

貯水式 IoT 雨量計の実証実験

沖縄大学経法商学部

○糸数 哲

TST ジャパン株式会社

古田兼三, 高田忠司

合同会社かちクリエイト

勝村英則

1. はじめに

近年、線状降水帯の発生や局地的短時間強雨の増加により、土砂災害リスクの空間的不均一性が顕著となっている。斜面崩壊は流域平均雨量のみならず、斜面単位での短時間降雨強度および先行雨量の局所差に強く依存することが知られている。局地的強雨が原因の土砂災害に対する警戒体制を構築するためには高密度の雨量観測網が必要となるが、既存のアメダス観測網は比較的広域配置であり、中小流域や危険斜面直上における観測密度は十分とは言えないのが現状である。そのため、高密度配置が可能な簡易型雨量計の開発が求められている。そこで本研究では、貯水式超音波 IoT 雨量計を開発し、沖縄県内での局所的な降雨を観測するために野外での実証実験を行った。

2. 貯水式 IoT 雨量計の概要

本雨量計は、降水を貯水タンク内に貯留し、非接触距離長センサーにより水位変化を測定する方式である(図-1)。貯水タンクの満水時にはサイフォンにより自動排水される構造となっている。本雨量計は可動部品がないため、保守負担が軽減される。また、電池駆動の IoT 距離計測デバイスを採用することで設置・運用のコストダウンも図っている。さらに、簡単に設置できることで可搬性も実現させた。計測データは LPWA 無線によりクラウドに送信される。2分間雨量データを5つ集め、10分ごとに Sigfox 通信でクラウドにアップする。クラウド上で距離から雨量換算、累積雨量を計算する。また、細かなノイズ除去、データ欠損監視、電池電圧等をモニターしている。Sigfox の DownLink で一日1回、IoT 距離計の内部クロックを校正する。

3. 注水試験および転倒マス式雨量計との比較実験

本雨量計の計測精度を確認するため、注水試験および転倒マス式雨量計との比較実験を行った。

まず、水圧一定の給水タンクと定量ポンプを組合せて注水試験装置を作成し、一定流量条件下で注水試験を行った。注水量と水位変化は高い相関を示し、

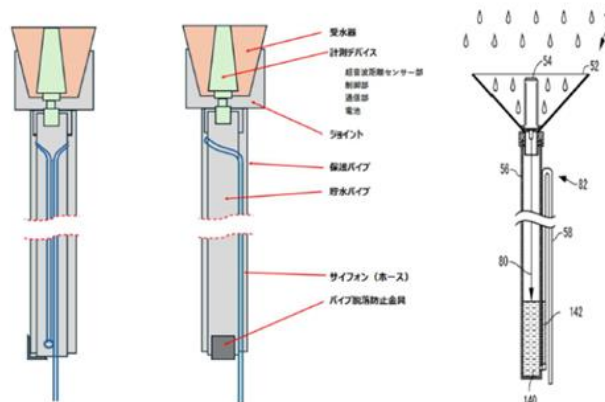


図-1 貯水式 IoT 雨量計の模式図

注水速度が変化しても注水量と水位変化の相関性は維持されることが確認された。最小検出分解能は【0.091】mm(水位検出分解能1mm/雨量換算0.091mm)であった。なお、分解能は雨量強度に相当する注水速度では変化しない。

本雨量計と転倒マス式雨量計との比較実験は野外で行った。自然降雨を対象にした比較実験で、本雨量計と転倒マス式雨量計との降雨波形は類似しており、降雨のタイミングおよび累積雨量の計測精度に大きな誤差がないことが確認された(図-2)。

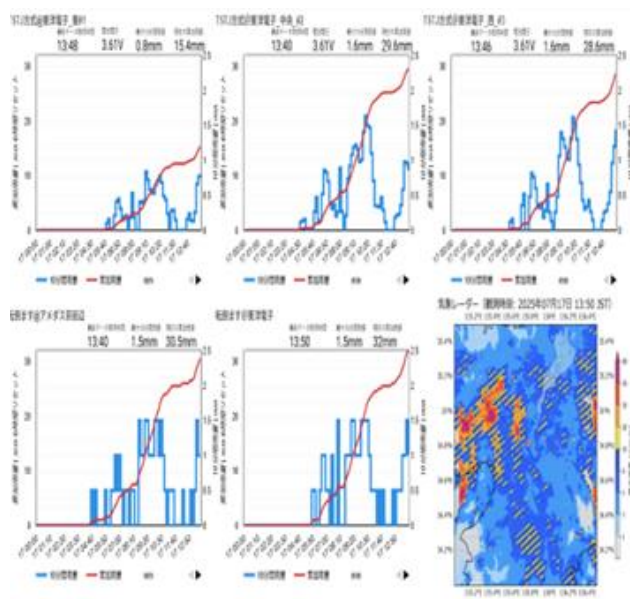


図-2 貯水式 IoT 雨量計(上段)と転倒マス式雨量計(下段)との比較実験結果

4. 沖縄県宜野座村における実証実験

4.1 実験方法

局所的な降雨(沖縄では、局所的降雨を「カタブイ」と呼ぶ)を観測するため、沖縄県宜野座村において本雨量計3台を1~2kmの間隔をおいて設置し(図-3)、2分間隔で雨量を計測した。観測地点周辺の植生の成長による降水補足への影響を避けるため、IoT雨量計の受水口を2m~3mの高さに設置した。2025年7月25日-26日に発生した降雨イベントを対象に総雨量および時間雨量を比較し、計測精度および応答特性を検証した。なお、降雨イベントの有無を確認するため、名護および東のアメダスデータ(転倒マス式雨量計)との比較も行った。



図-3 貯水式 IoT 雨量計の設置位置

4.2 観測結果

沖縄県宜野座村での観測結果を図-4に示す。図-4の上段は貯水式IoT雨量計の観測結果、下段はアメダス名護およびアメダス東の観測データとなっている。アメダスデータから、観測地点直近のアメダス観測所雨量計でも降雨イベントが観測されていることが確認できる。貯水式IoT雨量計3計測点の降雨波形は類似しており、3計測地点で対象降雨イベントが観測された。また、総雨量はほぼ一致しており、3地点とも対象降雨イベントの雨量(水位変化)を計測できている。

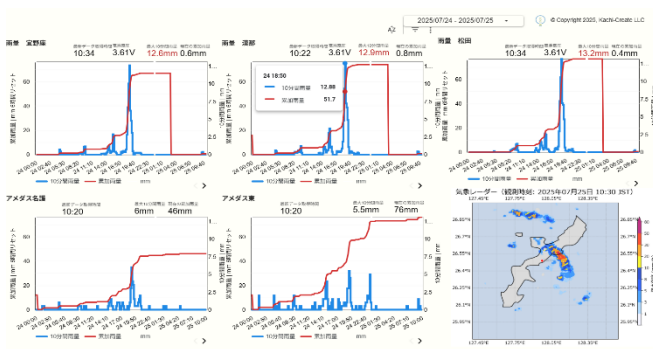


図-4 沖縄県宜野座村における観測結果

本雨量計の観測地点ごとの降雨波形の詳細を比較するため、2026年7月26日13:12~14:21の雨量データを図-5に示す。本研究での対象イベントでは複数の降雨ピークを観測しているが、局所的な降雨量の違いや、降雨ピークのタイムラグが観測された。総雨量は同様であったが、降雨ピークの発現時刻は異なることが観測されている。

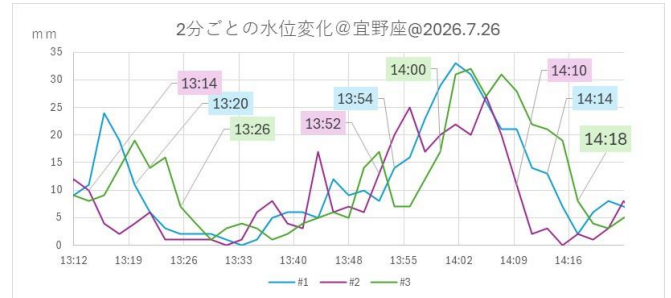


図-5 各地点における観測雨量の時系列

5. まとめと今後の課題

高密度の雨量観測網の構築を目指し、安価な簡易型雨量計を制作し、自然降雨を対象に実証実験を行った。本装置は危険斜面直上への複数点配置を可能とし、斜面単位での降雨分布把握や実効雨量評価の高度化に資する可能性があることが確認された。これにより、従来の観測網を補完する形での活用が期待される。その一方で、簡易メンテナンス、長期安定性などの課題について今後検証を進める必要がある。また、注水試験では強い降雨および積算雨量での注水量と水位変化の誤差は小さかったが、弱い降雨および短時間雨量ではその誤差が大きくなる傾向があったことから、弱い降雨に対しても注水量と水変化の誤差が小さくなるよう改善を図る予定である。高密度雨量観測への適用可能性が示唆されたため、今後は複数地点展開による流域降雨分布解析を進める予定である。

謝辞

本研究を行うにあたり、沖縄県宜野座村役場、東洋電子工業株式会社、新明和工業株式会社新事業開発部、特定非営利活動法人気象システム技術協会にご協力いただいた。ここに謝意を表します。

参考文献・Web サイト

特定非営利活動法人 気象システム技術協会 (2020) : 転倒マス型雨量計の特性評価に関する報告書。
<http://www.mest-japan.or.jp/wp/wp-content/uploads/2020/07/f43b4c13145a94ac7627ef8f02de8b1.pdf>