

潮汐の影響がある井戸における地下水位変動の予測

ハイテック株式会社 ○伊藤 悠紀

1. はじめに

道路工事が地下水に影響を与えているかどうかを確認するため、工事を施工する前の一定期間内に地下水の水位を連続観測し、その水位データの解析により水位予測式を作成し、工事施工中から施工後の水位の変動予測を行う。その予測結果と実際の水位を比較することで工事影響の有無を判断するためには、実際の水位変動を解析して作成する水位予測式の精度が重要である。

地下水位の変動にはいくつかの要因がある。沿岸部の地下水位は降水量、地質状況等に加え、潮汐にも影響される。しかし、従来の地下水位解析は降水量のみを要因として行われているものが多いため、水位予測の精度低下につながっている。

本稿では沿岸部の地下水位解析・予測の精度向上を目的とし、沿岸部の地下水位変動には潮汐が重要な影響要因であるという仮説を立てた。沿岸部の3地点の井戸における地下水位を対象に潮位と降水量に着目して水位の多変量解析を行い、仮説を検証した。

2. 概要と方法

(1) 対象地概要

対象地の3地点の位置と地形地質状況を図-1に示す。

3地点とも第四紀完新世の沖積層が広がる平野に位置し、No.1～No.3の海岸からの距離はそれぞれ500m、200m、250mである。

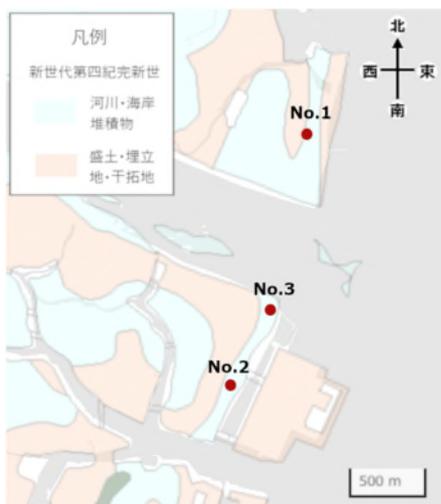


図-1 対象地位置図²⁾

(2) 解析方法

Microsoft Excel の回帰分析ツールを使って、上記の3地点の井戸における地下水位の変動を潮位と1時間毎の降水量（以降、時間降水量とする）を用いて回帰分析を行った。潮位と時間降水量が地下水位に与える影響を個々

に考察するため、潮位を説明変数とした単回帰分析、時間降水量を説明変数とした重回帰分析、潮位と時間降水量を説明変数とした重回帰分析の3種類を解析し、比較検討した。

一般的に工事前の観測期間は数ヵ月から数年までと不定期なため、短期間と長期間の場合のそれぞれについて、地下水位の変動や潮汐の影響を分析する必要があると考える。そこで、本稿では2015年2月～2015年7月の6ヵ月間（短期間）と2015年2月～2018年2月の3年（長期間）の2パターンに分けて、解析を行った。

なお、潮位と降水量データは気象庁HP³⁾に掲載されているデータを使用し、降水量データの欠測部分は降水量0mmと仮定した。

3. 解析結果

(1) 地点 No.1

短期間の地下水位について潮位を説明変数にした単回帰分析した結果、決定係数 R^2 は0.866であり、地下水位と潮位との相関は非常に高い結果となった。

一方、観測日の0日～14日間の時間降水量を説明変数にした重回帰分析の結果、決定係数 R^2 は0.130であった。説明変数のP値はすべて目安となる0.05を大きく下回っており、地下水位と降水量の相関は非常に低い結果となった。

さらに、時間降水量と潮位のデータを説明変数にした重回帰分析を行った結果、決定係数 R^2 は0.926と非常に高い相関が確認された。この解析水位と実測水位、潮位、降水量との関係は図-2に示す。

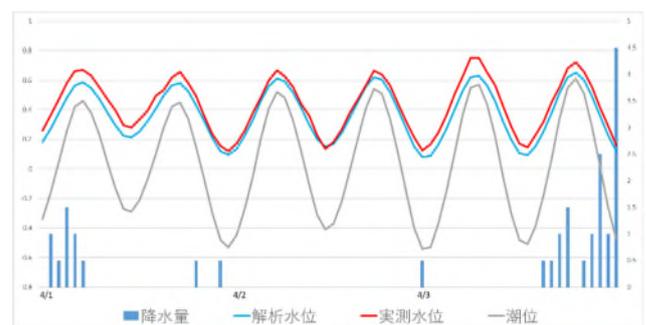


図-2 No.1 短期間水位重回帰³⁾

長期間の場合、潮位のみを説明変数とする単回帰分析の決定係数 R^2 は0.670となり、一般的に精度の目安とされる0.5を超えているため、相関はあると評価できる。また、時間降水量を説明変数とした重回帰分析の結果、決定係数 R^2 は0.123と相関は非常に低い。しかし、潮位と降水量との重回帰分析では決定係数 R^2 は0.742と潮位の場合より相関が高い結果となった。

(2) 地点 No.2

短期間の地下水位について、潮位のみを説明変数にした単回帰分析の決定係数 R^2 は0.586になり、相関が認められる。過去の時間降水量の重回帰分析には決定係数 R^2 は0.137と相関は非常に低い。そこで潮位と時間降水量を説明変数とした重回帰分析の結果、決定係数 R^2 は0.664になり、No.1と同様に降水量の影響が考えられる。この解析水位と実測水位、潮位、降水量との関係は図-3に示す。

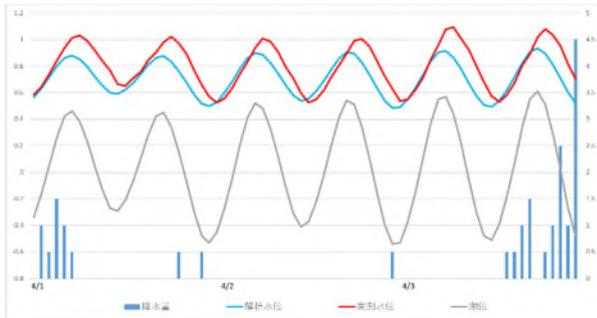


図-3 No.2の短期間水位重回帰分析³⁾

長期間の場合、潮位のみを単回帰分析では決定係数 R^2 は0.593となり、短期間の解析より少し相関が高い。降水量のみの重回帰分析では決定係数 R^2 が0.130である。両方の重回帰分析には決定係数 R^2 が0.673になり、潮位の場合より相関が高く、短期間の解析を含めて最も精度が高い結果である。

(3) 地点 No.3

短期間の地下水位について、潮位のみを説明変数にした単回帰分析の結果、決定係数 R^2 は0.032、上述の2地点と違って潮位との相関は低い。1h前、6h前、12h前、24h前の潮位データも解析してみたが、相関に大きな差はなかった。一方で、過去の時間降水量を説明変数とした重回帰分析では決定係数 R^2 は0.830になり、相関は高い。

潮位と時間降水量を説明変数にした場合、決定係数 R^2 は0.850と相関が高くなった。この解析水位と実測水位、潮位、降水量との関係は図-4に示す。

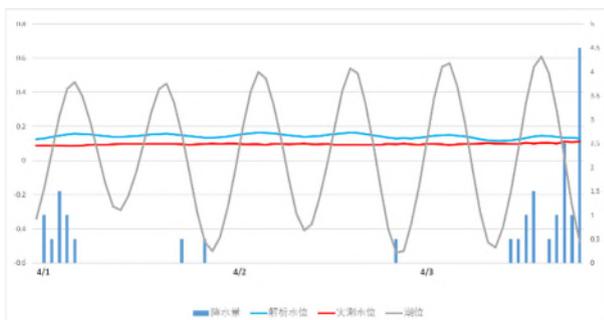


図-4 No.3の短期間水位重回帰分析³⁾

長期間の場合、潮位のみを単回帰分析すると、決定係数 R^2 は0.042になり、地下水位との相関は低い。一方、時間降水量を説明変数として重回帰分析すると、決定係数 R^2 は0.616になり、長期間での降水量との相関は短期間に比べて低くなる。また、潮位も含めて重回帰分析を行うと、決定係数 R^2 は0.633になり、短期間の精度を下回るも

の相関はあると評価できる。

4. 考察

表-1に回帰分析の結果をまとめる。

表-1 回帰分析結果

	No.1	No.2	No.3
井戸深度(T.P. m)	-54.23	-39.27	-1.36
EC(mS/m)	341	1993	21.9
短期間(6カ月)			
潮位・降水量	0.9263	0.6637	0.8499
降水量	0.1297	0.1370	0.8297
決定係数 R^2			
潮位	0.8661	0.5858	0.0321
長期間(3年)			
潮位・降水量	0.7420	0.6730	0.6325
降水量	0.1233	0.1302	0.6159
決定係数 R^2			
潮位	0.6701	0.5928	0.0418

3地点とも観測期間にかかわらず地下水位を目的変数とし、潮位と降水量を説明変数とした解析が最も高い精度を得た。

地点 No.1と地点 No.2の解析結果は地下水位と潮位との相関は非常に高いが、降水量から受ける影響が少ない傾向がみられた。ただし、時間降水量を説明変数に加えると予測式の精度が上昇する。

地点 No.1の長期間解析の相関は短期間より明らかに低くなるが、地点 No.2の長期間の解析では地下水位と潮位・降水量の相関は短期間とほぼ同等となった。

一方、地点 No.3について、地点 No.1と地点 No.2とは異なり、両期間とも地下水位と潮位の相関は低く、地下水位と時間降水量の相関は高い結果となった。これは井戸深度及びEC値から地点 No.1と地点 No.2は海水の影響があるものの、地点 No.3は海水の影響はないと考えられる。

沿岸部の地下水位変動には潮汐が重要な影響要因であるが、かならずしも影響があるわけではない。したがって、井戸の深度、海岸線との位置関係、水質などを判断材料とし、予測式を作成することが重要である。

《引用・参考文献》

- 1) 地質図 Navi, (最終閲覧日2023年5月27日), gbank.gsj.jp/geonavi
- 2) 地理院地図(に加筆)(最終閲覧日2023年5月27日) maps.gsi.go.jp
- 3) 国道交通省 過去の気象データ (最終閲覧日 2023年6月1日), <https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>