

## 土石流検知警報システムの開発 (第2報)

鹿児島工業高等専門学校 学生員 北園恭兵・松元樹 正員 疋田誠  
 崇城大学工学部 正員 森山聡之

### 1. はじめに

近年、集中豪雨や台風を原因として日本各地で土砂災害が多発している。平成5年の鹿児島豪雨災害では、発生した土石流で家屋の崩壊や道路の寸断による集落の孤立などにより、多数の死者及び行方不明者をだす甚大な被害が生じている。河川の氾濫に比べ、土石流による死者が非常に多い原因は、土石流が山間部での土砂移動現象であり、発生から居住区域までに到着する流下時間が短く、土石流発生の予知方法は十分でない点にある。このため、突発的に発生する過疎地の土石流被害を避けることは容易でない。本報では、従来の土石流検知警報システムを改良し、2つのシステムで構成し、実用化の向上に努めた。即ち、観測小屋型：AC電源の確保でき、通信回線が良好な地域において、無線LANとADSL回線を利用するシステム。ロボット型：太陽電池を利用せざるを得ない山間部で、通信回線がよくない地域において、MCA無線・ISDN回線を使用するシステム。これらを併せた総合的な土石流検知システムを考案、構築した。

### 2. ロボット型土石流検知装置の製作

従来のシステムは、観測小屋を設け、暗視カメラ、雨量計、振動センサーの各設備が個々に分かれていた。このため、改善し、各設備をとりまとめて、図-1のようなロボット型土石流検知装置を製作した。この方式は、急斜面での設置は足場の面積が狭くても容易に設置可能で、設置場所の変更もスムーズに移動できる。砂防工事を行う現場での利用を考えると、本検知装置の次の現場への移動も容易になる。AC電源の確保は容易でないので、バッテリーとソーラーパネル2枚構成で、省電力で稼働するように努めた。これにより電力が通っていない地域にもこの装置を設置することができる。このロボット型の検知装置は野尻川上流(五号ダム左岸)に設置予定である。野尻川下流の流路工付近は、AC電源が確保できるので、観測小屋型の検知装置を設置予定である。

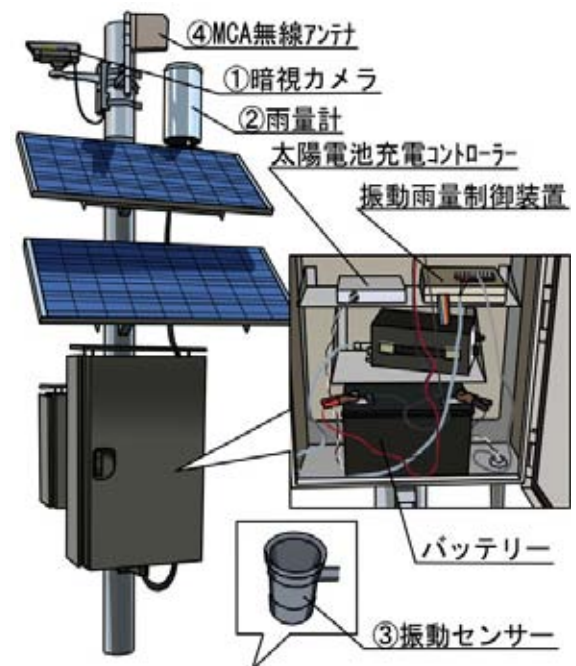


図-1 土石流検知装置(ロボット型)

### 3. 無線LANとMCA無線の使用

データ通信では、データ通信料と通信の安定性の2つの条件を満足させる課題を解消させる必要があるが、その実現は容易でない。対策として、無線LANとMCA無線の二つを検討した。

無線LANの利点は、アンテナの角度調整をすれば、いったん装置設定後は通信料が全くかからず、許可も不要の点にある。2つのアンテナ間が相互に見通せる距離であることが必要になる。距離が長くなると、通信の動作不安定または通信不可になることがある。一方、MCA無線はタクシーなどに使用されている移動型の第三者無線で、若干の使用許可と初期経費と通信料を必要とする。その利点は、阪神・淡路大震災にもシステムが正常に利用できた実績を有し、山間部でも比較的通信可能、通信が比較的安定している点にある。

設置する場所により二つの内一つの通信方法を選択する必要がある。野尻川上流の5号ダム上流左岸に、MCA無線を利用しロボット型の土石流検知装置を、野尻川下流では、流路工の右岸の堤防上に、無線LAN通信を利用した観測小屋型の土石流検知装置を設置、平成21年の梅雨・台風時にデータ収集を予定している。

### 4. ISDN回線の使用

図-2は、土石流センサーで得られるデータを移動する際の模式図である。

暗視カメラの画像情報は無線LAN接続であれば頻りにデータ収集可能となるが、MCA無線の場合は1分間隔程度となる。一方、雨量計、振動センサーの2種類のデータは、振動雨量制御装置にいったん集積・

変換する。MCA 無線の場合は鹿児島市の赤崩山の MCA 無線制御局を經由し、無線 LAN の場合は振動雨量制御装置からアンテナを通し、直接、桜島国際火山砂防センター内のインターネット用の WEB サーバーに転送され、データが蓄積される。なお、同センターには、ADSL・光ファイバー等の高速通信網が整備されていないため、従来のアナログ回線をデジタル化する ISDN 回線を利用している。住民は、各家庭やケーター端末から、砂防センターの WEB サーバーにアクセスすることにより、安定したデータの取得が可能となっている。

**5. 携帯電話を利用した土石流検知警報システム**

1)雨量と地盤振動による土石流警報の作動原理

土石流の発生は累加雨量と雨量強度によって決定されると言われているが、桜島長谷川では 40 分雨量の値に着目すれば十分である<sup>2)</sup>。更に、土石流による地盤振動の大きさは流量に比例し、振動周波数に着目すれば、水流と土石流の識別も可能である<sup>3)</sup>。地域住民は家庭の固定電話、または移動中の携帯電話から、これら土石流発生を検知情報を入手することにより、警戒避難を迅速に行うことが実現する。

2)携帯電話を用いた土石流警報に関する画面操作方法

住民は、桜島の WEB サーバーにアクセスし、土石流検知警報システムのソフトウェア(ドコモ用 i アプリ)を入手、起動させる。

写真-1 は起動時の初期画面で、現在の雨量と振動のレベルが確認出来る。土石流発生の危険度は色別に表示、白<空<紺<橙<赤<赤点滅、の順に大きくなっている。写真-2 は 40 分雨量を選択した場合の表示画面である。10 分雨量強度と過去 4 時間の累加雨量を表示した一例である。土石流検知警報装置は、桜島野尻川の上流と下流の 2 地点に設置予定である。写真-1 のトップ画面で切り替え、いずれも閲覧可能となっている。

**5、おわりに**

現在、携帯電話の普及率が非常に高く、本システムの構築は非常に有効と考えている。今後、各家庭の固定端末や検証に使用したドコモ以外の携帯電話からの接続用ソフトの開発も必要である。

**謝辞:**国土交通省大隅河川国道事務所、同桜島砂防出張所、(財)砂防・地すべり技術センター、(株)アイエムティ、(株)NTT ドコモ、に多大なご協力を頂いた。ここに関係者各位に厚く感謝申し上げる次第です。

**参考文献:**

- 1)八反田・他:土石流検知警報システムの開発,土木学会西講-H16 年度,198-199,2004.3、
- 2)平野・疋田・森山:活火山流域における土石流の発生限界と流出規模の予測,土木学会水講-30,181-186; 1986.2、
- 3)疋田・橋本・森山・酒谷・会田:振動センサーを用いた土石流の検知と流量予測,河川技術論文集-9;土木学会,241-246,2003.6.

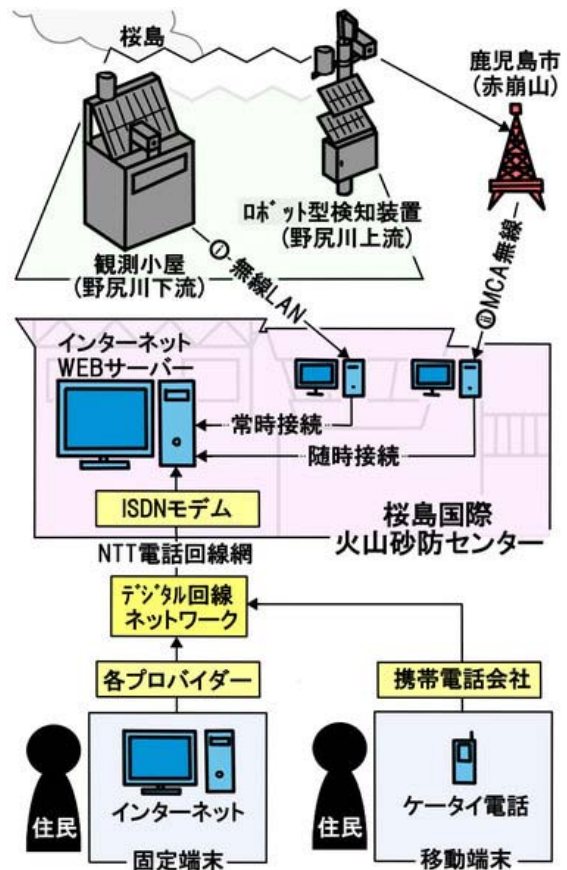


図-2 警報システムの構造



写真-1 トップ画面

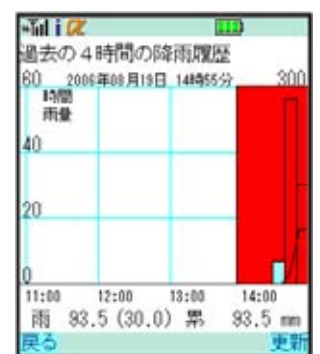


写真-2 雨量情報