

土石流から住民を安全に避難させる仕組みの構築

(株) 藤井基礎設計事務所 ○小村 芳生
藤井 俊逸

1. はじめに

近年、局地的な集中豪雨の増加に伴い大規模な土石流災害が多発している。¹⁾ 中国地方においても平成25年7月の山口島根豪雨災害、8月の島根県西部豪雨、平成26年8月の広島豪雨災害などで多大な被害が生じている。

土石流災害発生現場や土石流危険河川では土石流センサーを設置して河川の監視を行い、下流の住民や災害復旧工事現場作業員の避難判断を行っている。しかし、土石流センサーは土石流発生後に警報を発令するもので、土石流の発生源から下流まで十分な距離があれば水平避難が可能な時間も稼げるが、多くの災害現場では河川の長さが500m以下となっており、土石流の流下速度（～20m/s）から考えると避難に10～20秒程度の猶予しかない。これでは住宅内での垂直避難が限界と考えられる。

避難に必要な時間を稼ぐためには土石流の発生を予測して行動する必要がある。このため、土石流の発生と密接な関係を持つ降雨量の予測と監視を行い、従来の土石流センサーと併せてより安全に避難する仕組みを構築した。

2. 雨量監視・警報システム

(1) 気象庁予測のデータ活用

気象庁は降水短時間予報や高解像度降水ナウキャストによりある地点の降水量を約1時間先まで高精度で予測できるようになっている。その情報はインターネットで閲覧できるが、個人に自動的に知らせてくれるものではない。このため、気象庁のデータを当社サーバーに自動的に取り込み、登録された地点の雨量が設定値を越えることが予測される場合、登録されているメンバーのメールアドレス（携帯電話・スマートフォン・パソコンなど）にメールを配信するプログラムを開発した。（図-1）

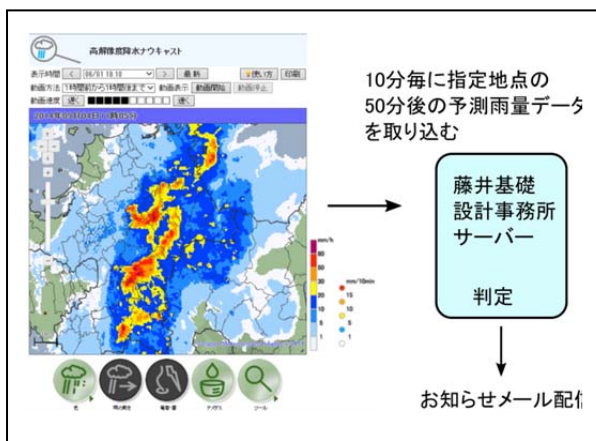


図-1 気象庁高解像度降水ナウキャスト²⁾との連携

(2) 雨量計設置による雨量観測とデータ配信

集中豪雨が局所的に発生する一方、気象庁のアメダスなど公官庁の観測点は限られている。ある場所の正確な雨量を知るためにはそこに雨量計を設置して観測する必要がある。また、一般的な1時間雨量データでは短時間の集中的な降雨状況を知ることが出来ず、避難の判断のタイミングが遅れてしまう恐れもある。このため、雨量を知りたい場所に雨量計を設置し、正確な雨量を観測し、10分毎に雨量データをサーバーに取り込み、専用のインターネット画面にグラフ表示して配信するようにした。関係者は何時でもインターネット画面で現在の正確な雨量（10分間雨量・1時間雨量・降りはじめからの累積雨量）を知ることができる。

設定値を越える雨量が観測された場合、警報機（屋内・屋外）を作動させ、関係者に「警報メール」を配信して避難を促すシステムを開発した。（図-2）

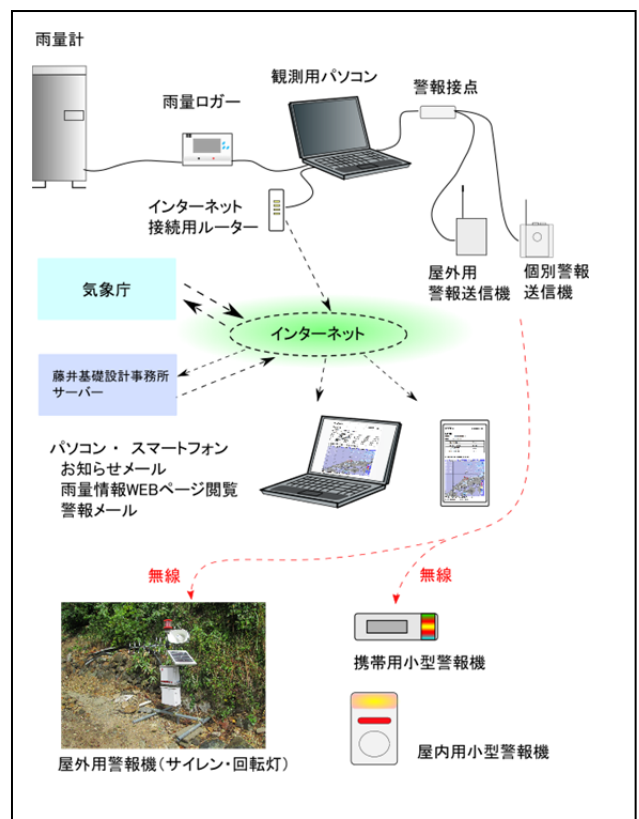


図-2 雨量情報提供サービス「アメクル」

(3) 雨量視・警報システムの活用方法

雨量情報提供サービスの導入と避難行動の例

- ① 事前に10分間雨量10mm（1時間雨量60mm相当）で「お知らせメール」と「警報メール」の配信を設定しておく、

メンバーの間で避難の準備や連絡方法、避難経路、避難場所を打ち合わせておく。

- ②気象庁予測によりその地点に強い雨（10mm/10分間）が予測される50分前に「お知らせメール」が届く。
- ③気象庁の高解像度降水ナウキャスト画面などで雨雲の動きや降雨量を確認する。
- ④強い雨が降る前に避難の準備を行っておく。
- ⑤雨量計で実際に強い雨（10mm/10分間）が観測された時点（警報メール着信）で避難を開始する。
- ⑥あらかじめ決められた経路を通り、土石流が発生する前に決められた安全な場所に避難する。

多くの土石流災害現場で土石流の発生は強い雨がある程度、継続した後に発生している。実際の土石流災害時の雨量データにこの仕組みを当てはめて考えると（図-3；広島豪雨災害の雨量データ）（図-4；津和野災害時の雨量データ）で避難準備の時間が確保でき、土石流発生前に避難が完了すると考えられる。

（予測雨量、実測雨量を10mm/10分間に設定した場合）

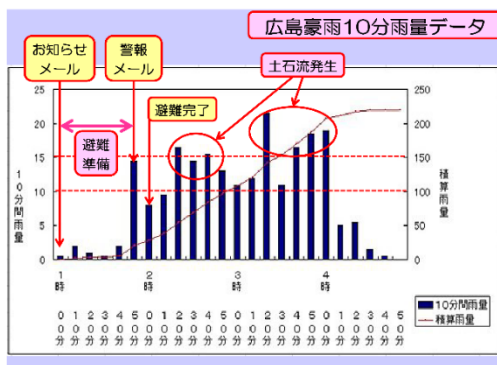


図-3 広島安佐南区豪雨災害データ(10分雨量)

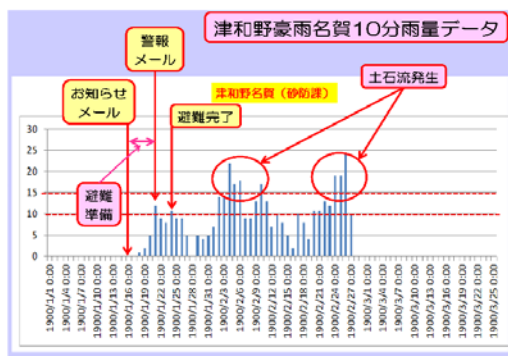


図-4 津和野名賀地区豪雨災害データ(10分雨量)

3. 土石流発生の検知、通報、確認

(1) 土石流センサーによる河川監視

雨量警報により避難した後、実際に土石流が発生したことを土石流センサー（表-1、図-5）によって検知し、警報機、メール通報装置などで通報する。また、土石流の発生源が天然ダム（河道閉塞）の決壊など突発的である場合は雨量による予測が困難であり、この場合は土石

流センサーによる警報によって避難（垂直避難）する。

表-1 土石流センサーの方式別特徴

	方式	長所	短所
センサー	光	高価・何度でも反応	土石流の識別が難しい
	振動・音響	高価・何度でも反応	土石流の識別が難しい
	ワイヤー	安価	切断後は無反応
信号伝達	有線式	機器が単純で安価	動物の噛み切り誤報が多い
	無線式	ケーブル不要・受信機設置場所を選べる	機器は比較的複雑で高価

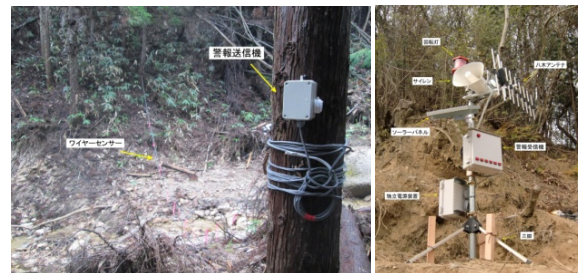


図-5 無線式土流警報システム

(2) WEB カメラによる河川の状況確認

土石流センサーは土石流の発生を接点信号や数値データにより通報するが、河川の状態や下流の住宅の被災状況などを知ることはできない。これらは目視による判断を行うしかないが災害現場への立ち入りは危険を伴う。WEB カメラは安全な場所で土石流発生現場の状況を知ることができる。

4. おわりに

この仕組みは設定した値により避難準備、避難開始のタイミングを知らせることができる。予測に基づく避難は空振りに終わる場合もあるが、これを恐れて避難の判断が遅れてはならない。トラブルを防ぎ、システムを円滑に運用するためには地域住民が一体となって防災に関する知識を学び、判断や指示、避難についてあらかじめ合意を得た上で行動する必要がある。

今後、通報機器や観測機器などハード面の充実だけでなく住民の防災学習の実施などソフト面も併せた避難システムを普及させていく必要があると考える。

《引用・参考文献》

- 1) アメダスで見た短時間強雨発生回数の長期変化について 気象庁
<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/info/heavyraintrend>
 (確認日 2015 年 6 月 3 日)
- 2) 気象庁高解像度ナウキャスト 2014 年 9 月 4 日データより