

総合防災システムに関する研究

那須清吾 草柳俊二 島 弘 高木方隆 大内雅博

高知工科大学工学部

〒 782-8502 高知県香美郡土佐山田町宮ノ口 185

E-mail: takagi.masataka@kochi-tech.ac.jp

要約：地震・豪雨などによる災害に対して、より効率的・効果的に対応するため、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研究するものである。具体的取組みは、災害監視とデータベースの構築、災害調査チームの結成と活動、市町村における防災システムの提案をベースに研究を実施している。

Abstract : This study is subjected to review the Disaster Prevention System for better effectiveness and efficiency. We should discuss how to research and investigation on course of disaster, how to design and operate infrastructures of software and hardware, and how to build systems. Disaster prevention as a system is also going to be discussed from a management point of view. The subjects are classified following topics: Disaster monitoring and database management system, Establishing an investigative team for disaster and Proposing disaster management systems for local government.

1. はじめに

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

いて間直さなければならぬ。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が求められている。本年度の具体的取組みは、災害監視技術の調査とデータベースの構築、災害調査チームの結成と活動、市町村における防災システムの提案をベースに研究を実施している。

2. 災害監視とデータベース構築

2.1 災害監視

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ティ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が問題となる。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 $\pm 2.5\text{cm}$ 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、7、10、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、実際に地表面の変定を捉えることは、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 $\pm 2.5\text{cm}$ 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。

2.2 災害データベース構築

災害監視と同時に必要な要素がデータベースである。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必要がある。

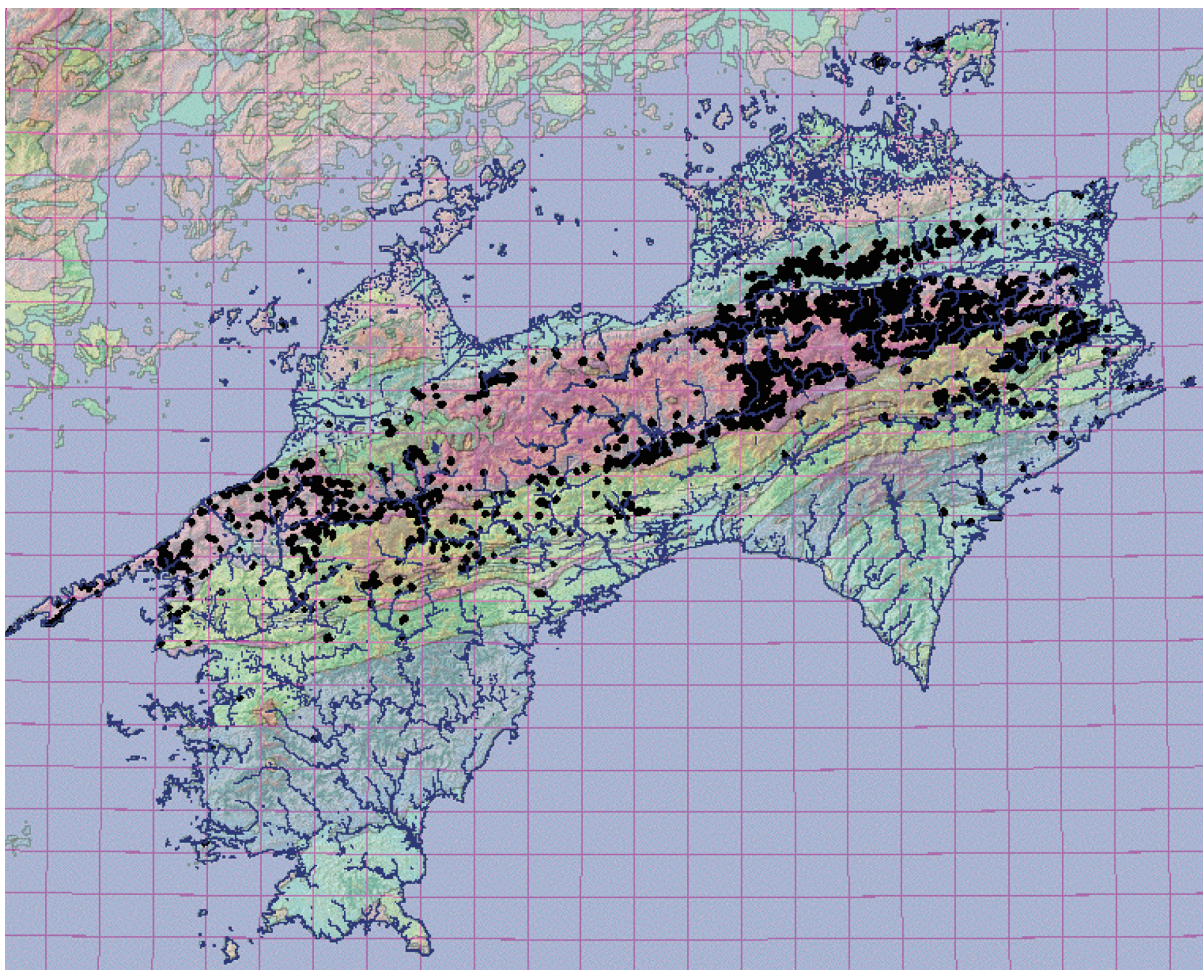


図1 四国における地すべりの分布

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。

今回、地理情報システムを利用し、災害データベース構築を試みた。現在まで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

3. 災害調査チームの活動

従来から災害調査は、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。

4. 市町村における防災システム

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。

文献

(1) 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

(2) 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

(3) Jong Hyeok JEONG and Masataka TAKAGI, Reducing Change Detection Errors due to Different Pointing Direction of Time Series Data, Proceedings of the 25th Asian Conference on Remote Sensing, Chiangmai THAILAND, pp.1551-1556, 2004

(4) 坂井知也・高木方隆, レーザースキャナデータの高精度基準点座標取得, 日本写真測量学会平成16年度秋期学術講演会発表論文集, pp.81-84, 2004

(5) 氏家康二・光岡操・高木方隆, レーザースキャナを用いたポリゴン抽出による地すべり変位追跡, 日本写真測量学会平成16年度年次学術講演会発表論文集, pp.13-15, 2004

(6) Jung Jong Hyock・高木方隆, Accuracy

Evaluation of Change Detection using ASTER
and IKONOS Image, 日本写真測量学会平成

16 年度年次学術講演会発表論文集, pp.119-121,
2004