

電波水位計を用いた泥流・土石流検知の可能性

株式会社総合防災システム研究所 ○小川 達則

株式会社拓和

能和 幸範

国際航業株式会社

佐々木 寿、永田 直己

北海道大学地震火山研究観測センター 青山 裕

1 はじめに

泥流・土石流災害防止のための警戒避難体制を確立・支援する上で、泥流・土石流の検知に関する情報は、非常に重要である。

現在、泥流・土石流の検知は、ワイヤーセンサーや振動センサー等がよく使われている。ワイヤーセンサーは、構造が単純であるため、検知の信頼性が最も高い方法として知られているが、切断毎にワイヤーの張替え作業等の維持管理を要する。振動センサーは、繰り返しの検知が可能であるが、土石流流下・流路状況等（土石流タイプや自然河道か三面張り等の河床状況による違い）によって伝搬特性が異なり、検知警報レベル（しきい値）の設定や土石流振動以外のノイズとの分離方法について課題が残る。

そこで、本報告では、“非接触”にて連続的に水位計測が可能な、「電波水位計」を用いた泥流・土石流検知の可能性についてまとめた。

2 電波水位計の特徴整理

電波水位計は、水面までのマイクロ波パルスの伝搬時間を計測することによりで、水位計の位置から測定対象までの距離を計測する。

非接触にて観測することができることから、ワイヤーセンサーと異なり、計測している高さレベルを繰り返し検知することが可能である。警報の設定は、水位高で容易に設定が可能であり、振動センサーの設置に必要なキャリブレーションの必要がない。超音波水位計に比べ気象の影響を受けず安定した精度が保てるほか、低消費電力つまり太陽電池やバッテリーでの運用が可能である。機器構成がシンプルで、比較的安価に設置ができる等の特徴があることから、設置条件の悪い溪流にも設置が可能であり、砂防分野での活用が期待できると考えられる。

<電波水位計（MIR-1）の主な仕様>

測定方式	: マイクロ波パルスレーダ方式 (パルス伝搬時間計測方式)
周波数等	: 5.8GHz 微弱電波
計測レンジ	: 0~10m (河川)、不感帯 0.5m
測定精度	: ±0.01m
動作環境	: -20~+70℃、IP65
電源	: DC24V、22mA

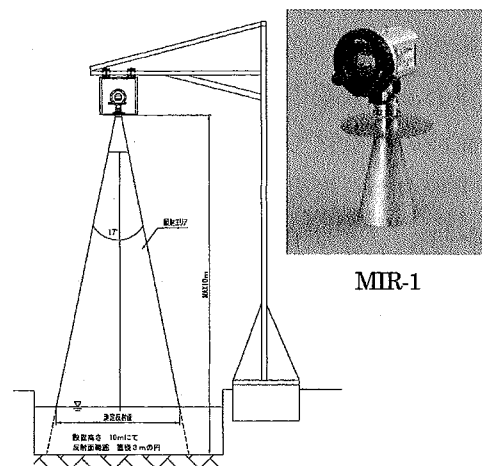


図1 電波水位計 設置例

3 検証方法

有珠山南側を流下する太平左の沢の床固工に電波水位計を設置し、泥流・土石流の検知を試みた。(観測期間: 2007年6月~2007年11月)

電波水位計は、水面に向け垂直に電波を照射する必要があるため、機器取付用の支柱(高さ3m)に設置を行った。警報レベルは、対象溪流の流下痕堰等の状況を踏まえ、水位高0.3m(警報解除は0.2m)を超過した場合に設定した。

なお、同地点に設置されている北海道大学地震火山研究観測センターの地震計(L-4C、短周期型速度計、固有周期1秒)にて、土石流の相対的な規模や流況の把握を行った。

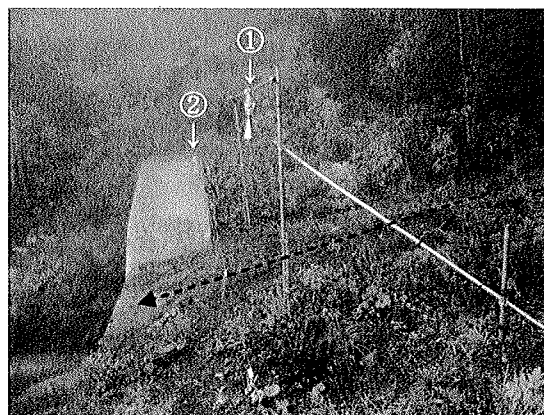


写真1 機器設置状況 (①電波水位計 ②地震計)

4 検証結果

4.1 警報発生状況

表 1 に、電波水位計による警報回数を示す。観測期間中、警報は、合計 32 回（5 日）発生した。警報発生は、降雨時かつ、地震計にて出水振動と思われる紡錘状の連続振動中に発生している。よって、電波水位計の警報は、誤検知をすることなく、確実に出水波高を連続的に検出し、警報出力したものと考えられる。

なお、水位高のみの警報条件の場合、通常洪水や積雪等と、泥流・土石流を判断することができない。土石流・泥流は、急激な水位変動が伴うことから、時間あたりの水位上昇の割合“水位波形勾配”を警報条件に加えることも一案と考える。

4.2 水位波形状況

7 月 28 日の泥流・土石流発生時の一連の水位計波形と地震計波形（10 秒最大値）を、図 2 に示す。地震計と水位計の波形形状が非常に近似しており、調和的な挙動を示している。

図 3 に示すとおり水位波形は、後続流の段波（1 分間に 7 回程度発生）のような微妙な変化を計測することができている。また、1 秒間で 0.1m を超えるような急激な水位変動も追従することができている。

図 4 に示す 9 月 20 日のイベントでは、地震計では流水に伴う連続振動を検出しているが、電波水位計の水位値の変動はなく、地震計の振幅が急激に立ち上がるタイミングで、突如水位を計測し始める水位波形が見られた。これは、電波水位計の計測範囲の河床が土砂の堆積により、滞筋・流心の変動による影響を受けたことが考えられる。

5 まとめ

電波水位計は、気象等のノイズの影響を一切受けずに、観測期間中に発生した泥流・土石流を確実に検出することができた。また、急激な水位変動にも追従ができ、安定した計測が行えることから、泥流・土石流の検知センサーとしての有効性について検証することができた。

さらに、電波水位計は、検知のみならず水位レベルを測定できるため、計画、管理等に必要な流量の把握が可能である。また水位測定以外にも、積雪深、降灰深の簡易計測（常時流水がない溪流に限る）等への活用も考えられる。

一方、電波水位計の観測・設置の制約から、滞筋・流心の変動等の河床変動等の影響を受けやすい。検知の信頼性を確保するためには、設置場所の状況に対応したセンサーの適切な選定・設置の検討及び、観測情報を組み合わせによる総合的な判断が必要である。

表 1 電波水位計警報回数

警報 ^{*1} 発生 日	警報回数 (時刻)	最高水位 ^{*2}	時間雨量 ^{*3}
7月28日	17回 (4:20～5:44)	0.70m	25mm(5:00) 12mm(6:00)
8月3日	4回 (11:05～11:07)	0.45 m	5mm(11:00) 3mm(12:00)
8月9日	1回 (3:20)	0.40 m	6mm(4:00)
9月15日	2回 (20:21,21:31)	0.65 m	9mm(21:00) 3mm(22:00)
9月20日	8回 (7:58～8:28)	0.74 m	4mm(8:00) 11mm(9:00)

*1 警報レベル 水位0.3m以上

*2 警報発生日の電波水位計による最高水位

*3 気象庁アメダス・伊達の観測値

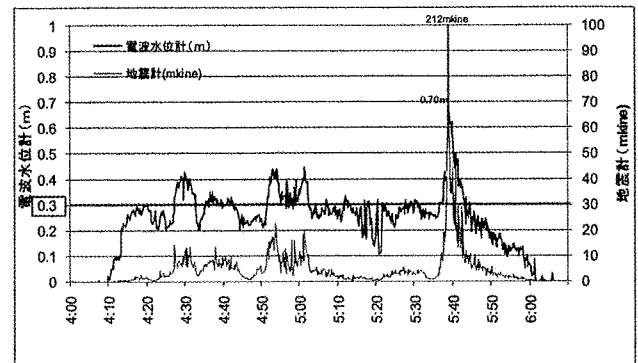


図 2 2007年7月28日 水位・振動データ

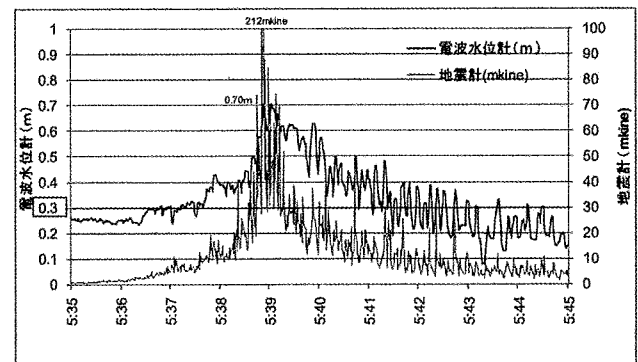


図 3 2007年7月28日 水位・振動データ
(ピーク前後5分間)

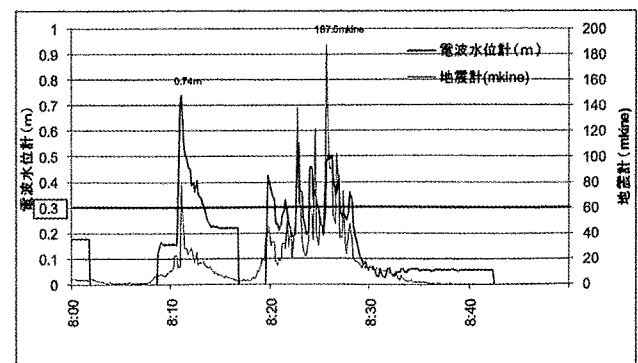


図 4 2007年9月20日 水位・振動データ

<参考文献>

- 1) 山田・南・水野：総合的な土石流検知手法の構築，土木技術資料，41-6，1999
- 2) 諏訪・山越・佐藤：地盤振動計測による土石流の規模測定，砂防学会誌，Vol.52，No.2，1999
- 3) 加藤・宮野・水山：芋川流域における小規模な河道閉塞（天然ダム）の決壊〔速報〕，砂防学会誌，Vol.57，No.6，2005
- 4) 武澤・柳町・山越・栗原：波形形状に着目した振動センサーの土石流検知基準の提案，平成 19 年度砂防学会研究発表会概要集，2007