

# リアルタイム災害情報技術と危機管理

危機管理技術研究センター 地震災害研究官 松尾 修  
高度情報化研究センター 情報研究官 江州 秀人



## 1. はじめに

我が国は1995年（平成7年）に兵庫県南部地震で壊滅的な震災を経験した。この震災では被害状況に関する情報の収集に手間取り、被害の全体像を把握するのが遅れた。その結果として、消防、救急救命あるいはインフラ施設の緊急復旧などの初動対応に遅れを生じたことが指摘された。また、1999年（平成11年）6月の広島土砂災害が発生し、2000年（同12年）9月には東海豪雨災害が発生したが、災害発生前後における避難勧告・避難指示の遅れや、緊急支援段階での迂回路の把握に手間取ったことなどが指摘されている。

このように、災害発生の前後における避難や各種初動対応を適切に行い、災害を軽減するためには、災害関係情報を迅速かつ効率的に活用することがきわめて大切であることがわかる。

災害発生前後における災害関係情報をリアルタイムに活用して各種の災害対応活動をより適切・迅速に行おうとする行為は一般にリアルタイム防災と呼ばれる。その態様は災害の種類により異なるが、おおよそ図・1のように表すことができる。すなわち、

- (a) 災害発生前：気象・地象情報にもとづき災害の発生を予測（予想）して警戒避難の呼びかけをする等。
- (b) 災害発生直後：災害の発生を検知して災害の発生規模・範囲等を推定し、各種の初動対応の判断を行う等。

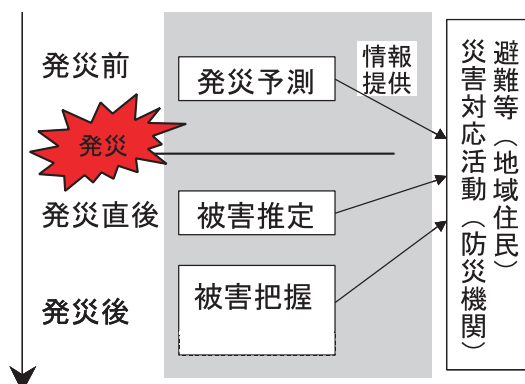


図 - 1 リアルタイム防災技術の役割

(c) 災害発生後：実際に生じた災害および救援物資・人材等に関する情報を収集・加工・共有して、各種の緊急復旧、支援等を行う。

本稿では、地震、水害、土砂災害（火山災害を含む）のそれぞれの分野におけるリアルタイム災害情報技術の開発の現状と今後の動向について述べることにする。

## 2. リアルタイム災害情報技術の現状と課題

### (1) 地震災害分野

地震は突発的に発生し被害が広範囲に分布する特徴を持つことから、発生直後から地震の強さや広がり、被害状況を推定・把握することが、被害の抑制、迅速かつ適切な震後活動を展開する上で重要となる。

地震発生後、地震の規模、震源位置、揺れの大きさの分布等を推定、把握するために、地震計が全国に設置されている。地震計で観測した観測情報をもとにした技術として被害推定がある。国土交通省では所管する道路・河川施設の被害予測を行うシステムを関東地方整備局で試験運用している。さらに、気象庁では観測されたP波の情報を瞬時に処理して、大きな被害をもたらす主要動（S波）が到達する前に地震の規模、震源を推計する「ナウキャスト地震情報」提供の計画が進められている。

震後の施設管理者の最初の対応は、所管施設の被害状況の把握である。兵庫県南部地震では、道路の寸断、渋滞により、被害状況を調査する職員の移動がままならず、被害概要の把握に非常に長い時間を費やした。また、関係機関間での被害等の状況の連絡においても大変混乱した。これらの教訓を踏まえ、現在、人工衛星等リモートセンシング技術を利用した上空からの被害概要把握手法や、ネットワーク技術、モバイル通信技術等の情報通信技術を活用した災害情報の収集・提供手法の開発が進められている。

災害対応に関しては関係機関・部署が多岐にわたることから、地震計や各種情報システム等の整備がこれまで個別に進められることが多い傾向にあった。円滑な災害対応に

は様々な情報を共有することが重要であることから、標準仕様の設定、組織間での連携等に今後留意することが必要である。

## (2) 水害分野

水害は、たとえば豪雨により内水氾濫が発生し、その後、堤防の破堤等による外水氾濫が重なり浸水被害が拡大するというように、時間の経過とともに被害が進行していく災害であるため、被害の最小化のためには早期の対応および事前の対策が重要となる。そのためには、リアルタイムで降雨や河川水位の情報を住民へ発信することが不可欠であり、また、自治体の迅速な被害情報の収集・伝達はもちろんのこと、内水・外水氾濫を考慮した浸水範囲の定量的な予測も重要となる。

このようなことから、国や一部の地方自治体などでは、インターネットを用いて、リアルタイムの降雨や河川水位情報の公開を行っている。しかし、一方で、近年発生している水害の場合では、急激な被害の拡大により、地方自治体の対応が遅れるといったことがみられる。また、災害後の防災担当者からは、河川の水位等の情報が出されても、どの地域が、どの程度浸水するのか分からないという声がよく聞かれる。また、住民側でも、住んでいる場所の浸水危険度の情報が事前に把握されておらず、避難等の的確な対応ができない事例が多くみられた。

これらのことを踏まえ、国総研では以下のような課題について取り組んでいるところである。

- ・地理情報システム（GIS）などを用いた災害対応支援のための情報のビジュアル化手法、
- ・モバイルや携帯端末などを利用した災害情報の収集・伝達技術の活用方法の開発、
- ・リアルタイムの氾濫予測技術の開発、
- ・住民へ向けてのWeb GISなどを用いた分かりやすい浸水危険度情報や災害時の被害状況等の情報発信方法
- ・新技術の位置付け（どの場面でどの技術を活用すれば効果的か）や収集した情報を迅速に伝えるための体制の整備方法

## (3) 土砂災害・火山災害分野

わが国では、毎年のように土石流やがけ崩れといった土砂災害によって尊い人命が失われている。このような災害による被害を軽減するため、2001年4月「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律」が施行さ

れた。これにより、従来にも増して行政側から地域住民に対して土砂災害に関する情報を提供することが求められるようになり、一部の県では、それらの情報を関係市町村に提供するばかりでなく、住民向けにインターネット上でリアルタイムの情報提供が始められている。

現在は、全国の土砂災害の危険性を網羅的に評価するための指標として、過去の土砂災害発生時の雨量と現在雨量との比較から危険性を評価する土砂災害警戒避難基準雨量と、降雨量の履歴順位のみで土砂災害の危険性を評価する土壌雨量指数とが用いられている。今後はそれぞれの利点を活かすことで、土砂災害に対する警戒情報の充実を図ることが課題となっている。国総研においては、土木研究所と連携し、土砂災害警戒避難基準に短時間降雨予測情報を活用する手法や、地形・地質等の地域特性を反映した基準雨量の設定手法の高度化を進めている。

一方、わが国は108もの活火山が存在する火山国であり、2000年の有珠山、三宅島の火山災害は記憶に新しいところである。火山災害は、発生する噴火現象によってその影響範囲が大きく異なり、事前に準備すべき防災対策も多岐にわたることから、ハザードマップの整備は不可欠となる。現在噴火を続けている有珠山や三宅島を始めとする、活動が活発な29火山のうち26火山で整備が完了しており、残る3つの火山（富士山、鶴見岳、九重山）で作成作業が行われている。しかしながら、火山災害の場合、噴火活動に伴って地形変化が生じたり、噴出物の物性が想定と大きく異なったりすることがあることから、噴火後その状況に応じて迅速かつ的確にハザードマップを見直すための技術開発を行うことが課題となっている。このことから、国土交通省においては、噴火後の地形変化や降灰深、溶岩流の物性等の状況に応じ即時にハザードエリアの見直しを行うための技術開発（リアルタイムハザードマップ）に着手しており、国総研においては、リアルタイムハザードマップの作成に必要な情報収集システムや効率的なハザードエリア解析技術の開発等を進めていくこととしている。

## 3. 研究開発事例

国総研で取り組んでいる研究事例を2つとりあげて以下に紹介する。

### (1) 地震災害分野

リアルタイムな災害情報提供システムの研究事例として、

地震計の観測情報を利用した即時震害予測システムの開発が挙げられる。国土交通省では、阪神・淡路大震災以後に、河川・道路等施設管理用の地震計を全国に約700箇所設置し、ネットワーク化している。その地震計の観測情報は、全国の地方整備局で施設管理に活用されているが、即時震害予測システムはその観測情報を基に、施設の被害予測を行う一歩進んだシステムである。本システムは、関東地方整備局と共同して開発を進めてきており、現在同整備局において試験運用中である。本システムは、図-2に示すように、地震発生直後に地震計による観測データを収集し、そのデータを基に所管施設の被害予測（橋梁の被災危険度（図-3参照）、国道の液状化危険度、河川堤防の液状化危険度）を示す機能を有し、危機管理体制の立ち上げおよび初動対応が効率的かつ効果的に捗るよう支援することを目的としている。

つぎに、被害概要の把握に関しては、道路の寸断、渋滞により地上から被害状況を確認することが困難であった阪神淡路大震災の教訓を踏まえ、リモートセンシング技術を活用した、地震被害の迅速な検知方法を開発している。リモートセンシング技術については、例えば人工衛星については、近年、より小さいものまで見ることが出来る解像度の高いセンサを搭載した人工衛星が複数運用され始めるなど、利用環境が整いつつある。そこで、現在これらのリモートセンシング技術を災害対応に導入することを目的として、センサやプラットフォームに求められる機能、技術レベル、被害箇所を迅速に抽出するための画像処理技術の適用性、自動化について研究開発を行っている。画像処理技術のうちエッジ抽出技術の適用事例を図-4に示す。落橋箇所において(b)では道路に沿った部分でエッジに乱れが生じているのがわかる。このようなエッジの乱れを自動的に検出することにより被害箇所を自動的に抽出できる。

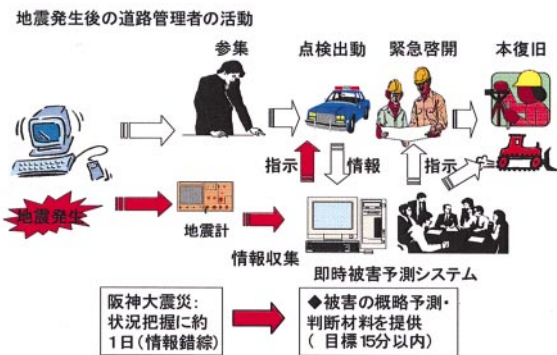


図-2 即時震害予測システムの役割

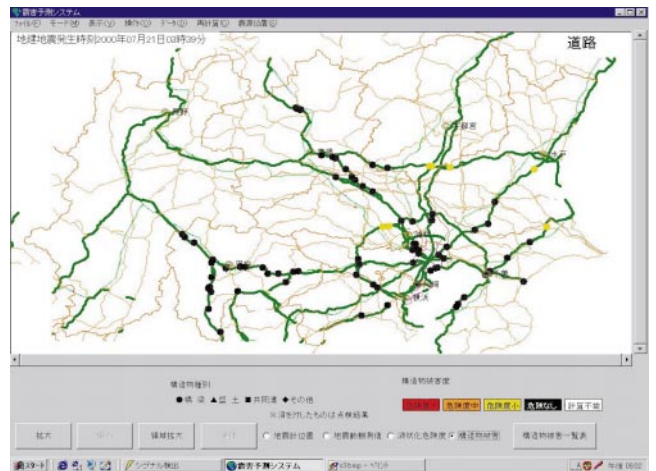
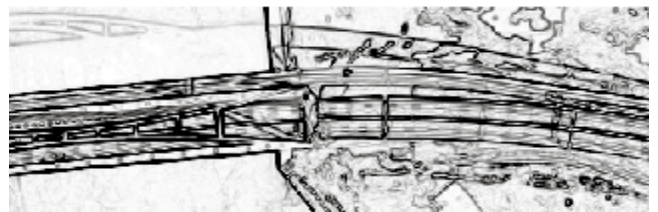


図-3 即時震害予測システムの出力結果例



落橋箇所  
(a) リモートセンシング取得画像



落橋箇所におけるエッジの乱れ  
(b) 画像処理適用後

(a)は、航空写真からスキャナにより模擬的に解像度を調整した画像。

図-4 被害箇所抽出のための画像処理の例

## (2) 水害分野

現在開発中である水害分野のリアルタイム氾濫予測システムの研究開発事例を紹介する。リアルタイムの氾濫予測システムとは、時々刻々変動するテレメータ雨量・レーダ雨量などの雨量データおよび河川の水位などのデータをリアルタイムに取り込むことで、現状および1時間、2時間先の降雨による内水及び外水氾濫の浸水域や浸水深を予測するシステムである。避難勧告・指示を的確に行うのに活用することを目的としている。本システムの流れと主な機能を図-5に示す。

本システムは、岐阜県大垣市（様々なGISデータの整備が先導的に行われている）をモデルフィールドとして試験構

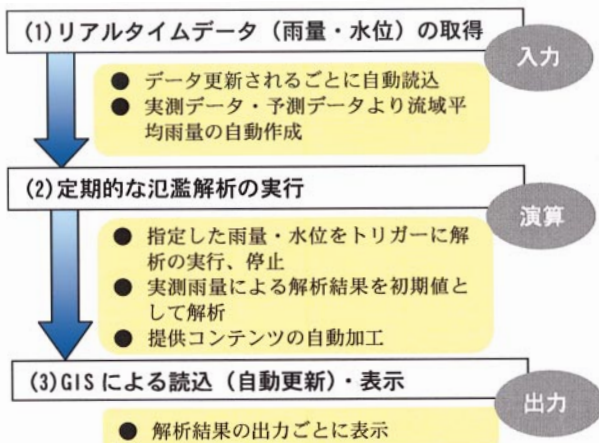


図 - 5 リアルタイム氾濫予測システムの流れと主な機能

築を行っており、入力データは、(財)河川情報センターから提供されている情報（レーダ雨量、テレメータ雨量、テレメータ水位など）を用いることとした。

本システムの特徴として、内水・外水の双方を取り込んで予測解析できるよう、小河川や農業用排水路、都市下水道等の排水システムを組み込んだ氾濫解析モデルを用いている。

この氾濫解析モデルは、地表面の氾濫流（内水及び外水）の伝播を直交格子（100mメッシュ）の二次元不定流モデルで解析している。破堤・溢水による外水氾濫解析の対象、および対象領域内の排水路である河川、水路については、その疎通能力に応じた3通りの水理モデル化を行った。このようなモデルを用いることで、排水能力を上回る豪雨が発生した時の内水氾濫や中小河川からの溢水を適切に表現でき、道路上の浸水深等の局所的な情報まで把握すること

が可能となっている。予測結果の一例として、浸水域と道路上の浸水深さの分布図を表示したものを図-6に示す。

本システムでは、リアルタイム化のために、主に以下の3つの点について現在検討している。

#### 雨量・水位データの取込方法

リアルタイムで更新される雨量・水位情報の自動取得機能と取得時間の同期をとるために、必要なデータの更新タイミング、データ取得までに必要な時間およびデータ欠損時の対応方法の検討等。

#### 解析高速化のための改良

使用に耐えうる速度でネット上に公開するためのデータ作成手法（データの軽量化方法やデータの形式、GIS上での処理と別の解析プログラムでの処理の仕分けなど）の検討および氾濫解析結果の出力時のデータ形式の検討等。

#### GISでのリアルタイムの情報表示

リアルタイムで出力される氾濫解析結果をGISに表示させるため、ファイルの自動読み込み方法やデータの自動更新方法の検討等。

完成した本システムの運用時には、たとえば図-6の結果はリアルタイムで浸水域の進行状況および道路上の浸水深の変化が表示されるようになる。

## 4. 今後の取り組み

以上、災害危機管理におけるリアルタイム災害情報の役割、および技術開発の課題と動向を御紹介した。今後は、個々の要素技術を実用化の域に高めるとともに、現場に普及しやすいようにしていくことが課題と認識している。平成15年度より、国土交通省総合技術開発プロジェクト「リアルタイム災害情報システムの開発」が開始される。国土地理院が主に火山噴火や地震発生の短期予測を目的とした地殻変動のリアルタイム観測・解析技術を担当し、国総研は災害のリアルタイム予測・被害把握および災害情報の共有・提供技術の開発を担当する予定である。中央防災会議において現在進められている「防災情報の共有化に関する専門調査会」の議論、および国土交通省で進められている「防災情報集約・提供推進委員会」の方向性を踏まえて技術開発を進めていく予定である。同時に、学識者の方々の御指導、民間企業の御協力を得つつ進めていきたいと考えているので、御支援と御協力をお願いする次第である。

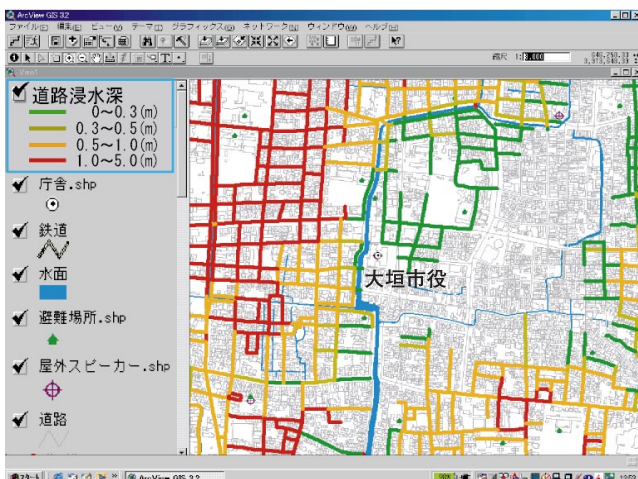


図 - 6 リアルタイム氾濫予測システムの表示例（道路上の浸水深分布図）