

高知県災害の被害最小化マネジメント

中田慎介, 那須清吾, 高木方隆, 大内雅博

1. 研究概要

災害についての研究は、従来、発生要因の分析と発生予測に偏りがちである。特に自然災害は、ある程度の地域性はあるものの自然条件の微妙な違いによって、その災害の発生状況は毎回異なるものである。したがって発生予測は極めて困難であり、危険地域を特定することは出来ても災害発生時刻は特定できていない。このような状況において、完璧な防災システムを構築すること自体困難であるが、財政状況を考慮した上で、被害を最小に抑えるため、最適なハードウェア整備や災害発生後のソフト的体制の整備を提案する必要がある。特に防災のためのハードウェアの設計については、数多く議論されているが、ハードウェアの配置手法に関する研究は少なく、災害発生後の対応体制のあり方について言及しているものはない。そこで防災をシステムと捉えてマネジメントする観点から、改めて防災対策のあり方、ハード・ソフトのインフラのあり方、災害原因の調査方法について問い直さなければならない。したがって、災害原因の究明・ハード・ソフトの防災対策、リスク評価・管理にとどまらず、戦略目標に対してそれらを如何に効果的に運営するかについての研究を実施する。

2. 成果目標

2.1 災害監視技術

防災ハードウェアの整備と災害監視は、被害を軽減するための重要な項目であり、常に同時に考慮しなければならない。防災ハードウェアの完備は、莫大な経費を必要とし、現状では部分的な整

備となってしまう。したがって、この状況を補間するために、精度の高い災害監視技術を併用する必要がある。そこで、現在のセンシング技術とセンサを搭載するプラットフォームを調査し、災害監視に適したセンシング技術を構築する必要がある。レーザー計測、デジタル写真測量等を用いて、広域監視、特定領域監視の両面からシステムティックな災害監視のワークフローを提案する。

2.2 防災データベース構築とハードウェア配置手法の確立

既往災害について、その素因・誘因を解析し、各機関でハザードマップを作成しているが、これを用いて、防災ハードウェアの配置計画を進めるまでには至っていない。そこで、様々な情報の基礎となる地理情報システムを構築し、防災ハードウェアの適地評価を行う必要がある。2500〜5000分の1レベルでの地図データを基盤情報とし、その上に地形情報、気象情報、社会経済データを重ね合わせ、適地評価を行う。

2.3 被害最小化マネジメントの提案

ある地方自治体を対象に、防災マネジメントシステムを構築する。防災システムを構成する施策を分類し、災害発生時に防災システムの目的を達成するための体制を構築する。目的として、発生後の被害最小化、トータルの被害最小化を取り上げ、ハードウェア・ソフトウェアの最適な施策選択をシステムティックに行える仕組みを構築する。

3. 研究成果

3.1 災害監視技術

防災において、災害監視は非常に重要な項目である。災害発生直前から発生後にかけての時系列的な情報が必要とされる。広域監視においては、航空写真測量や衛星リモートセンシングが有用である。ただし、衛星リモートセンシングは、即時対応が困難な点が問題となっている。それは、地球観測衛星のほとんどが極軌道で、回帰周期が1週間から10日のため、直下視のみのセンサでは即時対応ができない。直下視だけでなく、センサの角度を変えて目的の地域を捉えるポイントング機能を備えるセンサもあるが、それでも良好な条件での画像取得は、3日間隔程度である。なお、静止軌道における衛星を利用して監視することは、今のところ不可能である。それは、極軌道衛星の高度が約600～800kmなのに比べて、静止軌道衛星が高度約36,000kmと非常に遠いため、高分解能で観測できる距離ではないからである。一方、新しい観測機器として、成層圏プラットフォームが期待されている。これは、飛行船を高度約20kmの成層圏に定位させて観測するもので、もともと通信用の目的で計画されたものである。現在は、実験段階であるが、今後有用な観測機器になるかもしれない。

ところで、光学センサを災害監視に用いる場合、大気の状態（雲）が観測を阻む場合もあるため、よほど条件が整わない限り災害状況を捉えることは出来ない。なお、大気の影響をほとんど受けないマイクロ波センサ（合成開口レーダー等）もあるが、得られるデータは後方散乱生分の画像、いわゆるレーダー画像であるため白黒でノイズが多い。したがって、小さな災害の判読は困難で、水害や地震などの大規模災害に対象が限られる。

一方、地すべり防止区域や急傾斜危険区域などの危険性の高い狭い範囲での災害監視においては、ワイヤー線を用いた伸縮計やボウリング孔を利用した孔内傾斜計など点や測線での監視が主になされている。しかし、点や測線の監視は、そ

れらが危険地域を代表し得るものかどうか問題となる。できるだけ面的な変状を捉える必要がある。したがって、ステレオ画像によるデジタル写真測量やレーザースキャナによる高密度の地表面三次元データの取得が斜面の監視に期待されている。特にレーザースキャナは、リアルタイムに近い計測が可能なることから災害監視に向いている機器と言える。そこで今回、レーザースキャナを導入し、実際に地すべり防止区域において計測実験を行い、その有用性について検討した。導入したレーザースキャナは、0.032度毎に距離を観測し、レーザースキャナの位置と姿勢より高密度の三次元座標を取得することが出来る。精度は、標準偏差で±2.5cmである。

対象とした地すべり防止区域は、高知県高岡郡仁淀村にある長者地すべりである。この長者地すべりは、明治時代より動きが記録されており、明治28年に大災害をもたらした後、現在も年間20～30mm程度の動きが観測されている。

計測実験を行ったのは、2004年3月、7月、10月、12月である。この間多くの台風が高知県に上陸或いは接近し、猛烈な豪雨があった。

高密度・高精度の三次元データを用い、実際に地表面の変状を捉えることは、非常に困難であった。その理由の一つは、まずレーザースキャナの捉える三次元データは、地表とは言うものの地盤の情報ではなく、植生や地物を含んだ情報となっている。特に斜面災害の対象地域はほとんどが植生に覆われており、季節に伴った成長により、地盤のみの変化を捉えることが困難なのである。これに対し、今回は対象地域に存在する護岸工を対象に変状を追跡した。

まず、対象と下護岸工の一つのブロックをCADにより三次元モデルを作成し、その三次元モデルと計測された三次元データとを比較しながら、最も確からしいブロックの位置を決定する。いわゆるオブジェクトマッチング手法を適用した。この手法により、レーザースキャナの持つ精度±2.5cmよりも約2倍の精度で計測することが出来

た¹⁾。今後、ブロック以外の構造物や露頭などにもオブジェクトマッチングの適用を拡大して行く必要がある。

3.2 防災データベース構築とハードウェア配置手法の確立

災害監視と同時に必要な要素がデータベースである。特に地理情報システム (GIS) は、災害監視結果を管理するだけでなく、既往の災害に関する情報や災害に関連する様々な情報をもとに災害解析や防災計画に役立てることが出来る。最終目標は、防災ハードウェア配置手法の確立であるが、初年度の平成 16 年度は、防災データベース構築を試みた。

現在までに本データベースに保存されている情報は、以下の通りである。

地すべり防止区域

標高 (50m, 15m メッシュ)

地質

水系

道路, 鉄道

構造物

人口

図 1 は、地理情報システム上に示した地すべり防止区域の分布である。特定の地質・地形に集中していることが解る。地形解析の結果、緩傾斜の凹地形において地すべりが発生する傾向が認められた。

今後、地すべり以外の斜面災害の分布図、洪水の発生状況、津波被害予測データを整備し、ハードウェア配置手法を確立する。

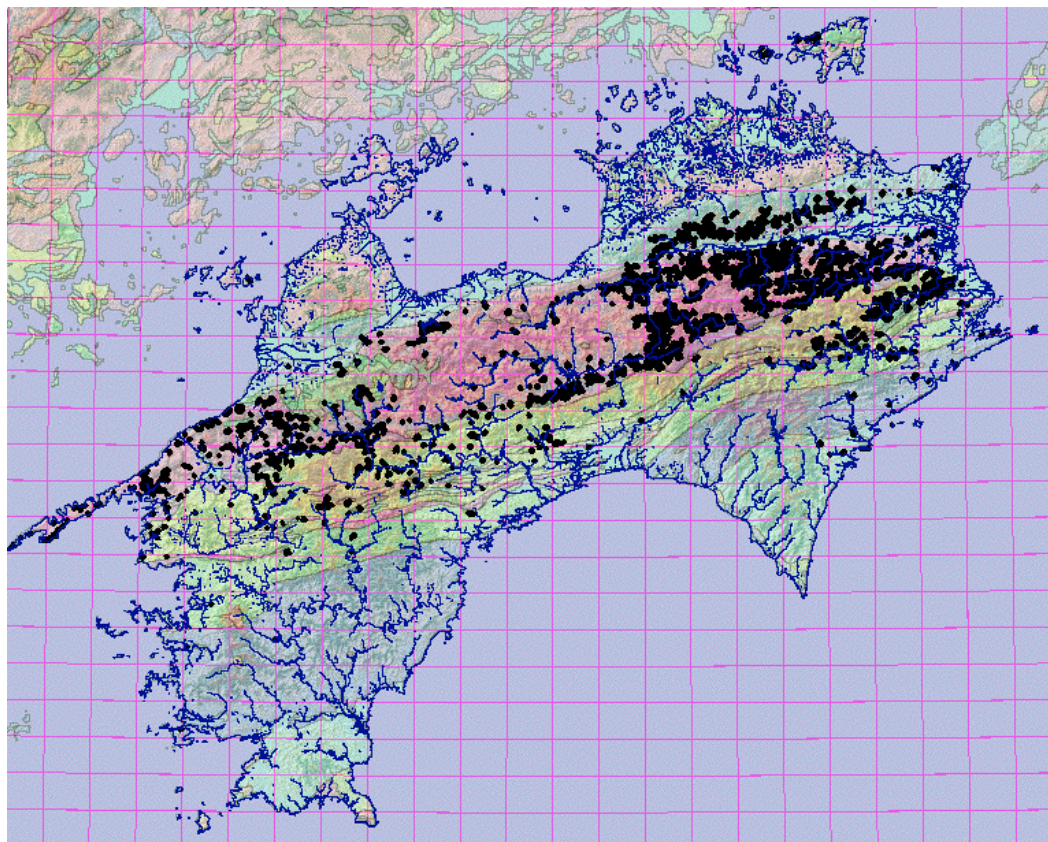


図 1 四国における GIS データの整備状況

3.3 被害最小化マネジメントの提案

今回、高知県夜須町を対象に、防災マネジメントシステムの構築を試みる。防災システムを構成する施策を調査し、短期・中期・長期の各施策に分類した。防災システムに関して、戦略目標を具体化し、投資ゼロ戦略の限界を確認した。今後、発生後の被害最小化、トータルの被害最小化を取り上げ、ハードウェア・ソフトウェアの最適な施策選択をシステムティックに行える仕組みを構築する

4. 教育成果

4.1 関連する博士論文テーマ

4.2 関連する修士論文テーマ

「レーザースキャナを用いたオブジェクトマッチングによる地すべり変位追跡」

4.3 関連する学士論文テーマ

「デジタルカメラの地図スキャナとしての利用可能性」

「地表面情報のボクセルモデル構築」

「人工衛星 TerraASTER による標高データの精度検証とその応用」

5. その他成果

5.1 災害調査チームの構築と活動

従来より災害調査は、災害メカニズムの解明、災害に耐え得るハード設計を目的とした研究の一環として進められている。しかし、発災後の対応策を検証し、次の災害に備える準備を目的とすることも極めて重要である。災害の種類毎に調査項目を整理し、災害調査のマニュアル化も求められている。そこで、2004年12月に高知県において災害調査チームを発足させた。調査チームメンバーは、次の通りである。

高知県

高知工科大学

高知大学

高知工業高等専門学校

高知女子大学

2005年1月には、スリランカにおいてスマトラ島沖地震による津波被害の調査を行った。調査目的は、被災地の現地調査だけでなく、各機関の対応状況についても調査した。訪問先のリストを以下に示す。

スリランカ内部情報局

スリランカ首相官邸

モラトワ大学

日本大使館

JICA

今後も引き続き、これら機関と情報交換を行い、災害発生後の各機関の対応状況を検証する。

5.2 ワークショップの開催

第3回ワークショップ「GIS構築の推進」

2004年10月22日 於：高知工科大学

社会基盤情報となるGISデータの整備手法について議論を行った。政策決定やマーケティングのための汎用性の高いデータを整備し、その有用性を検証することを確認した。

第6回ワークショップ「三次元GISの活用」

2005年2月24日 於：高知工科大学

三次元GISの活用について、どの程度必要なものか議論を行った。表面の三次元情報と伴に付随する属性データの整備も重要であることが確認された。

5.3 発表論文

Koji UJIKE and Masataka TAKAGI, Measurement of Landslide Displacement by Object Extraction with Ground Based Portable Laser Scanner, Proceedings of the 25th Asian Conference on Remote Sensing, Chiangmai THAILAND, pp.83-89, 2004

Takeshi MIYATA and Masataka TAKAGI, Acquisition Method of High Accuracy Ground Control Points for High Resolution Satellite Imagery, Proceedings of the 25th Asian Conference on Remote Sensing, Chiangmai THAILAND, pp.471-476, 2004