

# 降雨による斜面内地下水位変動予測のためのリカレントニューラルネットワークの適用

○福岡大学 学生会員 磯山 琴  
福岡大学 正会員 村上 哲, 西 智美

## 1. はじめに

近年では、令和2年7月豪雨、令和3年8月豪雨など大きな影響を与えるような記録的豪雨が発生しており、九州県内において甚大な被害をもたらしている。これらの被害件数のうち、地すべりの被害件数は1割ほどを占めている。地すべりは、外的要因によって地下水位が高くなり、滑動土塊の自重の増加や、すべり面上のせん断抵抗力の低下等により発生する。そのため、地すべり運動の危険性や防止対策工の検討などには、地下水位変動の予測が必要となる。地下水位変動の予測手法には様々な手法があるが、従来の手法は複雑であったり、必要なデータ項目が多かったり等、困難な場合が多い。一方、LSTMによって斜面内地下水位変動予測が可能であれば、非常に有効であると考えられる。伊藤は、降雨時の斜面内体流含水率の予測にLSTMの有効性を示した<sup>1)</sup>。そこで、令和2年7月豪雨によって、地すべりの被害にあった川崎町民運動公園(図-1)に着目し、LSTMを用いて地下水位変動予測を行い、その適用性の検証を目的とする。



図-1 対象地の地下水位観測地点とレーダーアメダス解析雨量のデータを用いた地点

## 2. 人工知能を用いた地下水位変動予測の方法

本研究では人工知能の中のニューラルネットワーク(NN)を用いた。NNは、人間の脳内の神経細胞を模した、入力層、中間層、出力層の3層からなる構造をしており、この構造を利用して、入力層と出力層の関係性を機械学習させ、最終結果を算出する。NNの中に、RNN(リカレントニューラルネットワーク)がある。RNNは、前の時刻の中間層を次の時刻の入力と合わせて学習に用いることで時系列情報の処理を可能にしている。しかし、RNNは短期記憶しかできないため、長期の時系列データは扱えない。そのため、RNNを改良し、忘却ゲート、入力ゲート、出力ゲートの導入により、長期の時系列情報の処理を可能にしたものがLSTM(長・短期記憶)(図-2)である。本研究で用いるデータは時系列データであるため、LSTMを用いて予測を行った。

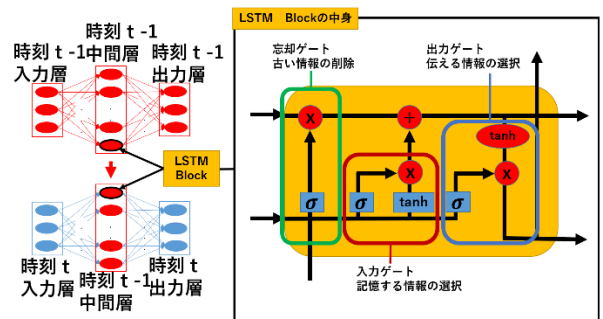


図-2 LSTMのしくみ

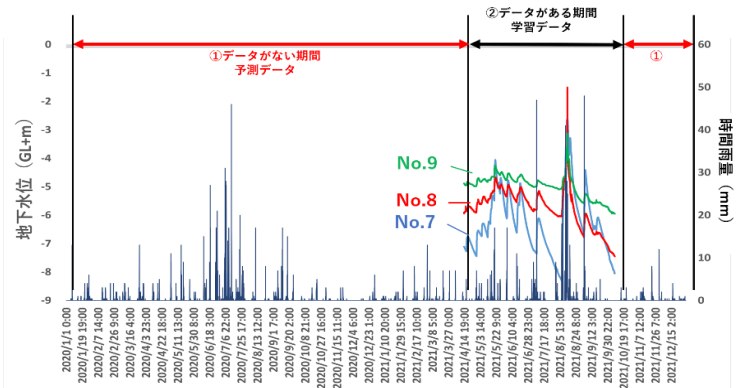


図-3 学習データと予測データの分割

機械学習には、対象地より最も近い地点のレーダーアメダス解析雨量のデータと、対象地の

No.7, No.8, No.9の3地点の地下水位のデータを用いた(図-1)。No.7の地下水位変動予測には、入力層に時間雨量と連続雨量のデータ、出力層に地下水位のデータを用いて学習を行い、No.8, No.9の予測には入力層にNo.7の地下水位、時間雨量、連続雨量のデータを、出力層にNo.8, No.9それぞれの地下水位のデータを用い

て学習を行った。2021年4月14日13時から2021年10月9日10時までのデータを学習データとして、2020年1月1日0時から2021年4月14日12時までの期間のデータと、2021年10月9日11時から2022年1月1日8時までの期間のデータの予測を行った(図-3)。

### 3. 人工知能を用いた地下水位変動の予測結果

予測精度について、実測値と予測値の誤差を用いて検証した。その結果、3地点の中では、No.8の予測精度が最も低く、予測誤差の最大は1.04m(図-4)、No.7の予測結果が最も精度が高く、予測誤差の最大は約45cmであった。また、No.8、No.9の予測誤差はNo.7と比較すると大きいですが、図-4より、予測誤差が大きい範囲は狭く、最も大きい予測誤差の値は約1mであるため、地下水位変動の予測ができており、予測精度は非常に高い。

図-5は、人工知能を用いて対象地の地下水位変動の予測を行った結果である。黒の部分が学習データとして用いた期間のデータであり、実測値である。No.7の地下水、No.8の地下水位、No.9の地下水位を予測したデータはそれぞれ、青、赤、緑で示している。図-5より、令和2年7月の被災時の地下水位を見ると、令和3年7月の地下水位と比較して、地下水位の高さに大きな違いはないが、地下水位が高い時間が長いことが分かる。よって、地すべりの要因として、地下水位の高さだけでなく、地下水位が高かった時間の長さに関係していると推察できる。

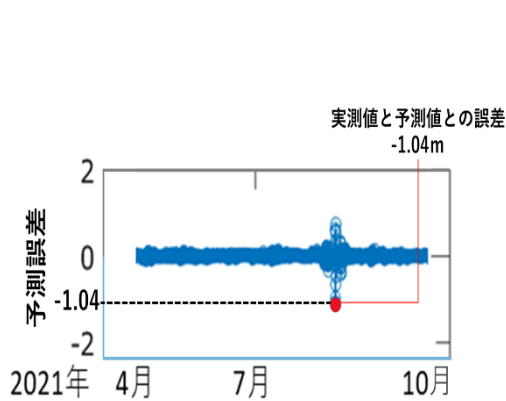


図-4 No.8における予測誤差

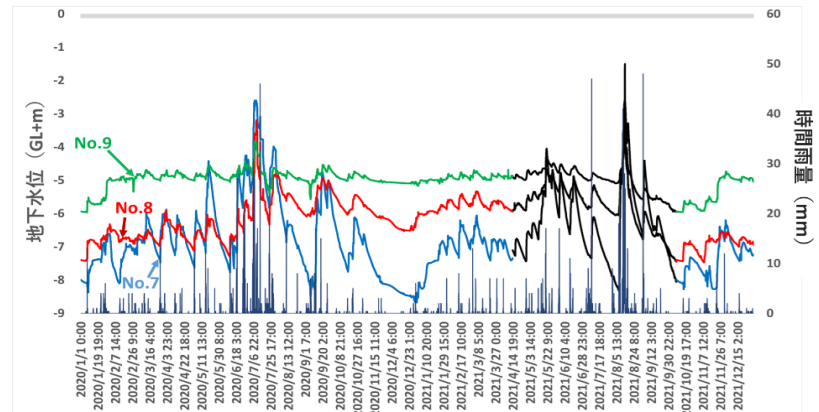


図-5 地下水位変動の予測結果

### 4. まとめ

人工知能を用いた地下水位変動予測手法の適用性の検証のため、令和2年7月豪雨により地すべりが発生した川崎町民運動公園に着目し、地下水位のデータと降水量のデータから、LSTMを用いて地下水位変動の予測を行った。検証の結果は以下のとおりである。

- (1) 時間雨量と地下水位観測データを用いる本方法は、高い精度で地下水位変動の予測ができた。
- (2) 機械学習により完成した予測モデルを用いて、地下水位の観測が行われていない期間の地下水位変動予測を、降水量のデータから予測が可能である。そのため、地すべり運動の危険性や防止対策工の検討において、非常に有効である。

#### 【謝辞】

本研究を進めるにあたり、福岡県川崎町のご協力を頂いた。株式会社ベクトルより地下水位観測データを提供いただいた。本研究の一部は、文部科学省科学研究補助金基盤研究(A)(20H00266)(代表:安福規之(九州大学))の助成を受けて行ったものです。記して謝意を表します。

#### 【参考文献】

- 1) 伊藤 真一, 小田 和広, 小泉 圭吾, 酒匂 一成: 体積含水率の現地計測データの予測に対するリカレントニューラルネットワークの適用性, AI・データサイエンス論文集 1(J1), pp.445-452.(2020)
- 2) 主計 元広, 村上 哲, 西 智美: 平坦な後背地を有する斜面降雨時地下水位変動に関する解析研究, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.299-300.(2022.3)