

デジタルマッピングデータを利用したGISの試作研究 —震災対策GISとそのプロトタイプ試作—

A Study of the Usability of Digital Mapping Data for Building GIS ; the GIS to Deal with an
Emergency in an Earthquake Disaster and its Prototype Made
by the Geographical Survey Institute.

測図部 佐藤 潤
Topographic Department Jun SATO
地図部 鵜野澤茂
Cartographic Department Shigeru UNOZAWA

要旨

阪神・淡路大震災を契機として、震災対策GISへの関心が高まっている。震災対策GISは平常時における防災対策と発災時の被害情報収集、復旧・復興活動支援を目的として構築される地理情報システムであり、国の防災基本計画でもその整備推進が明記されるようになった。すでに国土庁や川崎市ではそれぞれの目的に応じたシステムが運用されている。

国土地理院では、震災対策GISの有効性のPRとその元となるデータの有効な取得手法であるデジタルマッピングの普及・促進を目的として、地方自治体が防災業務で活用することを想定した震災対策GISの基本的モデル（プロトタイプ）を試作することとした。このモデルは発災後に行政機関が取る活動と平常時の防災活動を支援するものであることをめざし、パソコンで簡易な操作が行なえるものとした。また、基図となるデータとしてデジタルマッピングデータを利用するものとした。

これらの設計コンセプトにのっとり、地震防災に関心の高い静岡県富士市をテストエリアとして、被害情報入力システム等、4種類の防災対応機能を持たせたモデルシステムを開発し、その評価を行なった。

1 はじめに

1995年1月17日早朝に発生した兵庫県南部地震に伴う災害（阪神・淡路大震災）は、多大な犠牲を払って、わが国の防災のあり方を根本から見直す直接の契機となった。この高価な経験を踏まえて同年7月に改訂された国の防災基本計画においても、災害対策を支援する地理情報システム（GIS）の構築の推進がうたわれることとなった。この間の経緯については、佐藤・熊木（1996）の別稿に譲ることとするが、阪神・淡路大震災の復旧・復興活動において、大学の研究者グループのボランティア活動によるGISを活用した行政支援が効果を発揮した事例が報告されていることとあいまって、防災対策事業にGISを活用する気運が今般の震災以降にわかに高まった。

GISの利用にあたっては、使用するコンピュータのハードウェア及びソフトウェアの性能のみならず、デー

タに関しても使いやすいものであること（簡便な入手方法、わかりやすいデータ構造、品質・精度の保証等）が重要であるのは言うまでもない。国土地理院ではGISの利用に向けた基盤のデータである空間データ基盤の整備を進めており、1995年度末現在、首都圏及び近畿圏のそれぞれ一部地域のデータ整備を行なったが、その整備面積のわが国の国土面積に対する比率は3%強にしか過ぎない。空間データ基盤の全国整備はもちろん重要な課題であるが、整備されていない地域が圧倒的に多い現在、GISで扱うのに適当なデータとして、地方自治体の2,500分1都市計画図基図を作成する際の成果であるデジタルマッピングデータの利用が考えられる。これらのデジタルマッピングデータは必ずしも位相構造化処理はなされていないものの、通常十分な解像度とデータ項目を有していることから、特定の目的のGIS用データにカスタマイズが可能である。もっとも、鵜野澤ほか（1996）も指摘しているように、データ作成にアナログ手法よりもコストを要する点や、デジタルデータを取得してもその利用が単なる紙の地図の作成に留まりがちなことから、データ利用における費用対効果を疑問視する地方自治体も多く、デジタルマッピングデータを使える地域も実際には限られているのが現状である。しかしながら、デジタルマッピングデータは、これを整備すれば単なる地図作成だけでなく、GIS的な手法を通じて自治体業務にさまざまな利用が可能である。

国土地理院ではデジタルマッピングの普及を図るため、地方自治体における都市計画業務を想定した業務支援システムのモデルを作成し、デジタルマッピングデータの活用例を示してきた（鵜野澤ほか、1996）。本研究もその流れに沿ったもので、地方自治体における震災対策業務を想定し、地方自治体と協力してデジタルマッピングデータを利用したモデルシステムを作成することを通じて、GISの有効性をアピールし、併せてデジタルマッピングの普及に資することを目的として行なった。

2 震災対策GIS

2.1 震災対策GISの意義とその機能

震災対策GISは、平常時における防災対策と発災時の被害情報収集、復旧・復興活動支援を目的として構築されるシステムである。1995年7月に改訂された国の防災基本計画においては、国及び地方自治体での地震災害対策を支援するGISの構築の推進が明記された。国の防災基本計画は国の理念を示したもので、ここで震災対策GISの構築の推進がうたわれたことの意味は大きい。

先の阪神・淡路大震災の経験を振り返ってみると、発災初期の被害情報が、それらの情報を必要とするところへなかなか伝わらなかったということが指摘された。報道機関等により、高速道路の高架橋の転倒や住宅密集地で相次ぐ火災の発生等が次々に報告されるものの、それらはいわば「絵になる場面」の断片的な報道であり、ではいったい神戸市なり、阪神・淡路地域なりの全体的な被災状況やその程度はどうなのかということが初動期にはほとんどわからなかった。被災地の自治体は自らが被災者であり、情報収集よりも自らの安全確保が優先されたという事情があったにしても、まず最も基本的な全体の被災状況の把握をより迅速かつ的確に行なえることが求められている。阪神・淡路大震災規模の震災になると、時々刻々と収集される被災情報は非常に膨大であり、これらの整理をし、状況に的確に対応するにはたいへんな労力を要する。ここで、被害情報収集機能を持ったGISの利用が現実味を帯びてくる。

また、被災地では道路交通の慢性的な渋滞により、日常生活はもとより、復旧活動にも多大な支障をきたした。災害直後は倒壊家屋に閉じこめられた生存者の救出活動が優先したことから、警察関係でも十分な交通整理を実施できず、その後は救援活動や報道関係で被災地域外から多数の車両が集中した。また、道路自体の被災や倒壊建物による不通等で多くの交通路が寸断され、使える路線が限定されたことも大きく影響した。これらの情報を整理するシステムがあれば、交通渋滞の発生はあったとしてもより緩和でき、救援・復旧活動もよりスムーズに行えたかもしれない。

その他、避難所への誘導、医療・救護施設の診療科目や患者受け入れ可能数の検索、ライフラインの復旧等の各場面で震災対策GISの活用が考えられる。

さらに、震災対策GISは、このような非常時のみならず、平常時にも活用できるものが求められる。その理由は、通常の地方自治体では万一の場合必要ではあっても、大震災のようなその発生確率が低いものに対して専用に対応するシステムは、財政面での制約から導入が現実には難しいからである。このため、震災時だけ使えるシステムではなく、平常時にも活用されるものである必要がある¹⁾。

国土地理院では、阪神・淡路大震災後にGISの利用動向調査を実施し、その中で震災対策GISに求められる条

件を以下のように整理している（建設省国土地理院、1995）。

- 1) 適応場面に応じた迅速な情報処理ができること
- 2) 混乱した状況下においても情報の信頼性が保持できること
- 3) 各機関との情報の交換が迅速に行なえること
- 4) 操作が単純であること
- 5) アウトプットはビジュアル化され、誰にでもわかりやすいものであること
- 6) 情報の切り出しや追加が容易なこと

また、個別に求められる機能としては表-1のような報告がある（建設省国土地理院、1996b）。

これらの条件を満たした上、個別の機能として、震災発生時には被害状況の迅速な把握、避難誘導計画の支援、配給等の輸送路の設定支援、ライフライン復旧支援等が実施でき、さらに、平常時においても防災拠点の管理や医療機関等の検索、震災被害のシミュレーション等が可能であるGISが求められている。

2.2 震災対策GISの導入事例

前節で述べた震災対策GISは、国レベルで整備するものと地方自治体レベルで整備するものでは、その要求する精度等の点で区別して考える必要がある。なぜなら、国レベルでは総合的な救援・復旧の支援策を立案することから主として要求されるのは被災状況の把握機能であるのに対し、地方自治体レベルでは、被災状況把握は当然必要としても、具体的に現場での対応を行うことから、行動支援型の情報のアウトプットが求められるからである。

前者については、米国のFEMA（連邦緊急事態管理庁）の地震被害早期評価システムが有名である。このシステムのハードウェアはワークステーションやパーソナルコンピュータであり、市販のGISソフトを利用している。ここに、基本的データとして地形・地質・地盤条件等の自然的情報及び世帯状況、建物分布、上下水道の敷設状況等の社会的情報が初期入力されており、この上にUSGS（米国地質調査所）やNOAA（米国海洋大気庁）等の外部機関から得られた地震・気象情報、さらに現地から送られる被害情報を入力して解析するものである。このシステムにより、初動段階でのモデリング（被害地域の推定）や被害想定人口の算出、最新の被害情報の地図上への表示等が提供でき、1994年1月に発生したノースリッジ地震で一躍注目された。

わが国においては、国土庁が現在整備を推進している地震防災情報システム（DIS）があげられる。DISは、分析の基礎となる基本的な防災情報データベースを管理する防災情報管理システムと実際の分析を行う7つのサブシステムから構成される（図-1）。サブシステムは発災前の防災シミュレーションを行う部分と発災後の情報収集や復旧・復興に活用する部分に大別できる。シス

表-1 震災対策GISに求められる機能

分野	項目	内容
地図データについて	1. 地図の縮尺	・1/2,500 に置き換えられること。
	2. 表記される内容	・建物または世帯が1件1件判読できる、ポリゴンであること。 ・建物または世帯の枠線と町丁目、街区のポリゴンの関係を正確に表現できること。 ・ライフライン（電気・ガス・水道）施設の被災箇所情報を重ねられること。 ・他の情報は、イメージデータでも可。
	3. フォーマット	・活用システム独自のフォーマットで可。 ・被災時に、震災対策に必要な項目を抽出できること
	4. 投影法	・活用システム独自の精度、投影法で可。 ・被災時に統一した投影法に変換でき、複数の情報を重ね合わせできること（例えば、19座標系）。 ・座標系の境についての対応を自治体毎に設定する。
	5. 航空写真	・被災時に迅速に収集し、ラスターデータ（背景画）として活用できること。
	6. 基準点の活用	・被災時に迅速に活用できること。 ・GPSを組み合わせて、位置の特定を容易にできるようにすること。 ・地殻の変動等の情報を活用できるようにすること。
システム運用	1. 平時の運用体制	・日頃の業務に密着したものであること。 （自治体にエキスパートを養成する） ・リアルタイムに情報を更新する。
	2. 被災時の運用体制	・平時に管理している情報を抽出し、インテグレートできること。 ・復旧・復興計画立案の基礎資料として活用する。
	3. ボランティアの支援活動	・携帯性が優れていること。 ・現場での情報の収集、入力活動を支援できること。 ・個人情報の検索、救助活動については検討を要する。
システム機能	1. 被災情報の収集・入力	・住民台帳、家屋台帳を検索しながら、情報を入力できること。
	2. 被災分布図の作成	・建物（世帯）で分布状況を表示できること。
	3. 情報の集約	・町丁目、街区で集計できること。 ・複数の情報のクロス集計ができること。
	4. ネットワークへの対応（情報の配備）	・ネットワークに対応できること。 ・一箇所に集中することだけでなく分散配備すること。
	5. アドレスマッチング	・住所（町丁目）から位置を特定できること。
	6. 被害早期予測	・予測システム構築は今後の課題である。

(建設省国土地理院(1996b)より引用)

テムで用いる数値地図データは、1/25,000相当で全国が網羅され、南関東地域については別に1/2,500相当で管理する。これらのシステムは阪神・淡路大震災を受けて緊急に整備が進められ、現在は一部のシステムが運用を開始している。

一方、地方自治体レベルで必要とされる震災対策GISは、より地域に密着した情報が要求される。いくつかの地方自治体では実際にシステムを構築して稼働させている例も見られ、建設省国土地理院(1996b)では、川崎市及び東京消防庁の事例が報告されている。

それによると、川崎市では、地震発生時における行政機関の初動対応の効率化を図るため、「震災対策支援システム」が1994年より運用されている。本システム(図-2)は、地震発生後直ちに、市内に設置された地震測定器から各地点での揺れに関する情報が送信され、初期入力されている地盤情報や人口情報等と統合処理された後、市内各地の震度分布や被害予測、応急対策の指針に関する情報が出力される。この間およそ3分程度である。また、訓練等の目的で、任意に地震に関するデータを入力することによりシミュレーションを行ない、模擬的な

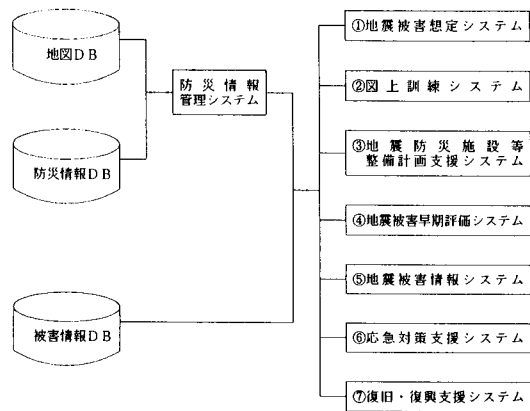


図-1 国土庁の地震防災情報システム（DIS）の構成

被害状況等を知ることでもできる（持田，1994）。

東京消防庁の例は、直下型地震の際に被害状況に対応した消防力を投入することによって地震の二次的被害を減少させることを目的として、地震被害の早期予測を行なうシステムで、1993年より稼動している。本システムではパソコン端末から震源の位置、深さ、規模等の地震情報を入力することにより、出火・延焼の危険性や人的被害の危険度等の分布が500メートルメッシュで表示される。また、気象条件や出火地点の入力により、延焼予測シミュレーションも可能である。

いずれの場合も、発災直後の情報収集が困難な事態に対応して、外部からの被害情報を待たずに、地震規模に応じて自ら被害を想定して初動体制の確立に役立てるものである点が特徴的である。

3 モデルシステムの試作

3.1 設計コンセプト

前章で述べたような震災対策GISの有効性のPR（広報）と、その元となる基本的な地図データの効果的な取得手法であるデジタルマッピングの普及・促進を目的として、中堅規模の地方自治体の防災業務で活用する場面を想定した、震災対策GISの基本的モデル（プロトタイプ）を試作することとした。

プロトタイプの試作にあたっては、以下のような設計コンセプトで臨んだ。

1）発災後の行政活動支援を主たる目的とすること

本モデルシステムは発災後の混乱した中で地域に密着した立場での行政活動（主として被害状況の把握）を支援するものとした。したがって、先に紹介した川崎市や東京消防庁のシステムのように、発災前の被害予測（シミュレーション）の機能は持たせないこととした。

2）平常時にも活用できるシステムであること

災害時だけでなく、日常の防災活動の支援が可能となるものを想定した。ただし、全庁的に利用できるようにシステムは今回は対象外とし、防災目的に特化したシステムでよいものとした。

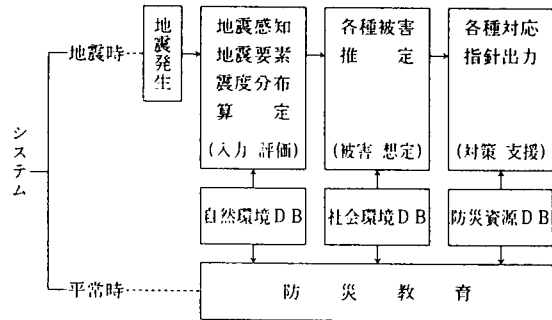


図-2 川崎市の震災対策支援システムの構成（持田（1994）より引用）

3）デジタルマッピングデータをそのまま利用できること

都市計画用の1/2,500程度の大縮尺地形図作成時に得られたデジタルマッピングデータを、大幅に加工することなしに、原則としてそのまま背景情報やソースデータとして利用するものとした。

4）パソコンで利用できること

大型コンピュータやワークステーションではなく、身近に普及しているパソコンで簡単に扱えることを目指した。

5）操作にあたってコンピュータに関する特別な知識を要しないこと

災害発生時にボランティアで協力する人が操作を担当する可能性もあることから、GUI²⁾を活用する等して、特別な知識なしでも扱えるシステムを目指した。

3.2 対象地域

本モデルシステムは地方自治体での活用場面を想定しているため、各種データの提供やユーザーサイドからの意見の提示等で協力が得られる地方自治体が必要である。そこで、このモデルシステムの活用が想定される具体的な対象地域として、静岡県富士市を選定した。富士市は静岡県の東寄りで富士山の南部に市域が広がり、駿河湾の最奥部に位置する（図-3）。人口は約23万人を擁し、面積は214km²である。

富士市を選定した理由としては、次のようなものがあげられる。

1）地震防災に関する関心が高いこと

静岡県はマグニチュード8クラスが想定される東海地震に対して防災体制の整備等の備えを従来から積極的に行なってきたが、阪神・淡路大震災後に「地震対策300日アクションプログラム」を策定し、地震対策の総点検を実施した。これに伴い、県内各市町村でも地震防災体制の再点検を実施し、駿河湾に面した富士市でも地域防災無線の整備など積極的な対応をしている。また、同市は近い将来マグニチュード7クラスで発生する確率が高いとも言われる神奈川県西部地震の想定震源にも近接している。このような地理的条件から、地震防災に関する

関心が高い。

- 2) 新しいデジタルマッピングデータが整備されていること

国土地理院と富士市では、1993年度に国土基本図の共同作成事業を実施していることから、富士市都市整備部都市計画課を通じて市域のデジタルマッピングデータが利用可能である。

- 3) 必要な資料の提供等で協力が得られること

デジタルマッピングデータだけでなく、上乘せ情報としての各種の防災情報(危険箇所や防災施設の位置等)を都市計画課の紹介により、総務部交通防災課を通じて

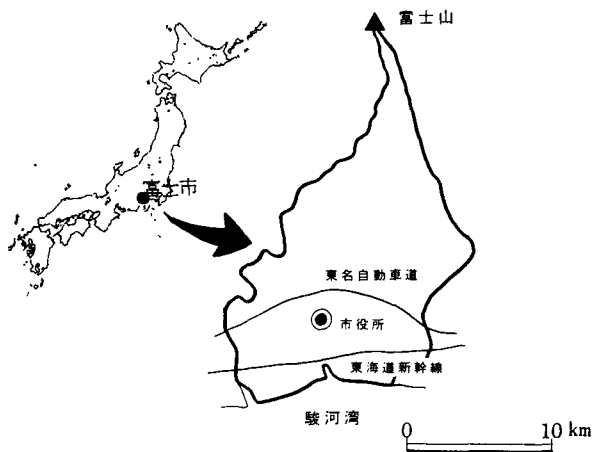


図-3 富士市の位置

利用することが可能である。併せて、本モデルシステムの試作にあたって、両課からユーザーとしての立場の意見を得られる。実際に、必要とする機能については両課で現場の業務を担当する職員の意見を取り入れつつ設計を進めた。

3.3 モデルシステム

3.1で述べた設計コンセプトの下に、パソコン上で動作する震災対策GISのモデルシステムのソフトウェア及びパイロットデータを作成した。本モデルシステムでは、富士市のデジタルマッピングデータを背景及びソースデータとして使用し、防災関係の情報をデータベースで管理している。

GISの基本的な機能としては、レイヤ単位でのデータの入出力、レイヤ相互の重ね合わせ、画面表示された地図の拡大・縮小・スクロール、表示項目選択、属性照会・検索、プリントアウト等を備えている。また、図面の入力、スキャナ読み込みした図面の管理、データベースと地図図形との相互間での検索機能も有する。

使用するハードウェア類の環境については、OSとして、MS-Windows 3.1³⁾を搭載していることが必要である。メモリーは32MB以上搭載していることが望ましい。また、データ領域として100MB程度を必要とする。さらに、地図データを扱うことから、ディスプレイの解像度は1,280×1,024であることが望ましい。

なお、このモデルシステム作成は、1995年度の研究作

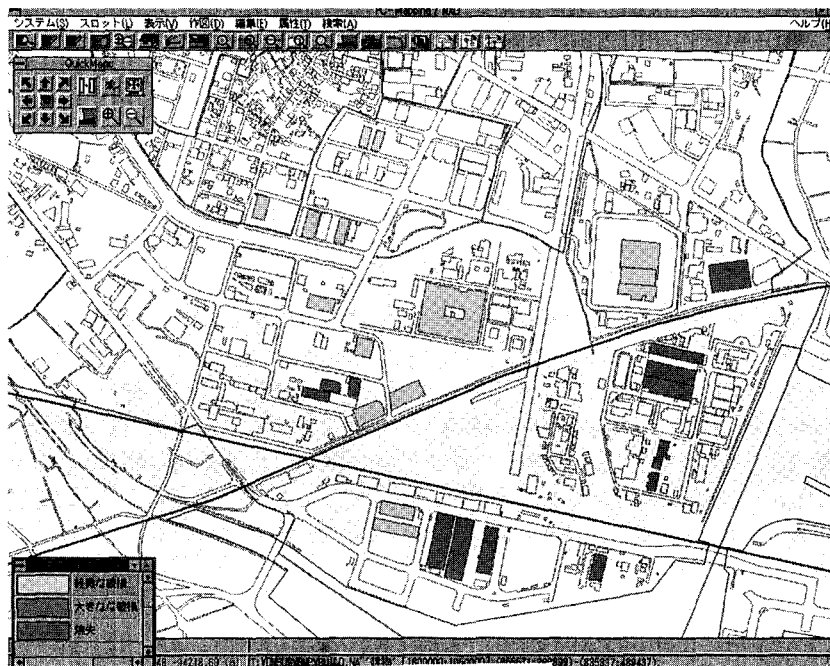


図-4 被害情報入力システムの画面表示例
(建設省国土地理院(1996a)より引用)

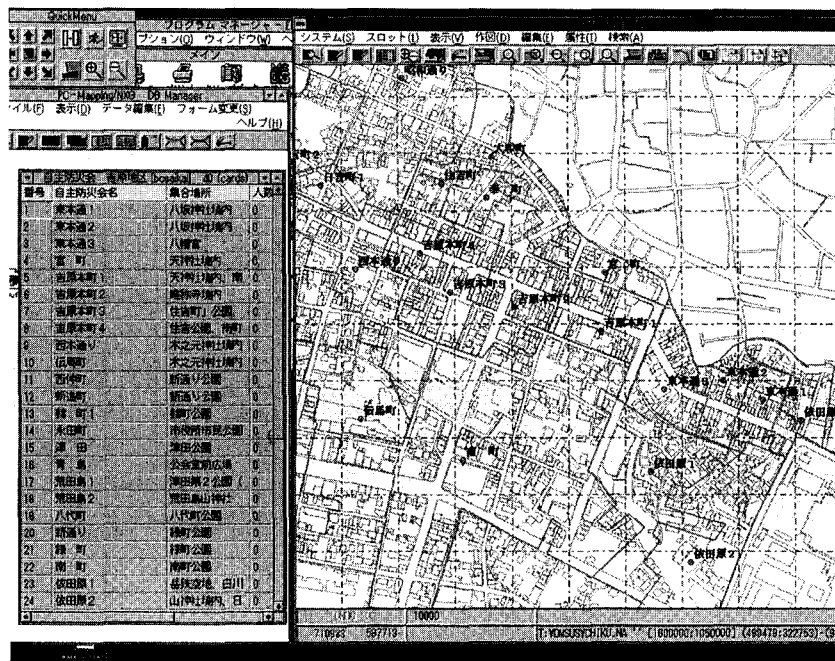


図-5 自主防災組織活動支援システムの画面表示例
(建設省国土地理院 (1996a) より引用)

業として測図部国土基本図課が財団法人日本建設情報総合センターに委託した作業の一部である。

本モデルシステムでは大きく分けて、以下の4種類のサブシステムから構成され、それぞれ独自の利用法を持たせている。

1) 被害情報入力システム

設計コンセプトの1)で述べた発災後の行政活動支援を目的として、市域の全体的な被害状況を迅速に推定するものである。このサブシステムは、災害直後の混乱した状況の中で、時々刻々アトランダムにはいつてくる断片的な被害報告を次々と入力していく場面での活用を想定している。これにより、実際の被災状況を整理するとともに、ある程度の数の被害情報が入力されれば、全体の被害状況や被害の甚大な地区を推定することが可能となる。

本サブシステムでは、ポリゴン処理を行った低層(1・2階建て)建物レイヤ、中高層建物レイヤ及び真幅道路レイヤを変換処理して得たレイヤを背景として使用し、この上に次々とはいつてくる建物被害情報を該当する建物に、「軽微な破損」、「大きな破損」、「焼失」等の属性情報をオペレーターが入力していくものである(図-4)。

2) 自主防災組織活動支援システム

以下、2)から4)のサブシステムは、いずれも設計コンセプトの2)で述べた平常時にも活用できるシステムを意識したものである。

富士市においては、地震等の大規模災害時に毎日顔を

合わせている隣近所の人々が協力し、助け合うための自主防災組織の活動に力を入れている。市内に345あるこの自主防災組織は、通常は防災訓練の実施や防災に関する広報活動、身近な危険箇所の確認等を行ない、万一の災害発生時には避難誘導や情報の伝達等の活動を積極的に行なう役割を持っている。

本サブシステムは、各々の自主防災組織の範囲を図上で示すとともに、それらの図とリンクしたデータベースによって、例えば緊急時の一次避難場所や防災倉庫に備蓄されている資材等の情報を検索することができる(図-5)。緊急時はもちろん、平常時の備蓄物資の管理等にも活用が考えられる。

3) 防災施設管理システム

本サブシステムは、市内の危険施設や救護施設、消防施設等を管理するためのものである。防災関連施設の内容は時間とともに変化する。その変化を追跡して、市の地域防災計画の資料を更新していくことは現状では手数を要することが多いが、本サブシステムを利用して、日常の事務処理の中で更新していくことができれば、地域防災計画の実効性が確保されるだけでなく、行政事務の効率化にも貢献することになる。

このサブシステムの背景図は、真幅道路レイヤを広域背景ラインデータに変換して使用している(図-6)。

4) 急傾斜地管理システム

北海道南西沖地震での奥尻島や兵庫県南部地震での六甲山系の事例が示している通り、大地震に伴うがけ崩れは人命に直接影響する二次災害につながるが多い。

4 評価と現場での活用

今回試作した震災対策GISのプロトタイプを実際に作動させたデモンストレーションを富士市で行ない、担当職員から意見を聴取した。

それによると、全体的には、震災対策にGISを活用する方向に関心が感じられた。特に、平常時にも活用できる防災施設管理システムや急傾斜地管理システムはこのモデルを発展させれば現場でも直ちに活用が考えられる。ただ、地方自治体の現実的な問題として、特定の防災業務のみに特化したシステムの構築は財政当局への予算要求上なかなか難しいという意見も出された。それに対しては全庁型のシステムを構築し、地図情報も含めた基礎的データの共有化の方向で動いている地方自治体の例が参考になる。

他方、被害情報入力システムのような発災後の行政活動支援を目的としたシステムには高い関心が示されたと同時に、果たして混乱した現場で活用が可能だろうかという疑問も提起された。実際、行政体自らが被災者となった時にどこまで現場での対応ができるのか、電気の供給が絶たれる可能性も大きい中でパソコン利用のシステムがどこまで役に立つのか、という不安もあるのは事実であろう。ただ、阪神・淡路大震災では、各種ライフラインの中で電気の復旧はガスや水道よりも比較的早かったことや被災地からの情報伝達にパソコン通信が活用されたことなどから、パソコンレベルのダメージは相対的に小さかったという意見もある。

また、GISの土台となる標準的なソフトウェアの開発を期待しているとの要望もあった。GISソフトウェアは民間企業がいくつも開発しているが、使用するソフトウェアが異なるシステム間ではデータの共有ができず、新たなソフトウェアの開発等でコストもかさむという問

題である。これについては、GISのデータ交換標準案の開発という形で対処していくことになる。

今回の試作作業は、まさにプロトタイプの開発で、本システムを実際に現場で活用させる形にするには、担当者との意見交換も再度実施し、さらなる改良を加える必要がある。国土地理院では、引き続き防災業務等を代表としたGISの活用例を示していくとともに、その基礎的データの効果的な取得手法であるデジタルマッピングの普及を図っていききたい。

註

- 1) 現実には、地方自治体の多くは日常業務において防災業務のみに重点を置いた体制を敷くことは、人員配置や予算の効率的な執行の観点から極めて困難である。したがって、防災目的以外にも活用できるシステムやデータの整備を行なって、地方自治体全体で共有していくことが必要となる（建設省国土地理院，1996b）。これは、全庁的なGISというべきものであり、地方自治体におけるGISの活用手法としては優れた形態であるが、本稿では全庁利用型GISまでは踏み込まないこととする。
- 2) GUIはGraphic User Interfaceの略。操作命令をキーボードからアルファベットで入力するのではなく、絵で表示されたアイコンをマウスによって選択していく方法。
- 3) MS及びWindowsは米国 Microsoft Corporationの商標である。
- 4) 急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律（1969年7月1日，法律第57号）。

参 考 文 献

- 建設省国土地理院(1995)：『－GIS利用動向調査－震災対策GIS調査報告書』。国土地理院技術資料，E・1-No. 240，60p.
- 建設省国土地理院（1996a）：『デジタルマッピングデータを利用したGISの試作研究作業報告書』。国土地理院技術資料，C・1-No. 239，45p.
- 建設省国土地理院(1996b)：『震災対策におけるGISの有効利用に関する調査研究作業報告書』。国土地理院技術資料，E・1-No. 242，56p.
- 持田忠男（1994）：川崎市の震災対策支援システム。火災，213，44-49.
- 佐藤 潤・熊木洋太（1996）：国土地理院が整備する空間データ基盤の特徴とそのGISでの利用。国土地理院時報，86，投稿中。
- 鵜野澤 茂・松本 栄・寺林敏之（1996）：デジタルマッピングデータの自治体業務への利用に関する研究。国土地理院時報，85，29-37.