、Y座標値を付加したものを1次ファイルとし、必要なメッシュに展開する、あるいはメッシュファイルと必要に応じて結合できるシステムとする。

#### (1) 地形情報

地形は50mメッシュ単位で直接入力された1次データは、メッシュ交点の標高、メッシュ内の最高標高、最低標高、ホートン法によるメッシュの傾斜、メッシュの所属する流域記号である。1次データから計算によって作られる2次データはメッシュ4点より計算される斜面方向、最大傾斜、メッシュ斜面の3次元形状(上昇下降平行斜面に類する3次元形状)各メッシュのもつ集水面積、接谷面、接峰面に関する情報である。

#### (2) 地質情報

5万分の1の地質図から入力した基盤地質、断層、岩脈、リニアメントは優先して入力されている。表層地質、岩の硬さ、表層土の厚さ、微細なリニアメントなどの踏査や簡易貫入試験による情報がかなり存在するが、点状あるいは線状である。これを面的に拡大推定する必要があるが、それには地形情報あるいはランドサット情報を援用して推定することが考えられ検討中である。

#### (3) 土地利用情報、ランドサット情報の利用

土地利用状況は災害発生に重要な要因であることはいうまでもない。土地利用状況を判別するのにランドサット情報は有効である。特に六甲山系周辺は開発行為が盛んであり、短期間に急激に変化する。

それを常にモニタリングしていくのにランドサット情報は好適である。現在MSSデータとして1972年、1978年、1984年のシーンがあり、最新のTMデータとして1985年のものがある。これらを比較して土地利用の変化を確認できる。TMデータは判別精度が30mに向上しており、50mメッシュデータとするのに十分な精度を持つ。原データを因子分析の手法で解析し、土地利用区分を行い、アフィン変換で50mメッシュに格納した。

ランドサットTMデータは判別精度が向上したことで、MSSデータに含まれる波長域のほかに、中間赤外線域の2つの波長と熱赤外線域の波長の情報を持っており、それらを解析することでリニアメントなど地質に関する新しい情報が判別できる可能性があり(2)と合せて検討中である。また森林の詳しい区分判別も検討中である。

#### (4) 土地利用の変遷、山腹工の情報

もっと長い期間の土地利用の変遷を知ることも重要である。幸い神戸市および周辺都市は明治以降急速に発展した都市であり、明治以降の地形図を経年的にみることでその発達を明らかに出来る。現在入手した図面は明治20年頃、大正年間、昭和11年、昭和28年、昭和42年、現在のものであり、とくに明治のものは人為的な地形改変を受ける前の山地、扇状地の形をすることが出来る。

また六甲山地は明治以降さまざまな機関による大規模な山腹工による植栽が行われているが、その位置の記録が時期別に表示した8枚の図面があり、それを入力することが出来た。

#### (5) 崩壊の情報

災害記録の中で比較的正確に取り出せるのは空中写真にみられる崩壊の情報である。六甲山系全域を網羅する空中写真は昭和20年、昭和36年5月、昭和36年9月、昭和39年、昭和41年、昭和42年、昭和54年の7回ある。周知のように六甲の大きい災害は昭和13年、36年、42年であり、昭和13年を除けばほぼその全貌を知ることができる。空中写真の崩壊地を図化した図面から、崩壊の頭部のX、Y座標値と崩壊面積を入力した1次ファイル(大きい崩壊地は崩壊の形を描けるポイント点も入力されている)が出来ている。これから50mメッシュに崩壊個数と崩壊面積を格納した7つの2次ファイルが作られている。

#### (6) 昭和13年、42年の市街地の災害情報

この2回の災害については市街地への土砂流入状況及び浸水状況を示す図面が編集されている。これを50mメッシュ単位で入力した。

#### (7) 溪流、水系、砂防施設の情報

これらは砂防計画、最も重要な情報である。砂防計画の考え方は水系を線的に連続したものと捉えるので、基本的にメッシュ単位の考え方となじまない。しかし面的な情報はある面を区画して単位とする考え方がどうしても必要である。その最も簡単な形がメッシュであろう。流域界を単位とする不定形のものも考えられるが、取り扱いが難しい。逆にメッシュから流域界を決める方が簡単である。

とにかく水系および砂防ダムの情報はメッシュにこだわらず、X、Y座標値を付加したもので1次ファイルを作る。2千5百分の1の地形図で決められている水系の100mごとのポイント点のX、Y座標値、ポイント点の溪流幅、溪流縦断面図から読んだポイント間の溪床勾配、溪流調査図からポイント間

の溪床及び溪岸の堆積土砂量，その不安定土砂量，砂防ダム位置のX，Y座標値を入力する。砂防ダムについては別のファイルで完成年，構造上の諸元，計画堆積土砂量，現在の堆積土砂量など詳細な情報の入力が可能である。これは経過年別に情報を入力していけば，ダムの管理ファイルとして役立つものでもある。

#### (8) 崖崩れ，土石流危険箇所の情報

崖崩れ，土石流危険渓流についてはすでにマークされているポイントがある。これらのポイント点を入力することは極めて容易である。

#### (9) データベースの統合

(1) - (8) までの情報を82000個のメッシュごとに各項目の情報をまとめた大きなデータベースに統合したファイルを作ることは容易である。しかし1つの作業で全項目が必要な事例は少ないであろう。計算の効率からみても必要なファイルを選んで利用の方が能率的かもしれない。現段階では地形のポイント標高，最大最小標高，傾斜，基盤地質，土地利用，集水面積，斜面の3次元形状，7回の崩壊個数と崩壊面積よりなる統合ファイルが出来ている。これは崩壊条件をまとめるために作られたものであり，目的に応じて必要な統合ファイルを作ればよいであろう。

### 2. 利用支援システムの検討

このデータベースを有効に利用するには必要な情報を迅速に取りだせる支援システム群の開発が必要である。というより利用システムが完備されないとデータベースを作成した者以外には使えないことになり，その価値は半減する。このシステムは出来るだけ簡単に計算機利用やプログラムに深い知識のない人でも容易に利用できるものでなくてはならない。

近年大型計算機システムではデータベースの構築，利用について汎用システムがいくつかある。例えばこの場合のように数値情報を主体としたデータベースではA I M / R D Bといったシステムは利用できそうである。これはある項目のある特性値をもつ情報群を出力するといった比較的簡単な利用法では十分使える。

しかしこのデータベースを土砂災害対策に十分役だたせるにはそれだけでは不十分であり，独自の利用システムをいくつか開発しておかなくてはならない。

#### (1) 必要な区域の情報を取り出すプログラム

必要な区域とはまず地形図等の図面でこの範囲といった具合で指定されるだろう。現在の段階では1万分の1，あるいは2千5百分の1の図面にデータベースと同じメッシュを記入したものを用意しており，必要な区域のメッシュ範囲を照合し，必要な範囲のメッシュのX，Y座標を指定すれば情報を検索できる。このデータベースの範囲では照合にそれほど手間は掛からないのでそれでも十分である。しかし理想的には市町村名町名を指定するとその区域を検索できるようにすべきであろう。今後範囲が拡大されるとか地形図に馴染みの少ない一般住民の便まで考えると将来必要になる可能性がある。これには地名の索引ファイルの整備が必要になる。

土砂災害を考える時，あるポイントのメッシュを指定した時にそのメッシュが所属する流域の範囲の全メッシュの情報が必要である。これには各メッシュの集水範囲のメッシュの数を計算するプログラム

を少し改良すればそのまま利用できる。これは各メッシュの周囲8方向のメッシュの最低標高を見付け、流線を決め、その流線を追って集水範囲を確認する方法である。ただしダムの堆砂地など平坦面では水の吸いこみ現象となり、流域を辿れなくなる。これは補正が必要である。

## (2) 砂防計画に役立たせるためのプログラム

先にのべたように、砂防計画では水系を線状の連続した情報として考える。それゆえ溪流の情報と砂防施設の情報はメッシュにこだわらず、X、Y座標値を付加した形でファイルが作られている。それから連続した溪流の形と諸元を表示することは容易である。しかし砂防計画上、流域内の面的情報も不可欠である。それはメッシュデータの形でファイルされており、水系ファイルとメッシュファイルの結合が必要である。両方のファイルを重ねた形で図形出力すると当然両者はほぼ重なることになり、面的情報の必要なポイントのメッシュ座標は計算機が見付けることは95%程度可能である。しかし数%の部分はメッシュから計算した水系と直接入力した水系とずれが生じる。これは周囲1メッシュの範囲を探索することで殆ど該当メッシュを見付けることは可能であるが、支流の合流点付近の地形が複雑であると別の溪流のメッシュを拾う可能性があり、両者の情報を重ねた画像をモニターで観察し、正確なメッシュを割り当てる必要がある。

これらの補正が完成すれば流域内の土砂収支（勿論将来の崩壊土砂量をどう見積るか、など基本的な問題はあがる）が現在の砂防ダムの空き容量も考慮した形で、任意のポイントで計算することが可能であり、新規建設のダム位置を合理的に決めるのに有効な情報を提供できるだろう。

最近、ある降雨条件を想定しての土砂変動のシミュレーションも多く行われている。現在のシミュレーションに必要な諸元はほぼ含まれているから、データベースが完備すれば六甲山系のどの溪流でも検討が可能になるであろう。シミュレーションモデルは新しい知識で補完され次々に新しいモデルが生れるであろう。それら将来のモデルの適用に耐えるデータベースに補強していくべきでその余裕は十分ある。

## (3) 災害危険度の推定への利用

このデータベースの利用で最も要望が高いのは災害を引き起す土砂移動現象の予測への応用であろう。災害発生の危険度の予測は災害に係わるすべての分野の研究の永遠のテーマであり、データベースが完成したからといって飛躍的な手法が直ちに生れるとは思えない。しかし六甲山系全域の均質なデータが形成されたわけで、例えば過去の崩壊の発生に係わる条件が明確な分布型で集計され、それを元にした予測はごく簡単なモデルによっても、過去の実態による精度の評価が容易にでき、モデルの精度、限界を明確にした上で表示できる点は大きい成果となるだろう。それは現在あるいは将来現れるであろうさまざまなモデルで用いられる危険度の意味を具体的に表示できることであり、危険度をめぐる誤解と混乱をなくす1つの大きい方法になると思われる。