

自然災害に強いまちづくりを目指した 地域防災支援システムの構築について

高谷 富也¹・岩城 智也²・加登 文学³

要旨：本研究は、舞鶴市の自然災害に対する地域防災を支援するための土砂災害、洪水、地震を対象とした自然災害ハザードマップの作成を目的としている。ハザードマップの内容は各自然災害時の危険区域を空間情報を有した地図上に表示し、各危険区域の危険度が容易に読み取れるように色分けをして表示を行うものである。

キーワード：GIS、ハザードマップ、洪水、斜面崩壊、地震

1. 序論

日本列島は自然災害の多発地帯であり、毎年多数の自然災害が発生し、その種類も多岐に渡る。自然災害が多発する原因として、日本列島は降水量が多く豪雨が頻発するということや太平洋側にある海洋プレート（地球表面を覆う岩盤）と大陸側のプレートの境界に国土が位置し、それらの相互運動などによる地震や火山などの被害が世界的に見ても多い地理的条件を有していることなどが挙げられる。

近年こういった自然災害への対応策としてハザードマップ整備の動きが国家単位で推進されており、その基礎となる地図整備が急速に進められている¹⁾。

ハザードマップとは地震・豪雨・洪水等の自然災害による斜面、ため池、家屋、人等への被害範囲を予測し、各地区毎の災害危険度の程度を読み取れるように地図化したものである。ハザードマップが作成・公表され、住民が事前に危険箇所を確認し活用することにより、災害発生時に的確かつ迅速な避難の判断を行えるため、災害による被害の低減にあたり非常に有効な災害対策手段として重要視されている。今日ではインターネットを用いたハザードマップの公表を行う自治体も増えている。

舞鶴市の地域防災計画の計画理念としては以下のように述べられている。

- 1) 災害は単なる自然現象としてではなく、社会的に対応が可能な現象として認識し、長期的視点に立って災害に強い都市・地域づくりに努める。
- 2) 災害に対しては、防災施設・設備（ハード）と情報・教育・訓練（ソフト）の両面から総合防災シ

1 舞鶴工業高等専門学校 建設システム工学科 教授

2 舞鶴工業高等専門学校専攻科 建設・生産システム工学専攻 2 年

3 舞鶴工業高等専門学校 建設システム工学科 講師

ステムの整備を図り、被害を最小限にとどめるように努める。

- 3) 災害発生時には、まず「自分の生命・財産は自分で守る」という心構えと行動が基本となることを広く啓発する。

この理念の下に、ハザードマップは総合防災システムのソフト面での整備を担い、災害に対して社会的に対応し自分の命・財産を自らの判断により災害から守るための指標となるべく作成されなければならないと考えられる。

舞鶴市の土砂災害危険箇所については、京都府作成の土砂災害警戒箇所点検マップを基に、国道・主要道沿いの危険箇所を中心とした調査・研究²⁾が既に行われている。この調査では危険箇所の土質や植生、勾配などの調査が行われている。

また、舞鶴市では2004年度10月の台風23号被害を機として作成された「由良川洪水ハザードマップ」と「舞鶴市東西市街地洪水ハザードマップ」³⁾が公開されている。

本研究は、数値地図⁴⁾に基づいたGIS（地理情報システム:Geographic Information Systems）によって京都府舞鶴市の危険箇所の現地調査や既往の研究から得られた危険箇所情報をデータベース化し、地図上に自然災害の種類別・危険度レベル別に危険箇所の表示を行うことの出来る「自然災害ハザードマップシステム」の構築を目的としている。ここでは自然災害として土砂災害、洪水災害および地震災害を対象としている。

GISとはコンピュータ上の地図に様々な地理情報を付随させ、作成・保存・利用・管理を行い、各種地理情報を参照できる表示機能を持つシステムである。人工衛星や現地調査等から得られたデータを空間的に分析し防災計画などに利用される。GISによ

るデータベース化の利点を以下に述べる。

1)各地物の独立認識による地図上での管理性・操作性の向上。

2)レイヤー(画層)を用いた地図上への各種地理情報の重ね合わせ表示。

3)各地物の地理情報を用いた空間分析

また、これらのデータは一般に図形データと属性データの二つに分類できる。

・図形データ

地図上である形で表現されるもので地物(建物、道路等)や行政界の形状等が該当し、視覚的に形状を把握できるデータである。

・属性データ

図形データに付随し、図形データに関する地理情報を示すものである。内容は多岐に渡り、例えば土砂災害ハザードマップでは各危険斜面の斜面勾配の値等が該当する。

さらに、これらのデータは各々の表現方法から以下のベクターデータとラスターデータに分類できる。

・ベクターデータ

地図上の地物を座標値の集合として点、線、面をもって表現するものである。ベクターデータの特徴は以下の通りである。

1) 地図上の地物を独立して認識できる。

2) 地物の位置情報精度が高い。

3) 属性データと連携した空間解析が可能。

・ラスターデータ

地図の画像データを指す。空間を一定間隔の格子点に分割し、各格子点に値を与えることによって表現する形式のデータである。ベクターデータの背景画として人の地図の認識理解性を高める目的で利用される。ラスターデータの特徴は以下の通りである。

1) 視覚的に表現できる情報が多い。

2) データ形式が単純で加工が容易である。

3) 1つ1つの地物の認識は不可能である。

2. 使用ソフト

本システムの構築には株式会社インフォマティクスのSIS MapModellerを用いている。このソフトウェアは官公庁や自治体、企業団体に定義している数値地図や国土地理情報等の様々な汎用地図データの取り込みが可能であり、作図やラスターデータの貼り付けなどの各種編集が可能で空間データの編集・管理などの拡張性に優れているため独自の空間情報システムの構築に適している。

本研究では本ソフトのレイヤー(画層)構造を用いて、空間情報を有した数値地図を本ハザードマップの基礎となるベクター地図として使用し、各種自然

災害に応じた地理情報を重ね合わせて、用途に応じた主題図を作成する。

基本的な作業の流れは以下の通りである。

1)基礎データとして用いる数値地図のダウンロード、およびソフトへの取り込み。

2)作成する主題図の用途に応じたラスター地図の入手、およびソフトへの取り込み。各ハザードマップで用いたラスター地図は以下の通りである。

a)土砂災害ハザードマップ

舞鶴市の土砂災害危険箇所位置が記載されている京都府土砂災害警戒箇所点検マップ。

b)洪水ハザードマップ

住宅の大きさ単位での危険箇所の詳細な作図が必要なので、住宅地図を使用。

c)地震ハザードマップ

市内の各自地区毎の形状が記載された地図。

3)ベクターデータへのラスターデータの幾何補正による重ね合わせ。

4)ラスターデータを参照した自然災害危険箇所の作図、およびベクターデータへの変換を行う。ラスター地図に記載される危険箇所形状を線でトレースし、閉領域として作図し、エリアに変換を行い、ベクター地図上にオブジェクトとして表示する。

5)自然災害危険箇所の危険度情報の算出、または既往の調査・研究などからの参照、および危険箇所ベクターデータへの定義を行う。

6)自然災害危険箇所に定義された危険度情報に基づいて、視覚的に理解しやすいように、各危険箇所を危険度毎に色分けしてベクター地図上に表示する。危険度に応じて危険箇所の色を危険度が高いなら濃い色で、低いなら薄い色で表示される様に設定する。

7)自然災害危険箇所の危険度情報と数値地図の空間的情報を併用した各種空間解析への利用を行う。

3. 自然災害

3.1 土砂災害

土砂災害については、2001年4月の土砂災害防止法の施行⁵⁾によって「警戒区域」と「特別警戒区域」が指定され、危険箇所の地図情報のインターネット公開も進められている。

本研究では京都府土砂災害警戒箇所点検マップ⁶⁾に示される、がけ崩れの発生の恐れがある傾斜度30°以上、高さ5m以上の急傾斜地(人口斜面を含む)で保全人家が存在するか、住宅などの新規立地が可能と考えられる危険箇所を採り上げ、危険箇所の危険度レベル別の表示を取り扱う。

がけ崩れとは大雨などをきっかけに、傾斜の急な斜面の土砂が崩れ落ちることをいう。斜面の崩壊は

突然起こり、その速度も速いため、人家の近くでは山やがけが崩れると逃げ遅れる人も多く、人命被害の出やすい自然災害である。地震もそのきっかけとなるが、多くは大雨によって起こる。

3. 2 洪水災害

洪水災害については、2001年6月の水防法改正⁷⁾を受け、洪水予報河川について、浸水想定区域指定が義務付けられ「洪水ハザードマップ」の作成が推進されるようになった。

本研究では舞鶴市東西市街地洪水ハザードマップに基づき舞鶴市の浸水想定対象河川である西市街地の八河川、東市街地の七河川の流域の浸水想定区域において平成16年台風23号時の府下最大雨量(385ミリ)を想定した浸水深別の浸水区域の表示を行う。

3. 3 地震災害

地震災害に関しては従来から危険度マップの作成が行われていたが1995年の阪神・淡路大震災を機として、総合的地震危険度の地域差を評価する必要性がより高まってきている。

本研究での地震ハザードマップでは、舞鶴市内における地震の揺れの震度と地盤の液状化の危険箇所の危険度レベル別の表示を取り扱う。

過去に甚大な被害を及ぼしてきた地震を分類すると、1つは、プレート境界付近で発生する地震で、プレート間で発生する地震と海洋プレート内で発生する地震がある。プレート間の地震では、甚大な被害をおよぼした関東大地震(大正12年)や南海地震(昭和21年)等が代表とされる。この種類の地震は沈み込みに伴うプレートの変形が極限に達し、元に戻ろうとして急激に運動する際に発生し、数百年程度の間隔で繰返し発生するとされている。今後発生が予想されている東海地震や東南海・南海地震も、このような地震と考えられている。海洋プレート内で発生する地震では、釧路沖地震(平成5年)や芸予地震(平成13年)等が該当し、この種類の被害地震も多く発生している。

もう1つは、陸域の浅い地震で、プレートの沈み込みに伴い内陸のプレートが歪むことなどにより歪エネルギーが蓄積され、地下の断層の破壊で解放されることにより発生する種類の地震である。兵庫県南部地震(平成7年)、新潟県中越地震(平成16年)、福岡県西方沖を震源とする地震(平成17年)、新潟県中越沖地震(平成19年)等はこの種類の地震である。

以上のように大規模地震発生の切迫性が指摘され

ている想定震源域以外でも全国各地で地震による被害をもたらされており、地震は全国どのような場所でも発生しうるものといった認識をより周知する必要がある。

京都府における地震の発生場所及び規模としては以下のように考えられている。

- 1) 東海地震など海溝部で発生する巨大地震
- 2) 内陸性直下型地震

京都府に影響を及ぼす可能性のある海溝部で発生する巨大地震に関しては、東海、東南海、南海地震などが考えられているが、過去の調査からはそれ程大きな被害は生じえないものと考えられる。

また、内陸型直下地震に関しては、マグニチュード6クラス以下の地震は京都府内ではどの地域においても発生を想定しておく必要があるが、この程度の地震による被害は局所的なものと考えられている。したがって、本計画においては京都府内に大きな影響を及ぼすマグニチュード7クラス以上の大規模な内陸性直下型地震について想定することとしている。

地盤の液状化現象は、地下水位が高く軟弱な砂質地盤等で地震動により間隙水圧が上昇して砂粒子が一時的に液状になり支持力が失われる現象である。舞鶴市域で該当する箇所については、上林川断層地震が発生した場合の舞鶴湾に注ぐ河川した流域と予測される。

4. 自然災害に対するハザードマップ

4. 1 土砂災害ハザードマップ

4. 1. 1 危険斜面のGIS地図上への登録

本研究における土砂災害ハザードマップは、京都府作成の土砂災害警戒箇所点検マップを基に舞鶴市の国道・主要道路沿いの危険箇所を中心に調査されたデータを用いる。

まず、京都府のホームページに掲載されている砂防課作成の土砂災害警戒箇所点検マップをダウンロードする。マップは地区毎に分割して提供されているので、それらを一括で管理するためFig.1に示すように各地区のマップを正確に繋ぎ合わせ1枚の画像へと加工する。次に、Fig.2に示すように土砂災害警戒箇所点検マップを数値地図上に幾何補正して重ね合わせ、そこに示される急傾斜地の形状を図形としてトレースシェリアに変換し、各急傾斜地情報(位置・形状)を数値地図上で扱うことのできる図形データへと作成し直す。

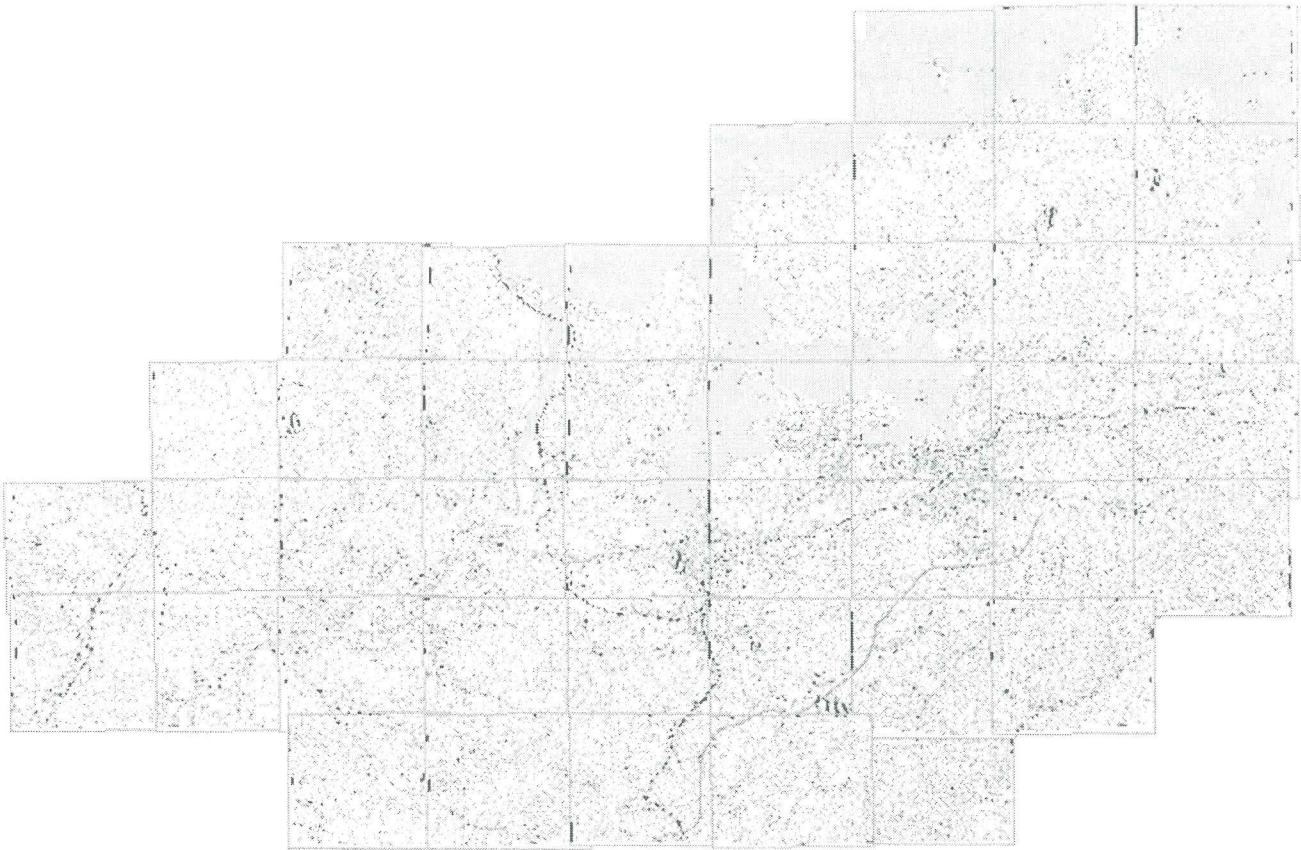


Fig.1 Slope failure disaster map

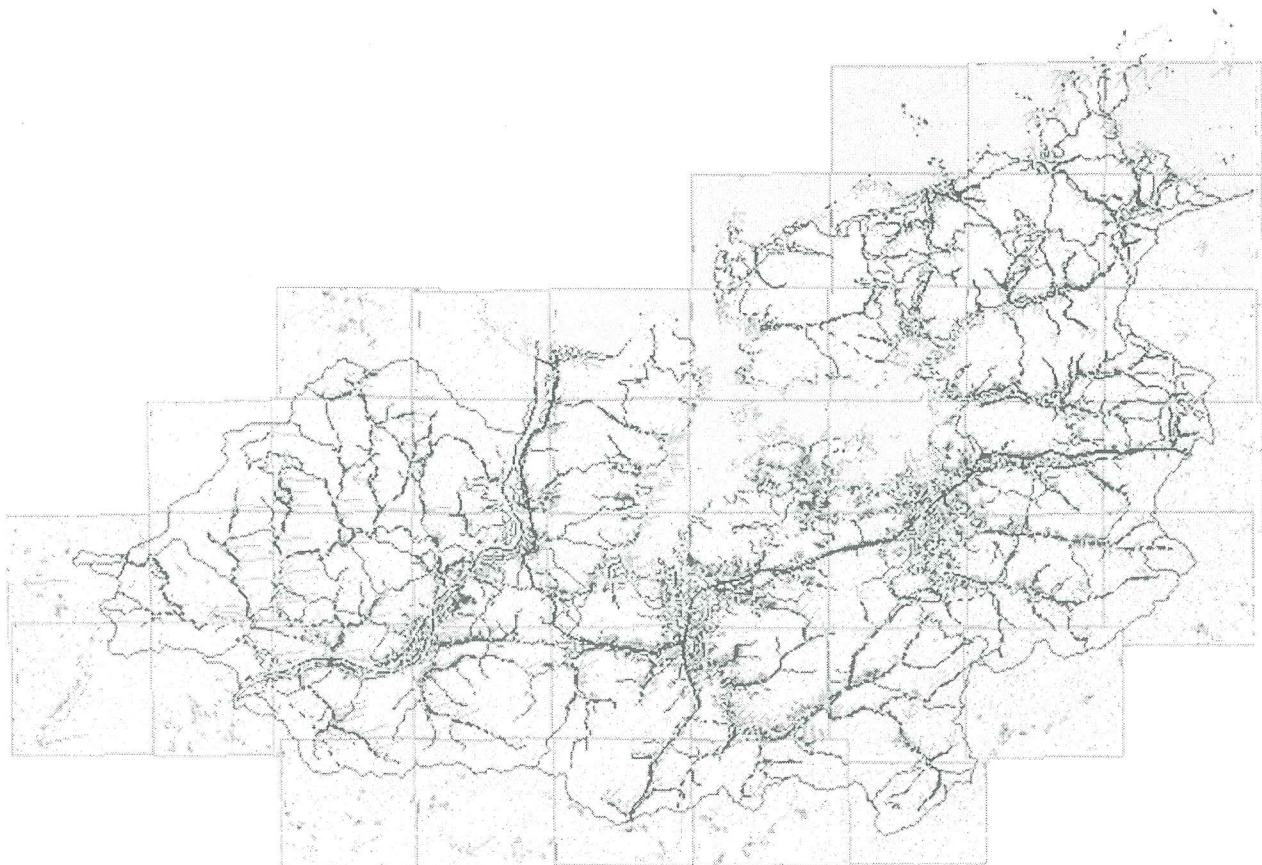


Fig.2 Digital slope failure disaster map

4. 1. 2 危険斜面の現地調査内容

危険斜面の現地調査で得られた情報を危険斜面に関する地理情報として、Fig. 3 に示すようにそれぞれの危険斜面に登録する。

この調査では、危険箇所の土質・植生・斜面勾配・斜面对策工・道路や民家との距離、斜面の種類を調査項目としている。以下に、その調査項目の内容を挙げていく。

- 1) 土質：赤系，赤系粘性，黄土色，黄土色砂，黄土色岩，茶系，黒系
- 2) 植生：針葉樹，広葉樹，竹，竹広葉樹，竹針葉樹
- 3) 斜面勾配：0～30°（レベル0），30～45°（レベル1），45～60°（レベル2），60°以上（レベル3）
- 4) 斜面对策工：擁壁，コンクリート吹き付け，法枠工，落石防止ネット，擁壁+コンクリート吹き付け，擁壁+落石防止ネット，擁壁+法枠工，落石防止ネット+コンクリート吹き付け，植生，工事中，無し
- 5) 民家との距離：無し（道路まで），無し（民家まで），無し（民家・道路まで），約 10～20m（民家まで），約 20～30m（民家まで）・約 50m（民家まで），有る
- 6) 斜面の種類：自然斜面，切土斜面

舞鶴市では、赤系と茶系の土が一带に広がっており晴天時には茶系の土は強度が高いが、降雨時は赤系，茶系の土は共に強度が低くなる。それは赤系の土は粘性があるので、降雨による水分が土に影響し強度が無くなるためとしている。

また、赤系や茶系の土質での植生で多いものが竹と針葉樹であり、調査が行われた危険斜面の植生のほとんどが針葉樹であった。竹が植生されている箇所は地下水位が高いことが多く、地下に多くの水分を含んでいる恐れがある為、土砂災害が起こりやすいとされる。

斜面勾配に関しては 60° 以上の危険箇所が一番多く、それに加えて斜面对策工が行われていない箇所が数箇所あり、また危険箇所と民家・道路との距離が 10m 以下の箇所が多く、すべり抑制工や法面保護工等の複数の斜面对策工が施されている箇所もあったとしている。

また、自然斜面にはコンクリート吹き付けや落石防止ネットを、切土斜面には擁壁や植生で対策を行っている等、斜面の種類に応じて対策工を施していることが確認されている。



Fig. 3 Digital map of dangerous slope failure points

4. 1. 3 危険斜面への地理情報の登録

危険斜面に調査された地理情報を登録する。これにより GIS の経路選択機能と危険箇所の位置や民家・道路との距離などの危険斜面情報を併用して、斜面土砂災害時の安全避難経路を地図上に表示するといったことも可能となる。

Fig.4 は、地図の一部を拡大して表示した図で、着色領域が危険斜面を表す。地理情報として斜面勾

配レベルの程度を各危険斜面の色に反映させてあり斜面勾配レベルが低い程薄い色(桃色)で、斜面勾配レベルが高い程濃い色(深紅)で色分けを行い表示した図である。斜面勾配レベル以外の各危険斜面情報も視覚的に認識し易いように表示することができる。

Fig.5 に示すように地図上で任意の斜面を選択すると、その斜面の地理情報を参照できる。

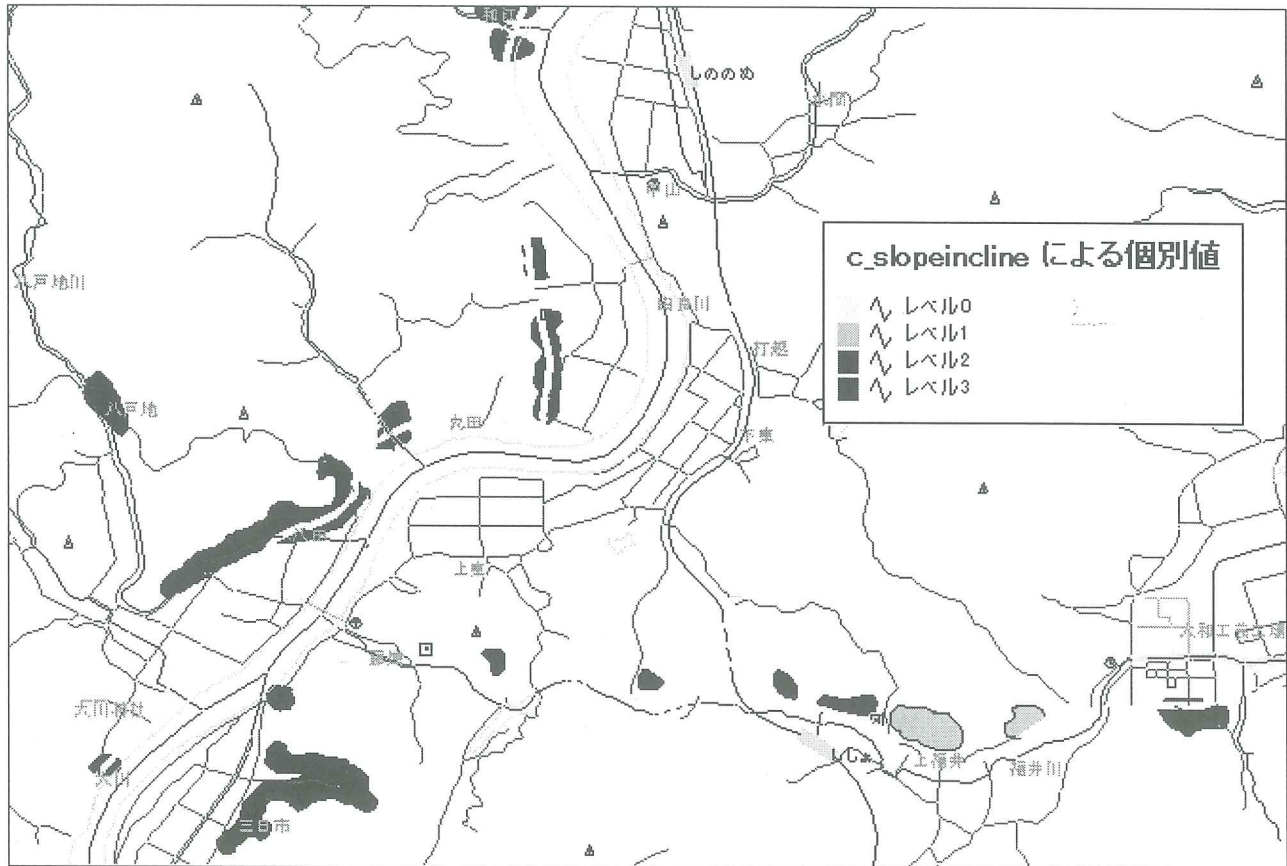


Fig.4 Classification of slope incline angle

●小倉

調査項目	調査結果
土質:	黄土色 岩
植生:	針葉樹
斜面勾配:	レベル3
斜面对策工事:	なし
民家・道路までの距離:	ない
斜面の種類:	自然斜面

側面
道路を挟んで撮影

Fig.5 Information on PC screen for dangerous slope

4. 2 洪水ハザードマップ

4. 2. 1 浸水区域の登録

舞鶴市東西市街地洪水ハザードマップを基に浸水区域の登録を浸水深別に行う。浸水区域の作成は住宅地図⁸⁾を併用して詳細に行っていく。なお住宅地図は危険箇所を含む地区のみを選択して繋ぎ合わせてある。

4. 2. 2 浸水深の区分

浸水区域は浸水深別に色分けを行い、異なるレイヤー(画層)上に作成し、レイヤーの切り替え(表示・非表示)による浸水区域の浸水深別色分け表示ができるようにする。

以下に浸水区域の浸水深別の色分けの凡例を示す。薄い色の地域程浸水深が浅く、濃い色の地域に成る程、浸水深が深くなり危険になるということを視覚的に分かり易いように表示している。

- 1) 0.5m 未満の区域：最薄色(黄色)…大人の膝までつかる程度
- 2) 0.5~1.0m 未満の区域：薄色(緑色)…大人の腰までつかる程度
- 3) 1.0~2.0m 未満の区域：濃色(水色)…人間の頭ま

でつかる程度

- 4) 2.0~3.0m 未満の区域：最濃色(青色)…住宅の2階まで浸水する程度

4. 2. 3 浸水区域への浸水深情報の登録

各浸水区域に浸水深情報を登録する。Fig.6 は舞鶴市西市街地の浸水想定区域を示しており、伊佐津川、米田川、天清川、池内川、青谷川、高野川、女布川、福井川の八河川を浸水想定対象河川としている。

舞鶴市西市街地を例にレイヤーの切り替えによる浸水区域の浸水深別の色分け表示例を Fig.7 から Fig.10 に示す。

Fig.11 は舞鶴市東市街地の浸水区域を示しており、上の図が河辺川流域、中の図が朝来川流域、下の図が堀川、与保呂川、祖母谷川、与保呂川、椿川流域の浸水想定区域を示している。

また紙面の地図と異なり、Fig.12 に示すように特定の地域のみを拡大して表示したり、各レイヤーの表示、非表示によって任意の地域の浸水深を確認できる。

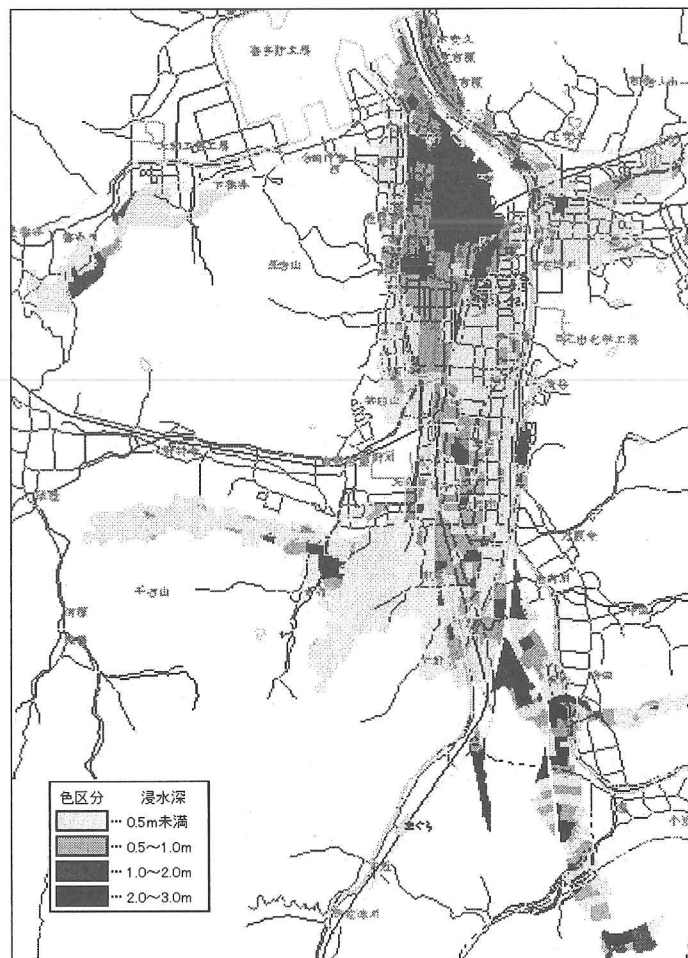


Fig.6 Flood hazard map (West area in Maizuru city)

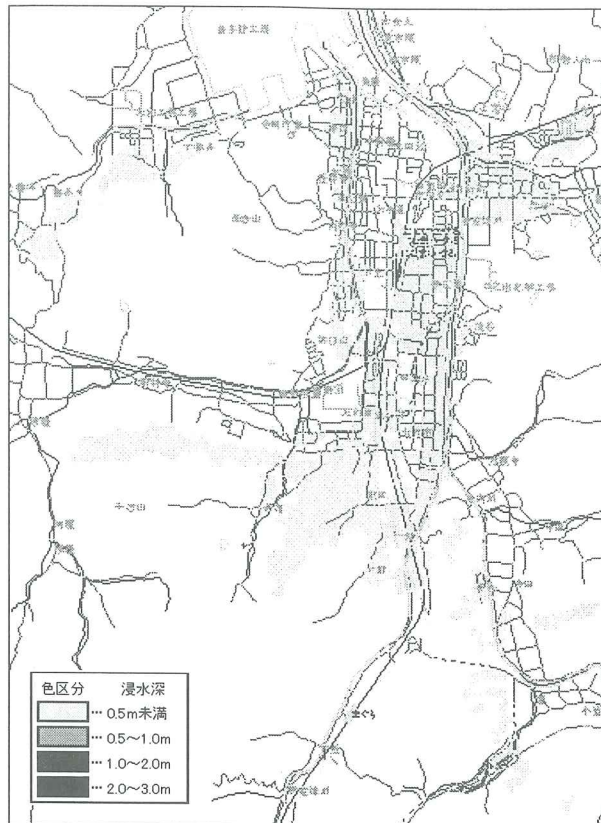


Fig.7 Inundation depth (0~0.5m)

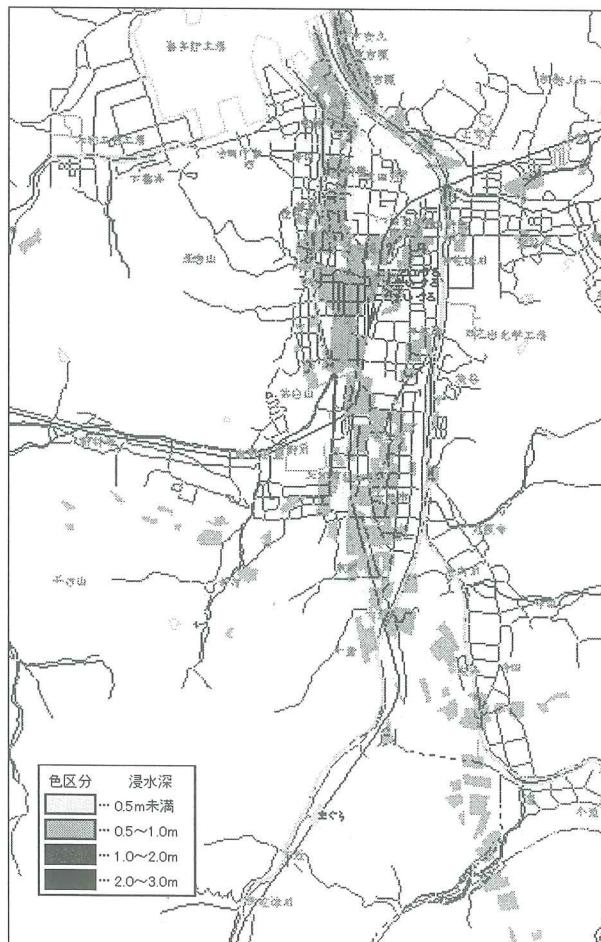


Fig.8 Inundation depth (0.5~1.0m)

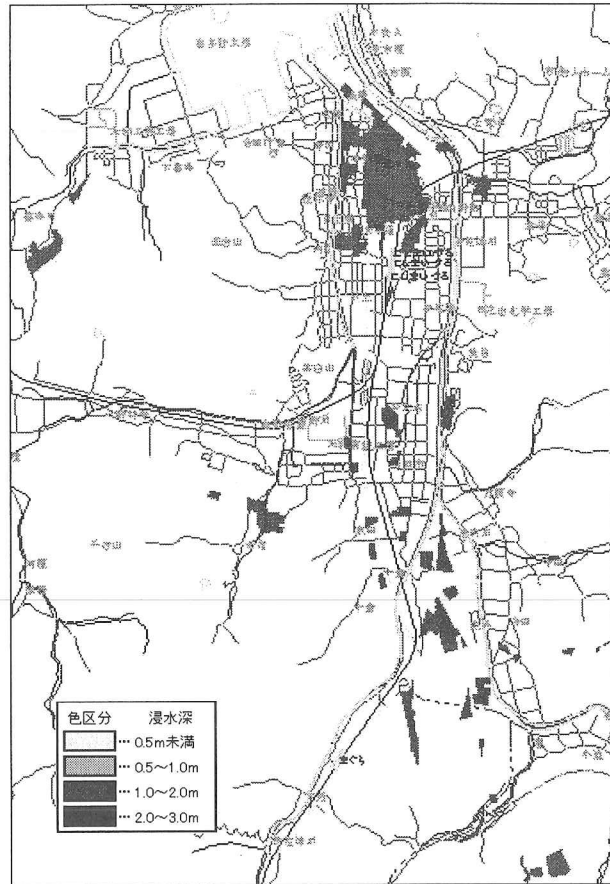


Fig.9 Inundation depth (1.0~2.0m)

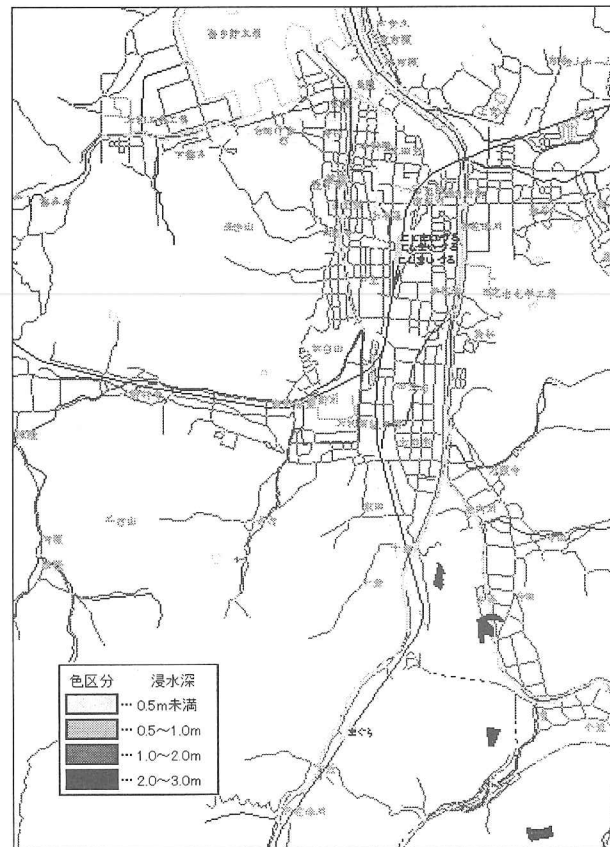


Fig.10 Inundation depth (2.0~3.0m)

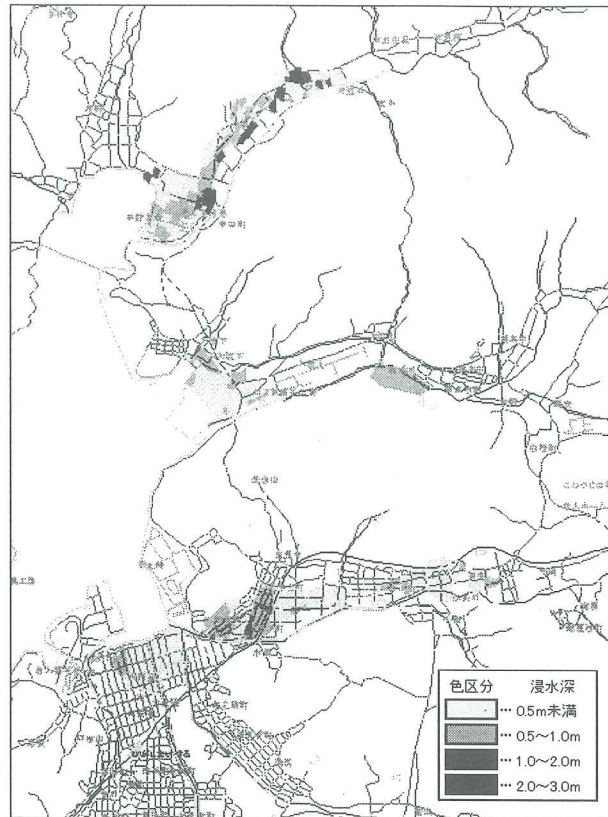


Fig.11 Flood hazard map (East area in Maizuru city)

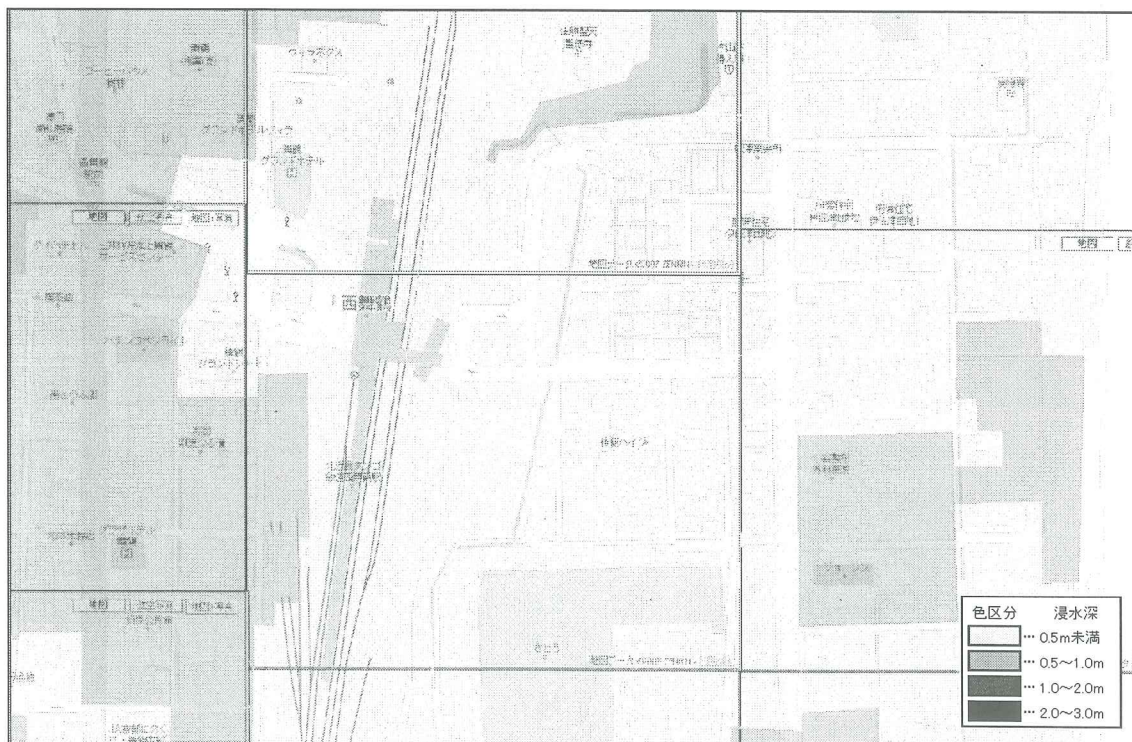


Fig.12 Enlargement of Inundation depth(Around west Maizuru station)

4. 3 地震ハザードマップ

4. 3. 1 地区分け

舞鶴市内を地域自治区毎に分割する。舞鶴市での避難の誘導方法として、

1) 避難者は最寄の公園・空地等に集合し、徒歩によ

り指定避難所へ避難する。

2) 避難誘導は可能な限り、自治会(区)単位に行う。

としており、分割後の1つの地域を細かくする程、被害想定を詳細に行えるが、1つの地区には単一の被害想定結果を与えた方が上記の様な行政機関等に

よる災害時の地区毎の避難誘導指示管理等に利用し易いであろう, と考えた.

ラスターデータとして地区毎の区分け線を含んだ市内地図⁹⁾を入手し, Fig. 13 に示すように地区分け

線に従って地区形状をトレースしエリアへと変換し各地区の区分けを行う. 次に, Fig. 14 に示すように地区分けした図を数値地図上に幾何補正して重ね合わせる.

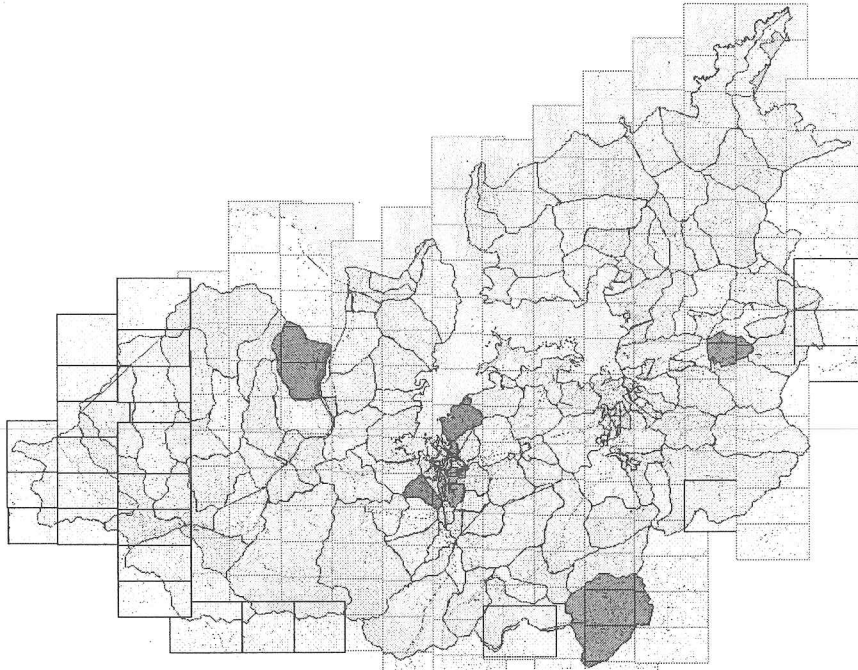


Fig. 13 District map in Maizuru city



Fig. 14 Digital district map

4. 3. 2 各地区の地形分類の設定

地形を以下に挙げる山地, 台地, 埋立地などに分類していく. これは震源からの距離が等しくても, 各地区の地形によって地震の揺れの大きさが異なるためである.

- 1) 山地…大きな起伏や傾斜を持ち複数の山からなる広い地域
- 2) 台地…平坦な頂上面を持つ卓状の地域
- 3) 扇状地…土砂などが山側を頂点として扇状に堆積した地形

- 4) 自然堤防…氾濫源において河川の流路に沿って形成される微育地
- 5) 砂州…湾口にできた砂嘴が発達し、対岸またはその付近まで至った地形
- 6) 谷底平野…河川の堆積作用による沖積平野の内、山間部の谷底に形成される地形
- 7) 三角州、旧河道…分岐した2本以上の河川と海で囲まれた三角形に近い形状の地形
- 8) 埋立地…建築残土などを大量に積み上げるにより人口的に造成された土地

各地区の地形分類を Fig. 15 に示す。地形の色分け区分は以下の通りである。

- 1) 台地:最薄色(水色)
- 2) 山地:薄色(緑色)
- 3) 扇状地:濃色(オレンジ色)
- 4) 三角州・旧河道:最濃色(赤色)

4. 3. 3 震源の設定

震源を点震源として設定し、震源距離の計測を簡略化する。震源を点震源として設定した場合、線震源として設定した場合と比較すると、震源位置が被害想定範囲内に無い限りは、震源距離をほぼ同等のものとして扱うことができる。

4. 3. 4 震源距離の測定

各地区の代表点(地区形状の重心)と点震源との距離を測定する。線震源として設定する場合は断層型の線震源と地区代表点との最短距離が震源距離となるが、震源が点震源の場合は震源距離を単純に計測する。震源距離の水平距離は球面三角法¹⁰⁾の式(1)で求める。

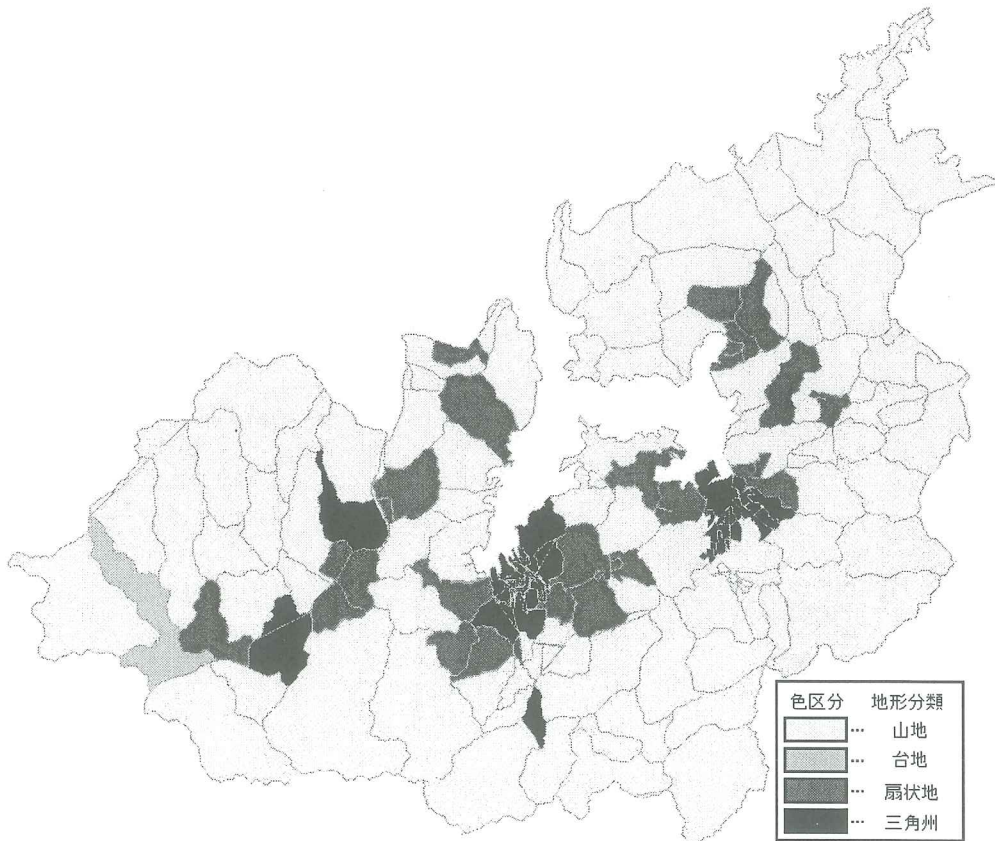


Fig.15 Topographical classification in Maizuru city

$$\begin{aligned} \cos d &= (\sin \delta 1) \times (\sin \delta 2) \\ &+ (\cos \delta 1) \times (\cos \delta 2) \\ &\times \cos(\lambda 1 - \lambda 2) \end{aligned} \quad (1)$$

$$x = A \times d \quad (2)$$

ここに、 $d(rad)$:2点間の角度
 $\delta 1, \lambda 1$:点震源の緯度,経度
 $\delta 2, \lambda 2$:各地区代表点の緯度,経度
 $x(km)$:水平震源距離
 $A(km)$:地球の平均半径(6,378km)

4. 3. 5 基準地盤最大速度の算出

基準地盤最大速度を地震被害想定支援マニュアル¹¹⁾によって提案されている式(3)を用いて算出していく.

$$\text{Log}V = a - \log(x + b) - k \times x \quad (3)$$

$$b : \log b = 0.43Mw - 2 \quad (4)$$

$$Mw < 6.5 : a = 2.354 + 0.6(Mw - 6.5) \quad (5)$$

$$6.5 < Mw < 8 : a = -0.22Mw^2 + 3.94Mw - 13.88 \quad (6)$$

$$8.0 < Mw : a = 3.56 + 0.6(Mw - 8) \quad (7)$$

ここに, $V(km)$: 震源距離

$x(km)$: 震源距離

$$b : \log b = 0.43Mw - 2$$

Mw : 地震が発するエネルギーの大きさを表す指標値

4. 3. 6 地表最大速度の算出

基準地盤より上での地震の揺れは地震被害想定支援マニュアル¹²⁾によって提案されている式(8)およびTable1を用いて算出する

$$\text{地表最大速度 (kine)} = \text{基準地盤最大速度 (kine)}$$

$$\times \text{速度増幅率} \quad (8)$$

4. 3. 7 震度の算出

地震の揺れ(最大速度)は, 地下数 km の深さにある基準地盤を境に変化する. 震度を求めるには, 地震被害想定支援マニュアル¹³⁾により提案されている以下のTable2を用いる. 震度分布図の地区毎の震度区分の色分けについては以下の通りとする.

- 1) 震度 4: 最薄色(緑色)
- 2) 震度 5 弱: 薄色(ピンク色)
- 3) 震度 5 強: 中間色(赤色)
- 4) 震度 6 弱: 濃色(紫色)
- 5) 震度 6 強: 最濃色(青色)

Fig. 16 に 1995 年に発生した兵庫県南部地震(震源緯度, 経度=34.6°, 135.03°, 震源深さ 1.7 km, マグニチュード 7.2)における各地区の震度を, Fig. 17 に 1927 年に発生した北丹後地震(震源緯度, 経度=35.54°, 135.125°, 震源深さ 1.0 km, マグニチュード 7.3)における各地区の震度分布図を示す. 双方で共通にいえることは, 山地は他の地区に比べ規則的な震度分布を示し, 河口付近の扇状地や三角州では震度が強いということである. このような河口付近の地区は震度が強く地震時の危険性が常に高いといえる

Table 1 Velocity amplification ratios for topographical classification

地形分類	標高(m)							
	5	10	30	50	100	200	300	500
山地	1.2							
台地	2.1		1.7	1.6	1.4	1.2	1.1	
扇状地	2.2		1.9	1.7	1.4	1.2		
自然堤防	2.5	2.2	1.7					
砂州	2.1							
谷底平野	2.3		2.1	2	1.8	1.7	1.7	1.6
三角州・旧河道	1.9							
埋立地	2.3							

Table 2 Velocity range for each seismic intensity

震度	4	5 弱	5 強	6 弱	6 強	7
最大速度(kine)	4~10	10~20	20~40	40~60	60~100	100~

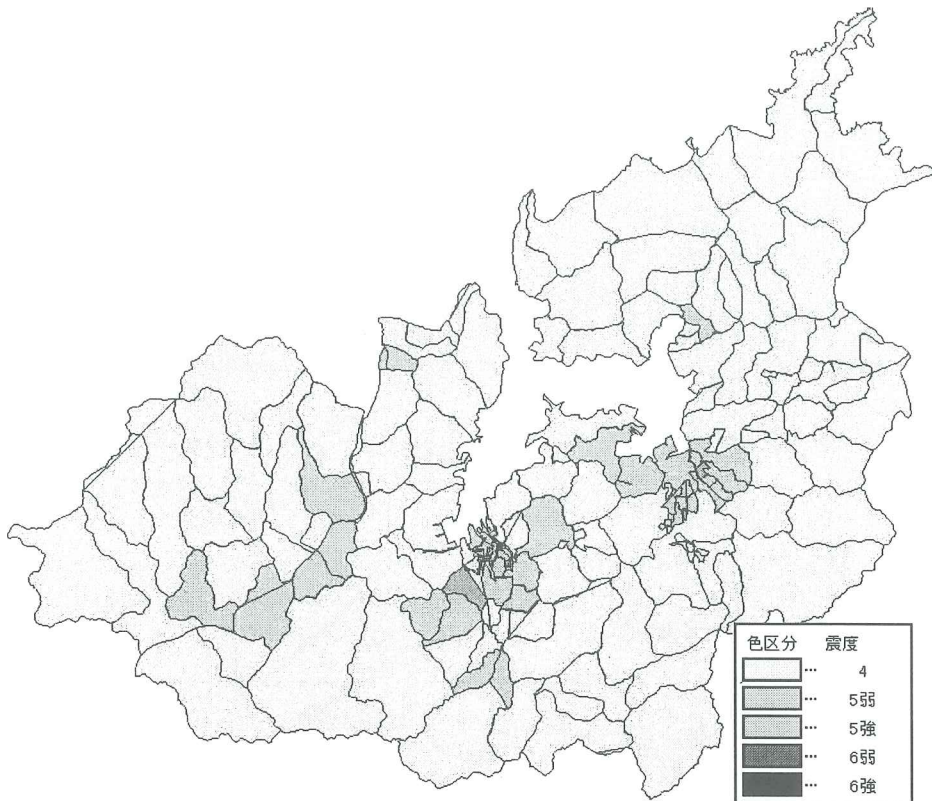


Fig.16 Seismic intensity map in Maizuru city (The 1995 Hyogoken-Nanbu Earthquake)

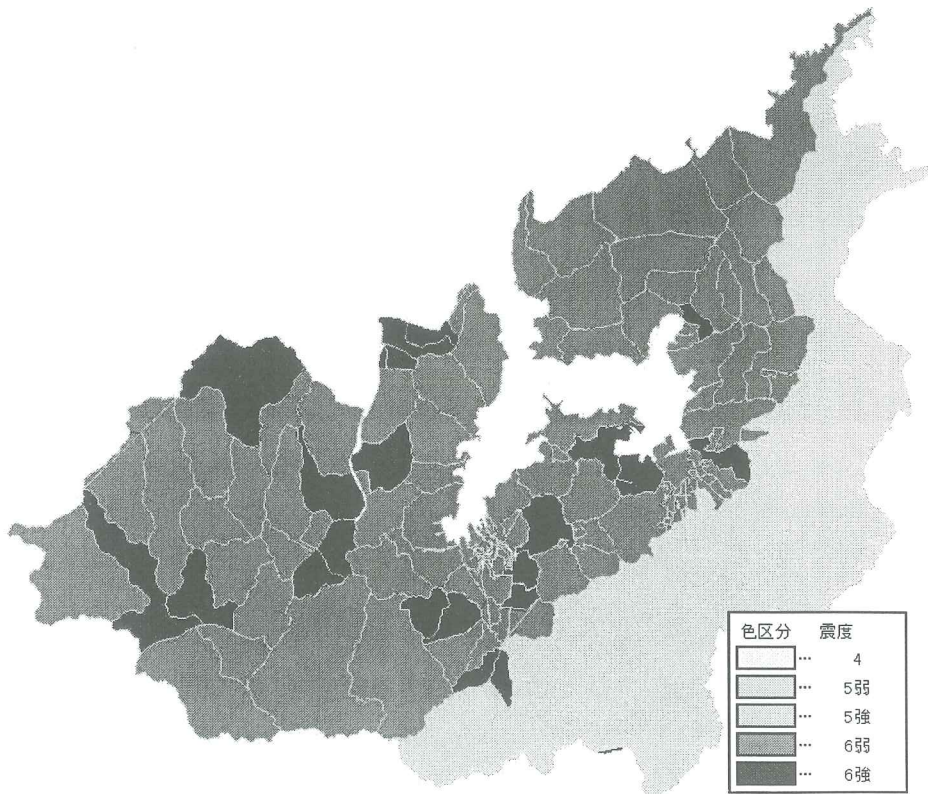


Fig.17 Seismic intensity map in Maizuru city (The 1927 Kita-Tango Earthquake)

4. 3. 8 液状化危険度の算出

地震被害想定支援マニュアル¹⁴⁾により提案されている Table 3 より液状化危険度を求める。

液状化危険度の地区毎の色分け区分を以下に示す。

- 1) 危険度なし: 最薄色 (緑色)
- 2) 危険度 C: 薄色 (ピンク色)
- 3) 危険度 B: 濃色 (オレンジ色)
- 4) 危険度 A: 最濃色 (赤色)

Fig. 18 は北丹後地震の際の舞鶴市の液状化危険度を示している。市内全域に広がる山地以外の一部の三角洲などは北丹後地震程度の地震時には液状化の恐れが高くなっている。

以上の地震時の震度、液状化ハザードマップから扇状地や三角洲の地区は地震時の震度が強く、特に三角洲では液状化危険度についても考慮すべきであることが明確となる。

Table 3 Relationship between maximum velocity and liquefaction for each topography⁸⁾

最大速度 (cm/sec)	地形			
	山地 台地 扇状地	砂州	自然堤防 谷底平野 三角洲	旧河道 埋立地
11 以下	危険度なし	なし	なし	なし
12~15		なし	なし	C
16~19		なし	なし	B
20~25		なし	C	A
26~31		C	B	A
32~35		C	A	A
36~44		B	A	A
45 以上		A	A	A

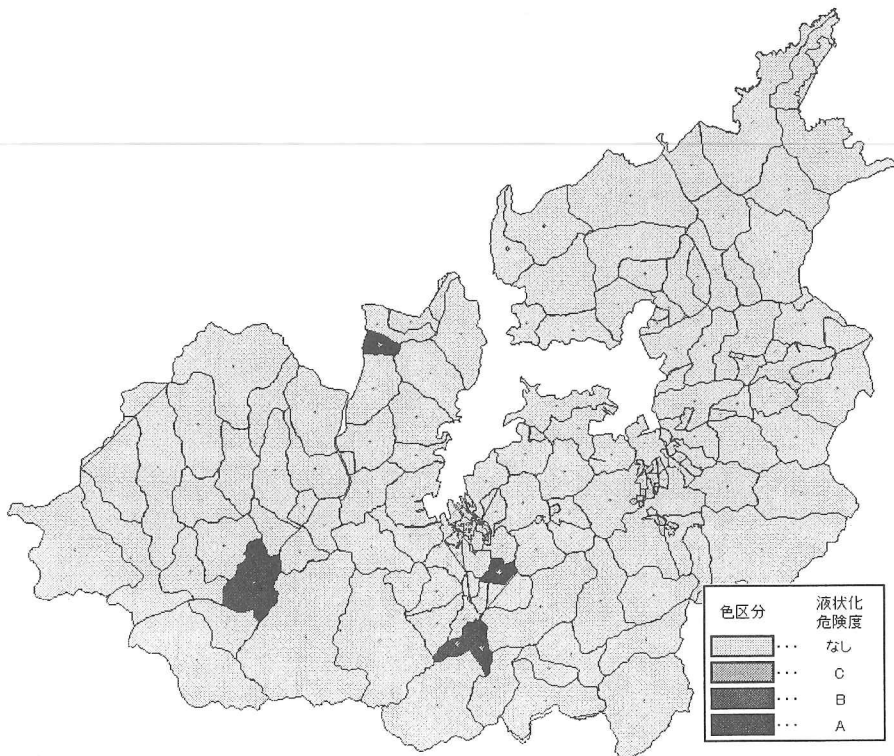


Fig. 18 Hazard map for liquefaction in Maizuru city (The 1927 Kita-Tango Earthquake)

5. 結論

本研究では数値地図に基づき GIS によって京都府舞鶴市の自然災害危険箇所情報のデータベース化を行った。

各自然災害ハザードマップにおける危険箇所の表示については以下のようなものとなった。

1) 土砂災害ハザードマップ

舞鶴市の土砂災害警戒箇所を数値地図上に重ね合わせて表示することにより危険斜面位置および危険度の大小を確認することができ、また任意の危険箇所を選択して、現地調査によって得られた各種地理情報を確認することができる。

2) 洪水ハザードマップ

舞鶴市の浸水想定河川流域の浸水想定区域の位置および浸水深の大小を確認することができる。

3) 地震ハザードマップ

各種地震の点震源位置(緯度・経度、深さ)およびマグニチュードを指定することにより、舞鶴市の地区毎の震度分布、液状化危険度を確認でき、地震時に常に危険性が高い場所の特定をすることができる。

上述した三つのハザードマップでは危険箇所の表示方法として危険度別の色分けを行っており、危険度が小さい程薄い色で、危険度が大きくなる程濃い色で表示できるように作成している。よって、これらの自然災害に関しての知識に乏しい人でも、地図上の危険箇所位置とその危険箇所の色を参照することにより、どの箇所がどれだけ危険であるのか、ということ視覚的に理解しやすいように配慮して作成した。今後は災害発生時に的確な避難判断を行えるよう GIS の空間解析機能を用いて任意領域内にどれだけの危険箇所があるのかを調べ、避難経路図を表示したりするなど、今後新たな主題図を作成することが必要となるであろう。

地域防災対策の推進には、個々人が災害リスクを認識し、災害発生時に的確な対応ができるように、日頃からその備えを行っておくことが重要である。防災・減災社会の実現に向けて、日頃から防災への活動に取り組むと共に、各自然災害の特性を考慮した各種対策を具体的かつ着実に推進することが今後も求められている。関東大震災をはじめ有史以来多くの地震などの災害を経験してきた我が国では、今日も東海地震、東南海・南海地震及び日本海溝・千島海溝型地震などの海溝型大地震や、首都直下地震をはじめとする活断層による直下型地震の発生切迫性が指摘されている。また今年の3月25日に今後30年間に大地震が発生する危険性が極めて低いとされていた能登半島での地震、7月16日には平成16年の新潟中越地震からわずか3年で発生した新潟県中越

沖地震と、共に最大震度6強を記録する大規模地震が発生し、これらは、大規模地震は日本全国いつでもどこでも発生しうることを改めて痛感させられる出来事であった。

ハザードマップの有効利用手段はまだ明瞭化されていないため、作成・公開するだけでなく、専門家と一般市民との認識のギャップを埋めるための防災教育への利用なども考慮していくことが求められる。近年、国や地方公共団体の財政状況は極めて悪化しており、命に関わる防災施策といえども公共投資減少の波に吞まれようとしている。このような状況の中で、近年拡充を進めている都市防災対策総合推進事業やまちづくり交付金などを活用した地方独自の発想と提案に基づいた防災対策を効率的に実施することが求められる。このような事業の実施が、地域の特性に応じた特色と活力のある地域づくりにもつながっていくと考えられる。

ところで、地震ハザードマップでは地域自治区毎に市域を分割し、その自治区形状の中心点を点震源との震源距離を決める際の基点として用いている。標高としては、任意自治区内の50mメッシュ区切りで示された標高の平均をとっている。地形分類としては地形分類図を参照し、その地区内において最も大きな面積を占める地形分類をその地区での代表地形として採用している。よって、1点のみのデータで被害想定を行っている訳ではないが、範囲の狭い自治区と広範囲の自治区を同様に扱っているため不合理な結果が得られることもある。

今後は広範囲な自治区などでは小さな区分けを行った上で詳細に被害想定を行うことなども検討していかねばならないものと考えられる。

今後の検討課題としては以下が挙げられる。

- 1) 数値地図の併用による各危険箇所の正確な空間的位置を参照した避難経路図などの主題図の作成。
- 2) バッファ機能などの GIS の空間解析機能を用いて、ある箇所からの半径距離を指定してその指定された半径領域内にどれだけの危険箇所が含まれているのかを調べる。
- 3) 地震被害想定の際、広範囲な自治区では細かく区分けして被害想定を行う。

以上のように作成したハザードマップを基礎データとして、新たな主題図を作成し危険箇所の表示以外の有効的な災害情報のハザードマップ上の表示について考察を行い、より自然災害時危険度の低減に役立てるように今後、研究・改良をすすめていく。

参考文献：

- 1) 鈴木康弘:災害ハザードマップ整備の背景と地理学(災

- 害ハザードマップと地理学—なぜ今ハザードマップか?), 講演発表要旨集, 2003.
- 2) 尾瀬 愛:舞鶴市の危険斜面マップの作成, 舞鶴工業高等専門学校 建設システム工学科 平成 18 年度卒業論文,2007
- 3) 舞鶴市消防本部防災課:舞鶴市東西市街地洪水ハザードマップ, http://city.maizuru.kyoto.jp/cgi-get-bin/odb.exe?WIT_template=AC020000&WIT_oid=icityv2::Contents::4088
- 4) 国土交通省国土地理院:数値地図(空間データ基盤)の閲覧, <http://sdf.gsi.go.jp/>
- 5) 国土交通省 土砂災害防止法, <http://www.mlit.go.jp/river/sabo/linksinpou.htm>
- 6) 京都府土木建築部砂防課:土砂災害警戒箇所点検マップ,http://dobokubousai.pref.kyoto.jp/sabo/map_tenken/index.asp
- 7) 国土交通省河川局 水防法改正の内容, <http://www.mlit.go.jp/river/saigai/tisiki/syozaiti/suibo.html>
- 8) Google Maps:住宅地図, <http://www.7mansion.com/map/>
- 9) Yahoo!Japan 地図情報:標準地図, <http://map.yahoo.co.jp/>
- 10) 教えて! goo <http://oshiete1.goo.ne.jp/qa249931.html>
- 11) 内閣府防災情報:地震被害想定支援マニュアル, <http://www.bousai.go.jp/manual/index.htm>, 4-2-A 基準地盤最大速度の計算の解説.
- 12) 内閣府防災情報:地震被害想定支援マニュアル, <http://www.bousai.go.jp/manual/index.htm>, 4-3 地表最大速度の計算.
- 13) 内閣府防災情報:地震被害想定支援マニュアル, <http://www.bousai.go.jp/manual/index.htm>, 4-4 震度, 地表最大加速度の計算.
- 14) 内閣府防災情報:地震被害想定支援マニュアル, <http://www.bousai.go.jp/manual/index.htm>, 5 液状化危険度の計算.

(2007.11.16 受付)

ON CITY PLANNING BASED ON A REGIONAL DISASTER PREVENTION SUPPORTING SYSTEM

Tomiya TAKATANI, Tomoya IWAKI and Yoshinori KATO

ABSTRACT : Some hazard maps for natural disasters such as a flood, a landslide and an earthquake play an important key role on the city planning. It is very important to open these hazard maps to the public. In this paper, hazard maps for both flood and landslide are made by taking an amount of rainfall and level intensity into consideration, and also a hazard map of acceleration level for some earthquakes is done. These hazard maps are put on view to the general public by GIS server system.

Key Words : GIS, hazard map, Flood, Slope failure, Earthquake