

G I S 支援による防災アセスメントシステム

髙橋 正 員 ○鹿島健弘

髙橋 岡嶋雅夫

髙橋 野口哲也

1. はじめに

災害を未然に防止し、その被害を軽減するための施策を事前に講ずるために、地域の地形・地質等の自然条件に、都市化の進展などの社会条件や過去の災害履歴を加味し、地域の災害危険性を科学的、総合的に把握するための防災アセスメント手法の検討が、自治省消防庁によって行われている（文献(1)参照）。具体的な作業は基礎アセスメントと詳細アセスメントの2段階に分けられ、基礎アセスメントでは、地形図や統計など各種データから潜在的な災害危険地域を図示し、詳細アセスメントでは、危険地域の現地調査や数値計算等を実施して、その地域の危険性をより詳細に検討するものである。

たとえば、地震災害の基礎アセスメントでは、

- ① 想定される地震の震源位置と規模
- ② 軟弱地盤など地震に弱い地形・地盤や、人口・施設の集中地域の分布
- ③ 過去の災害発生状況
- ④ 湿地や河川の埋め立てなど災害発生につながりやすい土地利用の変遷

等を図示し、重ね合わせることによって危険地域が示される。

詳細アセスメントでは、それぞれの危険地域について、建物、道路や地下埋設管の被害率などの定量的な想定を行う。

このような防災アセスメントを実施する際には、地質や社会条件等の地図データのオーバーレイ処理が必要となる。本報告では、オーバーレイ処理等の機能を持つ地理情報システム（GIS）であるARC/INFOを基本とする防災アセスメント支援情報システムの開発・検討結果と、地震災害を対象とする適用事例をとりまとめた。

2. 防災アセスメント支援システムの概要

防災アセスメントにおいてシステム化すべき基本的機能は、GISを中心に、防災情報を蓄積する防災情報データベースと個別アプリケーションソフトウェアによって構成される（図-1）。

(1) 防災情報データベースの機能

防災情報データベースの対象データ項目としては、表-1に示すものがあげられる。本研究では、図-2に示すトポロジーを持つデータモデルを用いた。

ここで示したデータモデルを採用することによって、地図と属性の一元的管理、オーバーレイ処理などの図形間演算が可能となった。

たとえば、避難地については、位置と施設の種類、規模（収容人員）、名称といったデータがある。地図上に標記された位置のマークは、当該施設の位置を示しているばかりではなく、その施設の種類、名称といった意味的データ（属性データ）が常に対応して初めて地図として機能する。また、避難路について

表-1 防災情報データベースの対象データ項目例 (1)

大分類	分類	項目	基礎資料	データの精度	入力方法
自然条件	地形	標高 地形分類	地形図 地形分類図	50m×50m 1/2.5万	メッシュ ポリゴン
	地質	表層地質 ボーリング	表層地質図 ボーリング柱状図	1/2.5万 1/5万	"
	土壌	土壌(土質)	土壌図	"	"
	植生	現存植生	現存植生図	"	"
	気象	降水量 降雪量 風向風速	気象月報・年報等 累年気候表	"	ポイント メッシュ
	水資源	河川・ため池 湖沼・地下水	利水現況図、水系図 (土地分類基本調査) 河川図、河川台帳	"	ライン、ポイント ポリゴン
社会条件	土地	土地利用 行政界	土地利用現況図 地形図	"	ポリゴン
	人口	人口・世帯数 通勤者数	国勢調査	1/2,500 1/2.5万	"
	建築物	建築物用途 敷地面積	課税台帳 都市計画基礎調査	1/1万 1/2.5万	"
	都市施設	都市施設分布 (公園・道路・線 バス路線・道路 道鉄)	都市計画基礎調査 バス路線図、道路台帳 地形図(鉄道)	"	ポリゴン、ポイント ライン
	法規制	都市計画区域工事 宅地傾斜地所 急傾斜地危険 地区	都市計画図等規制 防災・保全等現況図	1/1万 1/2.5万 1/5万	ポリゴン
	開発 発向	開発動向・新築 (宅地・農地等)	各種開発台帳 開発動向図	"	"
	産業	農家数・面積 事業所数・員数 商店数・販売額 工場数・面積	農林業センサス 農業集落統計 商業統計 工業統計	1/1万 1/2.5万 1/5万	"
	消防	防火対象物 危険消防統計	防火対象物台帳 危険消防統計他	"	ポイント
	防災施設	防災施設 避難所	防災主管課資料 消防水防台帳	"	"
災害履歴	風水害	水害 土砂災害	防災主管課資料 災害履歴図	"	ポリゴン ポイント
	地震履歴	津波 その他	"	"	"
	その他	雪害 その他	"	"	"

は、ラインで表記される位置と路線番号、代表幅員、決定年月日等、調書に記載されている項目とが対応している。このように、地図に表現されるデータは点（ポイント）、線（ライン）、面（ポリゴン）の3タイプのデータによって位置を表現し、座標系のX、Y座標列としてコンピュータで扱われる。一方、意味的データとしての調書等に記載されている数値や文字データは、位置データと関連づけることによって、常に図形と属性データを一対一に対応させて管理することができる。図形データと属性データとが一元的に管理されていると、図形データの更新（たとえば避難路の一部が変更された時など）に対応して、属性データも更新され、最新のデータの表示、集計が可能となる。しかもそのデータは図形と属性との整合性が常に保証されるという利点がある。

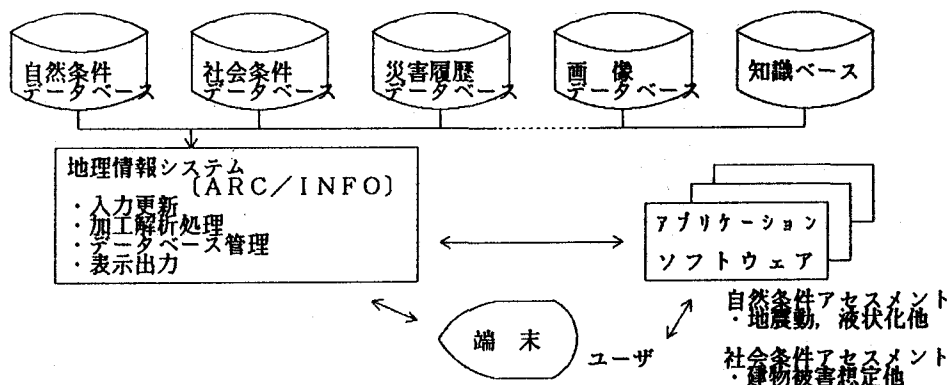


図-1 防災アセスメントシステムの基本的機能の全体イメージ

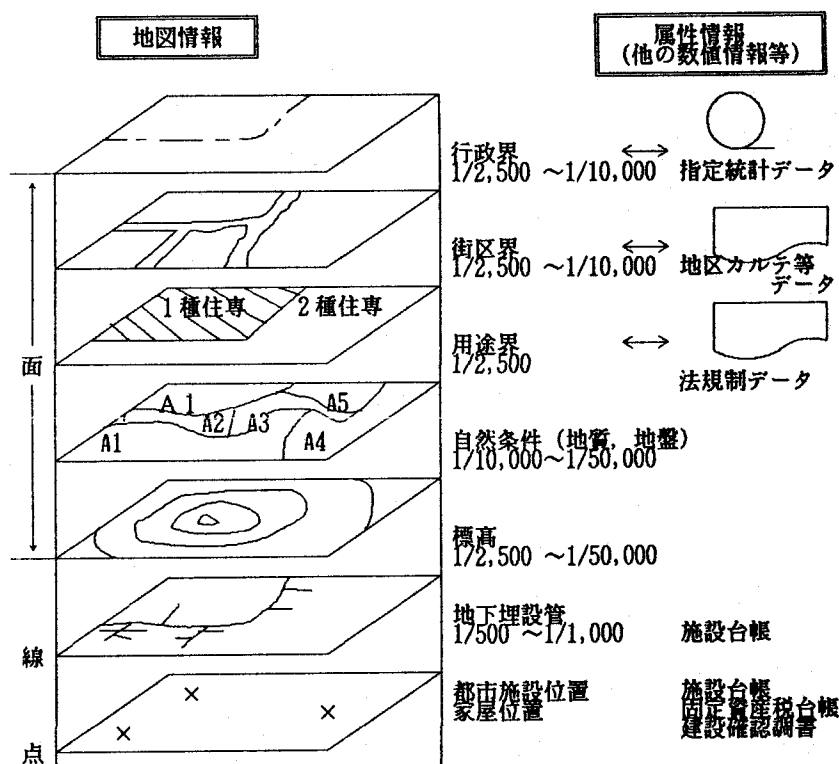


図-2 データ構造

(2) 地理情報システム (GIS) の機能

防災アセスメントシステムの基本となるGISの機能としては、地図等の図形データの入力、出力、図形データの加工・解析、さらにオーバーレイ処理、図形データと属性データとの一元的管理、図形から属性データの検索、属性データから図形の検索、集計等が可能であることが要求される。

なお、このような地図(図形)データを取り扱う既存のソフトウェアには、大きく分けて二つの系統がある。一つは、CADの流れを汲むもので、他の一つは、始めからGISとして開発されたものである。CAD系統のものはもともと設計用システムの地理情報システムへの応用として開発されたため、製図等に適している。ただし、図形データと属性データとの一元的管理や、図形データの解析処理機能、データ量の限界など不十分な点がある。一方、GIS系統のものは、地図に記載されるデータを管理することを目的として開発されてきたため、図形データと属性データとの一元的管理や、図形データの解析処理機能に優れており、防災情報アセスメントシステムの基本ソフトの核となりうるものである(文献(2)参照)。以上の機能を充たすGISとして、本システムでは米国ESRI社で開発されたARC/INFOを採用した。

(3) アプリケーションソフトウェアの機能

防災アセスメントシステムの核となるGISと合わせて機能する個別アプリケーションソフトウェアとして表-2に示すものを開発・整備した。

3. 防災アセスメントシステムの適用事例

防災アセスメントシステムを地震災害に適用した事例(長野県、文献(3)参照)における処理の流れを図-3に示す。ここで示したアセスメント作業は次の手順で進められる。

- ① 地質条件図(図-4)とボーリング資料をもとに、地盤モデル(図-5)を検討し、地震工学的地盤図の作成を行う。
- ② ついで過去の地震活動状況や活断層の分布から、想定地震の震源要素(図-6)や波形の検討を行い、さらに震源距離との関係から基盤加速度を求める。
- ③ 各地盤モデルに対して、基盤加速度を与え、応答計算を行い、地表加速度を求め、さらに震度への換算を行う(図-7)。
- ④ さらに、砂質土を含む地盤モデルについては推定された地表加速度をもとにF₂法による液状化危険度の評価を行う。
- ⑤ 前項までの評価結果と過去の災害履歴あるいは軟弱泥層分布図等の潜在的な地盤危険度評価図(図-8)を比較検討し、問題のある場合は、前項までの作業において想定した各種モデルの見直しを行う。

表-2 防災アセスメント支援ソフトウェア群

アセスメント項目	ソフトウェア名	機能
地震動と液状化 (基礎アセスメント)	①地形・地盤条件から地震動と液状化の危険度を推定する方法	過去の災害履歴データから震源距離、マグニチュードと地盤条件の関係を求め、危険度の推定を行う
同上 (詳細アセスメント)	②地盤の応答計算	基礎アセスメントで求めたS波の重複加速度を基盤の加速度を求め、地盤の応答を推定する
	③F _l (P _l)法による液状化危険度評価	F _l (P _l)法によって各地盤モデルの液状化危険度を評価する
	④地盤モデル作成支援	グラフィック端末上でボーリング柱状図を地盤図などと重ね合わせて表示し、地盤モデルの作成を行う
土砂災害	地形・地質条件から土砂災害危険度を求める	地すべりなどの現況と地形・地質条件をオーバーレイ解析し、地すべり、土石流、崩壊などの危険度を評価する
水害	地形・地質条件から水害危険度を求める	地形条件にもとづいて水害の危険度を評価する(津波・高潮を含む)
社会条件	建物被害の推定	梅村式、谷口・飯田式から木造建物被害を推定する
	出火危険度の推定	季節や時刻を考慮して一般火気器具と危険物からの出火件数を求める
	延焼シミュレーション	建設省建築研究所の方法によって延焼速度や範囲を求める
	人的被害の推定	過去の震災履歴にもとづいて死傷者の推定を行う
	河川・ため池被害の推定	地盤条件から堤防の沈下量を推定し、地震水害の危険度を評価する
	道路・橋梁被害の推定	神奈川県の方法に従い、地震時の道路の導通確率を求める
	地下埋設管被害の推定	久保・片山式によって水道・ガス管の被害を想定する

4. まとめと今後の課題

本適用事例では、初期段階においては、災害履歴と比較してかなりの予測誤差がみられたもの、地盤モデルや基盤加速度推定における計算式やパラメータの見直しを行い、グラフィックCRT上で再試行することによって、ほぼ妥当なアセスメント結果を得ることができた。この作業では、従来あまり試みられなかったGISを用いた対話式環境における地質図やボーリングデータ等のオーバーレイ処理やシミュレーションの繰り返しによって効果的に作業をすすめることができた。そこで、今後はユーザーインタフェースをより改善するために災害履歴やアセスメント手法についての知識ベースを構築し、エキスパートシステムを導入することを検討していきたい。

〔参考文献〕

- (1) 自治省消防庁：防災アセスメントに関する調査報告書，1984
- (2) 今井 修：解析機能に優れた地理情報システム ARC/INFO, PIXEL 87/3月号，1987
- (3) 長野県：昭和60，61年度長野県地震対策基礎調査報告書，1986，1987

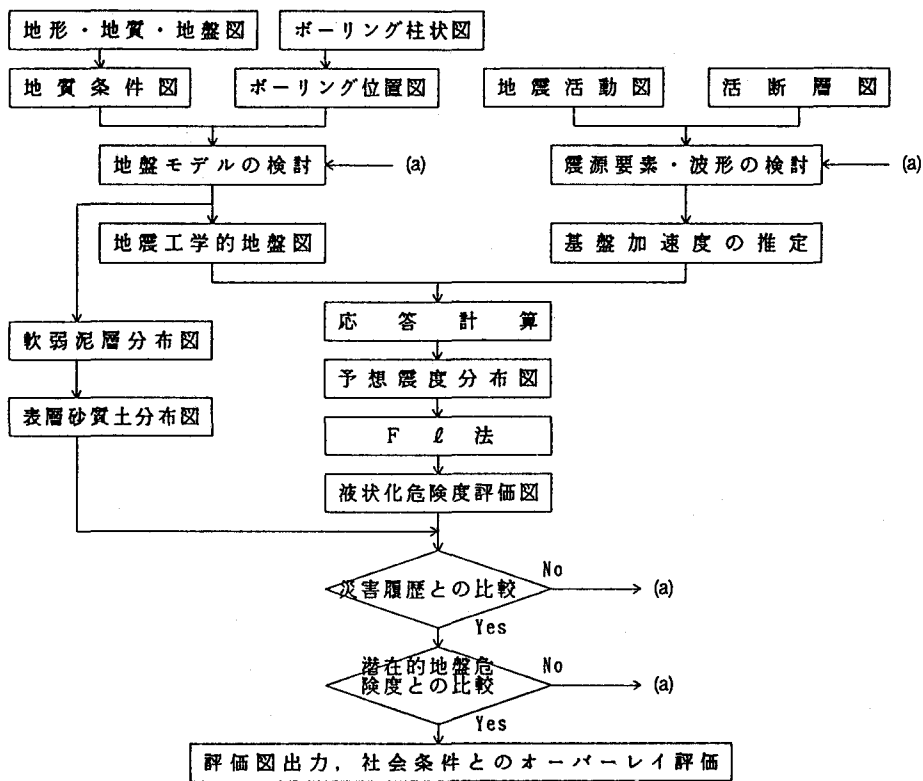


図-3 地震動と液状化アセスメントフロー

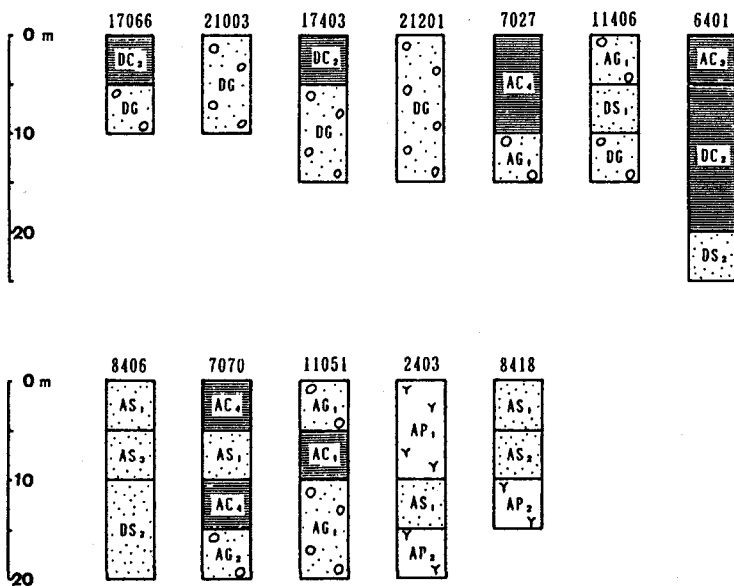


図-4 地盤モデルの例

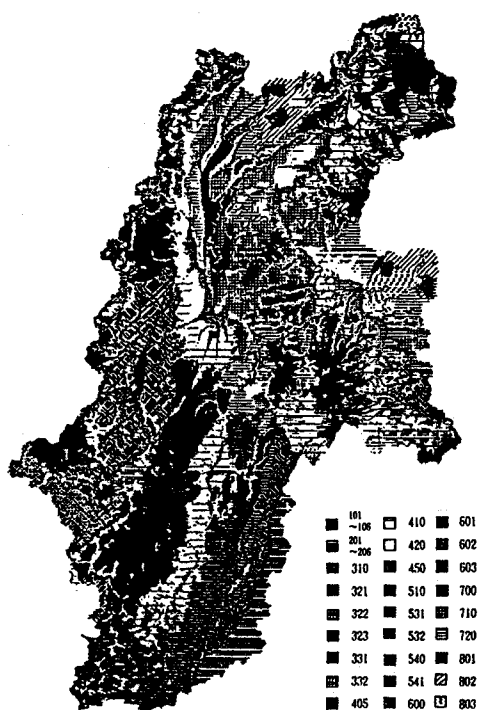
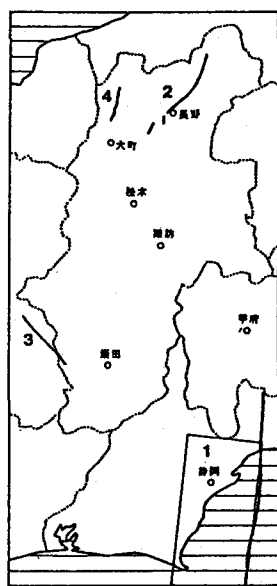


図-5 地質条件図



1. 想定東海地震
2. 善光寺地震
3. 阿寺断層系の地震
4. 大町付近の地震

図-6 想定地震の震源位置

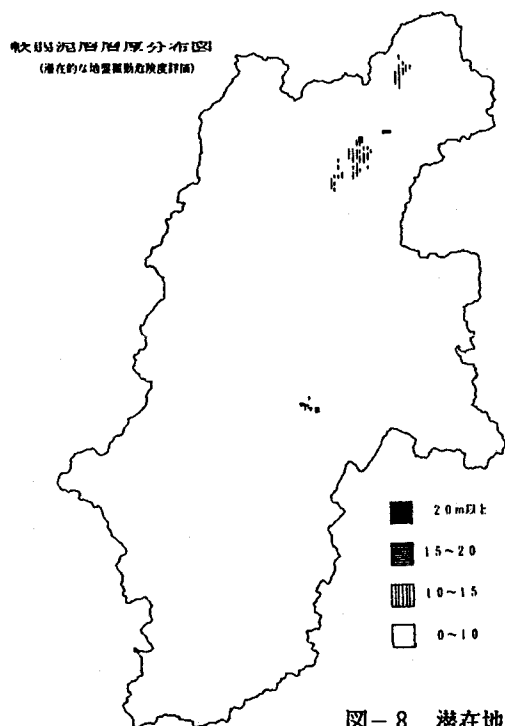
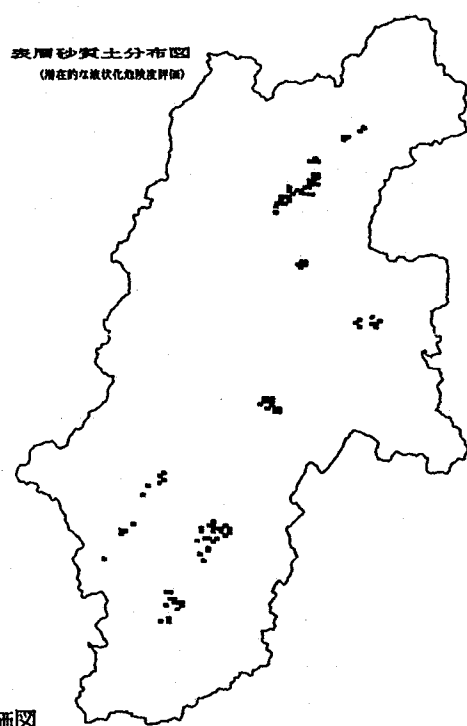
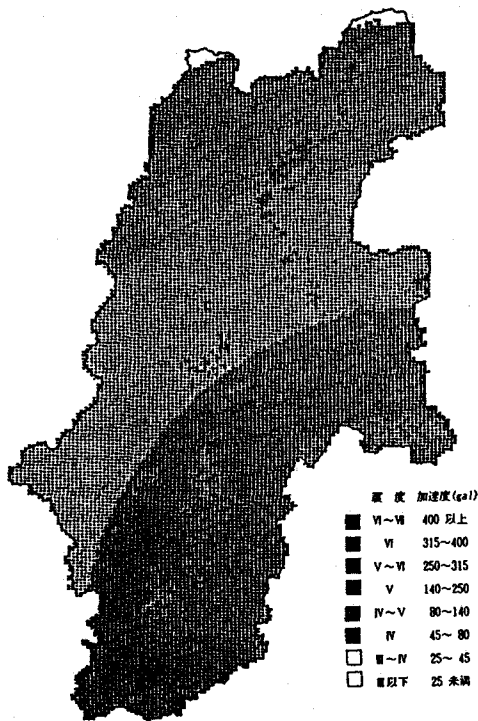


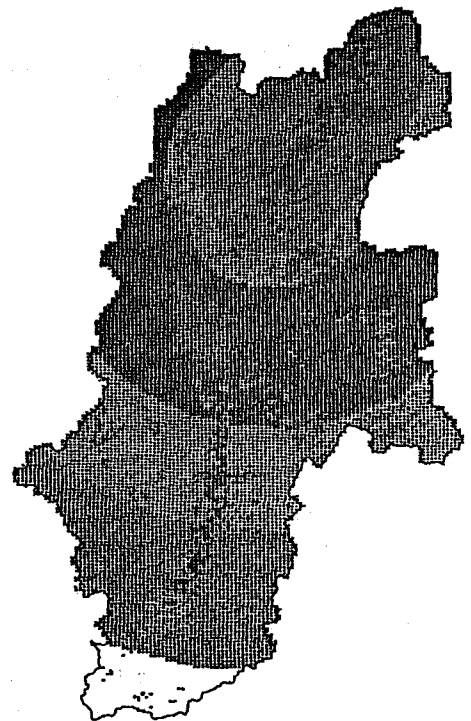
図-8 潜在地盤危険度評価図



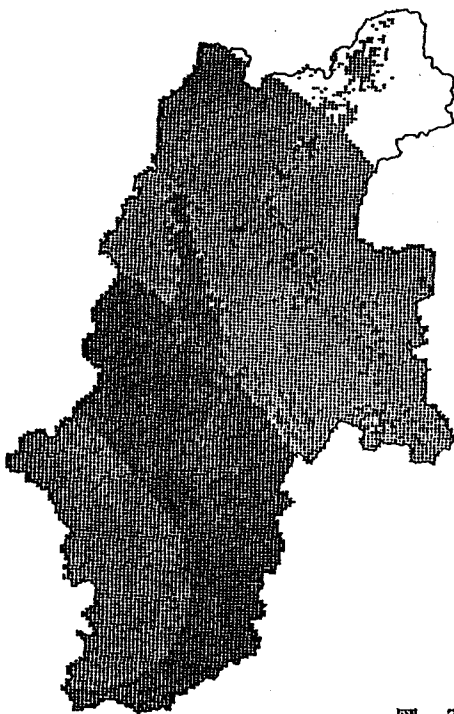
想定地震別震度分布図 (想定東海地震)



(善光寺地震)



(阿寺断層系の地震)



(大町付近の地震)

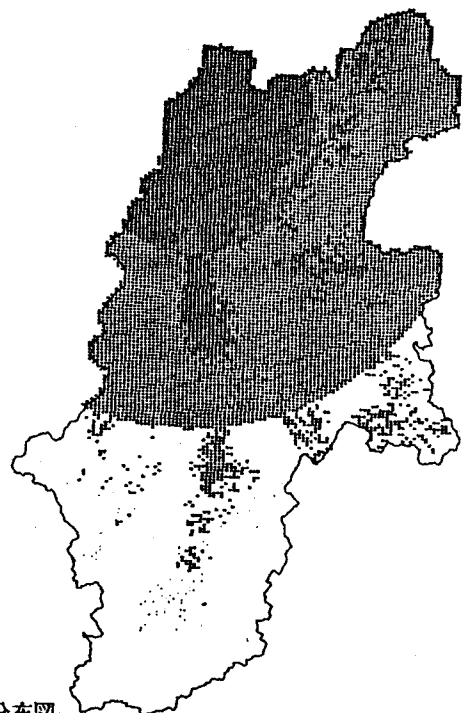


図-7 予想震度分布図