

安価かつ簡素な土砂移動発生時刻記録装置の開発と現地検証の試み

独立行政法人 土木研究所

○水谷佑・木下篤彦・高原晃宙・石塚忠範

株式会社総合防災システム研究所

能和幸福(前(独)土木研究所 交流研究員)

京都大学 防災研究所

堤大三・宮田秀介

国土交通省 関東地方整備局 日光砂防事務所

佐藤勇・斎藤一裕

1. 背景と目的

土砂災害に対する警戒避難において、表層崩壊・土石流・深層崩壊等、土砂移動の発生場所・発生時期の予測は重要であり、研究・技術開発が進められている。筆者らは、表層崩壊発生危険度評価手法や斜面崩壊検知センサーを開発し、全国的に検討・試験運用が実施されてきた^{1)・2)}。これらの技術をもとに斜面崩壊発生と各種水文観測データの相関を分析し、雨量以外の水文指標の導入、警戒情報の高度化を視野に入れて研究を進めている。

これまでに斜面崩壊を検知できた事例は1件のみ^{3)・4)}であり、さらなる事例の蓄積が必要である。事例蓄積の手段として機器の増設が考えられるが、既存機器においては主にコスト面で改善の余地が残されている。

本研究では、土砂移動発生時刻の記録に機能を特化した安価で容易に作成・設置が可能な検知機器を以下の条件を設定して開発し、現地適用性を検証した。

【開発条件】①材料費1万円程度(安価な市販品の組合せ) ②製作に係る時間は1機2～3時間程度 ③簡素な構造で一般的な工具で作業可能 ④乾電池で動作が可能で設置が容易 ⑤基本的に調査・研究での使用を想定し、通信機能は付与しない

2. 機器構成と検知の原理

2.1 機器の構成

本機器は土砂移動発生時刻を記録するロガー部、ロガー部に電気を供給する電源制御部、土砂移動を検知するセンサ部、その他部品で構成される(図-1)。

機器は縦180mm×横120mm×深さ60mm程度の容器に収容し、除湿のための乾燥材を同封する。

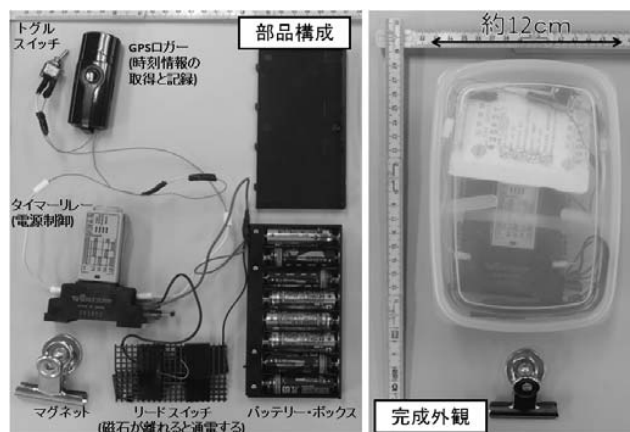


図-1 部品構成および完成外観

2.2 検知の原理

本機器による土砂移動検知の原理は、以下のようである。

①土砂移動の発生によってマグネットがリードスイッチから離れる⇒ ②リードスイッチが通電する⇒ ③タイマーリレーに給電され、同時にGPSロガーが起動する⇒ ④GPSは衛星から時刻情報および位置情報を取得し、内部のロガーに記録する⇒ ⑤あらかじめ設定した所定の時間に達すると、タイマーリレーがGPSへの給電を中止する⇒ ⑥GPSが記録した最後の時刻から⑤の所定の時間を差し引き、土砂移動発生時刻を得る

また、本機器には、以下のような特徴がある。

①イベント発生時のみ起動することから、省電力化を図ることができる。 ②起動後にGPSが時刻情報を取得することから、正確な時刻を記録することができる。 ③安価な部品を用いることができ、製作コストを抑えられる。 ④接触型の検知方法であり確実なデータを取得できる。 ⑤簡素な構造・原理であることから、様々な土砂移動関連現象にも応用できる可能性がある。

3. 現地適用性の検証

表-1 設置方法及び最高地下水位の把握方法

3.1 設置方法の検討及び室内検証実験

表-1 に示すように、誤検知が少なく確実なデータを取得する【設置方法①】と、1機でより広い範囲をカバーする【設置方法②】を考案した。また、土砂移動発生時の斜面の水分状態に関する情報を少しでも得るため、最高地下水位を把握する方法についても検討した。

それぞれ、現地への設置前に室内にて簡易的に実験を行い、土砂移動の検知（GPS の起動）と最高地下水位の記録が可能であることを確認した。

3.2 現地検証の実施

現地検証を実施する試験箇所として、以下の

観点から京都大学徳高砂防観測所ヒル谷試験流域（岐阜県高山市）及び日光砂防事務所管内稲荷川流域を選定した。

- ①頻繁に土砂移動が発生する箇所であること ②設置に際して地権者・管理者等の許可を得られる箇所であること ③土砂移動や斜面水文に関する研究・調査が豊富な箇所であること ④観測データが蓄積されていること、または観測機器が整備されている箇所であること

ヒル谷試験流域には2013年7月上旬に源頭部崩壊裸地斜面（設置方法①）及び既往観測斜面（設置方法②）に、稲荷川流域には同年8月下旬に段丘面崩壊地（設置方法②）及び近傍崖錐の Ril（侵食拡大の検知）に設置した。また、設置後は約1カ月の間隔で2～3回の現地確認を実施した。

4. 検証結果と課題

試験設置による検証結果を以下に整理する。課題としてはマグネットの固定方法および機器設置方法の改良や、GPSのみを交換できる構造への改良等が挙げられる。また、今後、河床変動や側岸侵食・溪床堆積物の再移動等、斜面崩壊以外の現象への適用性についても検討していく予定である。

- ①機器自体が小さい、電源設備等が不要、現地の攪乱が少ない等の理由から、設置による負荷は低減できていると評価できる。 ②観測期間中、ヒル谷・稲荷川とも、設置箇所近傍の斜面では土砂移動は発生しなかった。 ③【設置方法②】の機器で、雨を含んだロープの自重によってマグネットが外れていたほか、動物の接触によってマグネットが外れていた（周辺の痕跡から推察）。 ④機器自体に故障は生じず、1出水期中の設置に耐え得ることを実証した。 ⑤現在、越冬の可能性を検証中であり最高地下水位の計測結果は、融雪期後に確認する予定である。

【参考文献】

- 1)(独)土木研究所土砂管理研究グループ 火山・土石流チーム；土木研究所資料第4129号 表層崩壊に起因する土石流の発生危険度評価マニュアル（案）平成21年1月,2009
- 2)(独)土木研究所土砂管理研究グループ 火山・土石流チーム；「土砂災害の警戒避難支援のための斜面崩壊検知センサの開発」共同研究報告書 平成21年3月,2009
- 3)西村ら；「斜面崩壊検知センサーによる表層崩壊の検知について～石狩川上流における事例～」,第61回平成24年度砂防学会研究発表会概要集 p.652-653,2011
- 4)早川ら；「表層崩壊発生時の水文観測データに関する分析と考察(石狩川上流における検知事例について)」,第62回平成25年度砂防学会研究発表会概要集 B p.B-324-B-323,2012

	【設置方法①】	【設置方法②】	最高地下水位把握
説明	土砂移動によってマグネットを固定した杭とロガーが離れる ⇒GPSが起動 ロガー1:対象箇所1でカバー範囲が1点のみだが誤検知が少ない	土砂移動で杭が移動し、マグネットがロガーから外れる ⇒GPSが起動 ロガー1:対象箇所複数でカバー範囲が広がるが誤検知が多い	地下水位の上昇とともにマーカも浮きあがり、水位低減時には塩ビ管に付着 ⇒最高地下水位を記録できる
模式図			