

表層崩壊地近傍急傾斜地の現況調査と加速度センサーによる防災システムの開発（その2）

東海大学 学生会員 ○幡野 雅春・中村 勇介
東海大学 正会員 梶田 佳孝・杉山 太宏

1. まえがき

昨年9月に発生した台風18号では栃木県日光市・鹿沼市において、平成26年8月には広島市において豪雨による大規模な土砂災害が発生したことは記憶に新しいところである。このような土砂災害は毎年のように繰り返して発生し、その件数は増加する傾向にある。この要因として、日本列島の地盤が主として火成岩で構成されていること、湿潤な気候であること、急峻な地形であることなどが挙げられる。加えて近年発生するゲリラ豪雨や地震によって今後もこのような災害の発生が見込まれる。そこで、過去の災害履歴から土砂災害の発生が危惧されている地域の地形や地盤調査を行い、地盤の変状を捉える加速度センサーを利用した安価な斜面防災システムを構築することで人的な被害を最小限に抑えたいとの思いから研究に取り組んでいる。

本稿では、神奈川県伊勢原市大山地区を調査対象地域として、表層崩壊履歴のある沢部の現状調査を行った結果と、現地への設置を目的として開発した加速度センサーによる防災システムに述べる。



写真-1 関東大震災直後の土砂災害¹⁾

2. 現地調査

伊勢原市大山地区は、写真-1のように、1923年関東大震災直後に大規模な土砂災害に見舞われた。またそれ以前にも寛永2年（1625年）から幾度となく災害を受けてきた。現在全14箇所の土砂災害特別警戒区域が指定されており、いずれも沢地形となっている。大山地域の岩盤の地質は、丹沢層群大山亜層群に分類されており、山頂から子易地区までが中期中新世-後期中新世非アルカリ苦鉄質火山岩類（安山岩・玄武岩）、子易地区からふもとの地域までが中期中新世-後期中新世の非アルカリ珪長質火山岩類（デイサイト・流紋岩）で構成されている（図-1参照）。これらの岩石は素手で割ることができるため、非常にもろい性質であることが現地調査により確認された。また、沢や路頭の観察から表層の土壌は富士山・箱根由来の火山灰（層厚1~2m）で覆われており、その下に岩盤が構成されていることが分かった。



図-1 大山地区付近の地質²⁾



写真-2 調査対象斜面



写真-3 二次堆積物

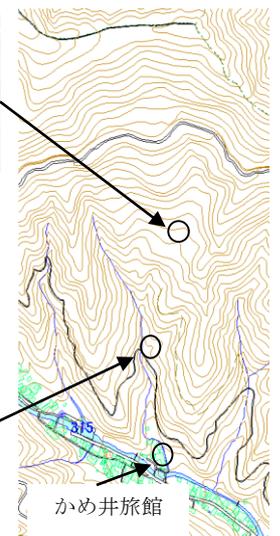


図-2 調査位置平面

Keefe(1984)が提案した地震断層から土砂移動現象発生最遠地点までの距離とマグニチュードの関係より、調査地直近で最も活動度の高い国府津-松田断層から大山までの距離は概ね14kmで、Keefeの提案図に当てはめるとM5.0以上の地震で表層崩壊が発生することが推定された。

調査した大山地区の各沢のうち開山町にある旧K旅館の上流部に広がる追平沢（図-2参照）は、関東大震災直後の土砂災害が発生したことが分かっているため、この沢を調査の対象に選定した。沢の調査からは、写真-3のように大小様々な礫が混入した層厚1~2mの二次堆積物の地層も観察され、これは過去の土石流による堆積物であると推定される。この地層からこの沢で過去に発生した山津波（土石流）の規模が想像された。

キーワード 土砂災害、現地調査、加速度センサー、防災システム

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-4-1 0463-58-1211 e-mail:sugi@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

3. 加速度センサーを活用した防災システムの開発

現在、いくつかの斜面崩壊感知センサーによる災害感知システムが開発されており、実際に斜面崩壊の予知のために利用されている。これらの性能は保証されているが、コストパフォーマンスが低いために多くのセンサーの設置が難しい。そこで、加速度センサー「小型無線モジュール TWE-Lite2525A」(写真-4)などの観測装置とワンボードマイコンの一種であるオープンソースハードウェア「Tabraino」(写真-5)を組み合わせ、より安価で、かつ、無料のクラウドや Twitter を活用した防災システムの構築を目指した。

観測装置の親機と子機との通信は Wi-Fi 無線ルーターと同じ規格の 2.4 GHz の無線帯、親機から基地局までの通信を 3G 回線と同じ 3.0 GHz 無線帯を使用する。装置の電源については、加速度センサーは豆電池を使用し、親機はソーラーバッテリーを使用する。使用した加速度センサーは変状を察知し稼働するまでは電源を使わず、親機は太陽光と鉛蓄電池で供給するため、半永久的に電源供給を行うことを可能にした。

また、加速度センサーは、風雨を避けるために直径 52 cm ほどの市販のイスキャップに入れ、長さ 45 cm の木製の丸杭にはめ込み、地盤に立てられるようにした。加速度センサーの感度や仕様は、初期設定(購入時)の状態を利用した。すなわち、観測は 2 秒間ごとに行い、加速度 2000 mgal 以上の加速度値を検知後は 0.5 秒間隔で観測しデータを送信する。OTA (Over the Air) 設定を行うことにより動作モードとパラメータを変更でき、観測する間隔は 1~250 秒、データを送信する基準の加速度値は 1~15000 mgal の間で自由自在に設定可能である。

親機 (Tabraino) の内部では、加速度センサーから送られたデータを一度 EPROM に保存し、静止時とのデータと差分をとり、SD カードに保存し、20 秒間の変動がなくなった後、M2X (図-5) と Twitter (図-6) に転送する。なお、図-5 は 10 秒間加速度センサーを振ったときの加速度値のグラフである。



写真-4 加速度センサー(子機)



写真-5 Tabraino (親機)



図-5 加速度値のグラフ (M2X サーバー)



図-6 Twitter に投稿された画面

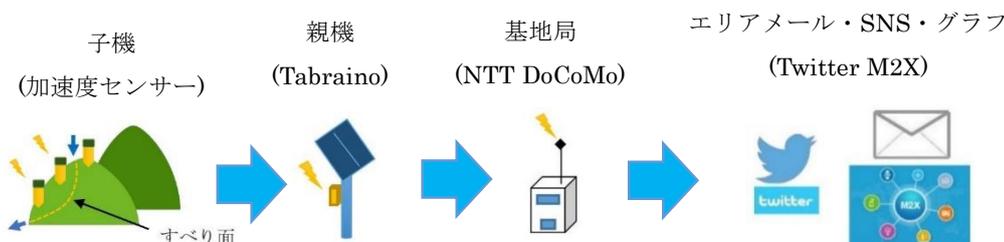


図-4 本システムの流れ

4. まとめ

観測からクラウド上に加速度値のグラフ化、Twitter アカウントに通知するという一連の流れ(システム)を構築することができた。また本システムは、他の市場製品と比べて 10 分の 1 以下となる一式 7 万円程度(ハード費用)で提供できる可能性がある。このシステムが完成すれば、多くの自治体や個人でも購入できる可能性があるが、そのためには、加速度センサーの電波強度、実際の精度・感度、耐久性等について十分に調査する必要がある。

参考文献

- 1) 神奈川県伊勢原市教育委員会, 2) 岡重文・島津光夫・宇野沢昭・桂島茂・垣見俊弘(1979)『5 万分の 1 地質図幅「藤沢」』産業技術総合研究所地質調査総合センター, 3) 中村浩之・井上公夫・土屋智(2000)『地震砂防』古今書院, 4) 高本孝頼(2014)『みんなの Arduino 入門』リックテレコム, 5) 大澤文孝(2015)『TWE - Lite ではじめる「センサー」電子工作—「加速度」「位置」「温度」の情報を無線で飛ばす!』工学社