

機械学習による複数の揚水井が密集した被圧観測井水位の将来予測

関西大学大学院 理工学研究科 学生会員 ○森谷 将成
 関西大学環境都市工学部 正会員 尹 禮分
 関西大学環境都市工学部 フェロー会員 楠見 晴重

1. はじめに

本研究の対象地である京都市伏見区では、良質な地下水を活かして酒造業が発達し、今では全国有数の日本酒生産量を誇る。そのため、南北 2.5km×東西 3km のエリアに 42 本もの揚水井が密集している。このような場所では、揚水に伴って、地下水位が日々大きく変動するため、地下水障害等の発生が懸念される。このことより、揚水されている被圧帯水層の観測井水位の将来予測に関して、機械学習を用いて検討した。

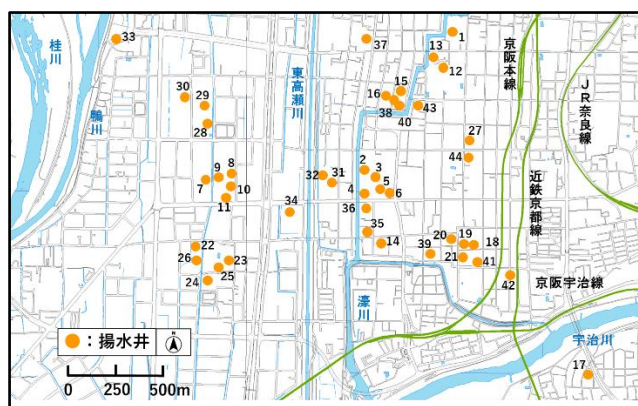


図-1 対象地域図

2. 研究の目的

多くの酒造会社が立ち並ぶ伏見地域では古くから良質な地下水が存在する。豊かで水質的にも優れた伏流水が現在も酒造りの伝統を支えており、伏見地域の地下水資源を保全することは、環境の観点だけでなく、文化的な観点からも極めて重要である。

しかし、近年都市化や市街地化が進み、アスファルト舗装や排水路の整備等により、地下水の涵養源となる雨や雪の地下浸透量が大きく減少している可能性がある。このため、地下水の賦存量の減少を招き、湧水量の減少、井戸の水位低下が認められている。また、過剰な揚水に伴う、地下水の塩水化や地盤沈下の事例も全国で数多く報告されていることが現状である。そこで本研究では、地下水を保全維持管理するた

めの地下水環境の把握の一環として、地下水位変動に起因する外的要因の検討や、地下水位の将来予測を通して、伏見区酒造会社密集地域の地下水揚水計画に寄与することを目的とする。

3. 伏見区内の井戸と地下水

対象地域内の井戸は、水を通しにくい粘土層より上部に存在する地下水をくみ上げている井戸である浅井戸、それより下部の不透水層で挟まれた地下水をくみ上げている井戸である深井戸に二分できる。浅井戸に比べて深井戸の地下水は、地上からの影響を受けにくく水質が安定しているため、伏見地域内でも日本酒造りによく用いられている。そのため、深井戸観測井では、図-3 に示されるような、振幅 1m ほどの急激な地下水位変動が、周期的に毎日発生をしていることが確認されている。

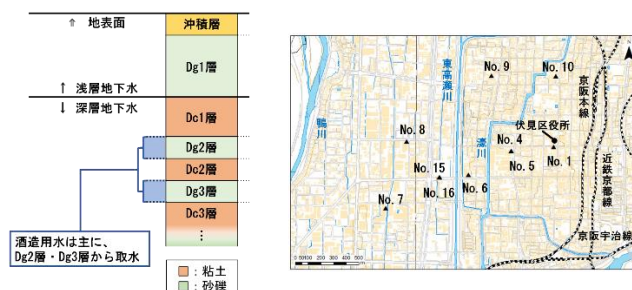


図-2 地層モデル

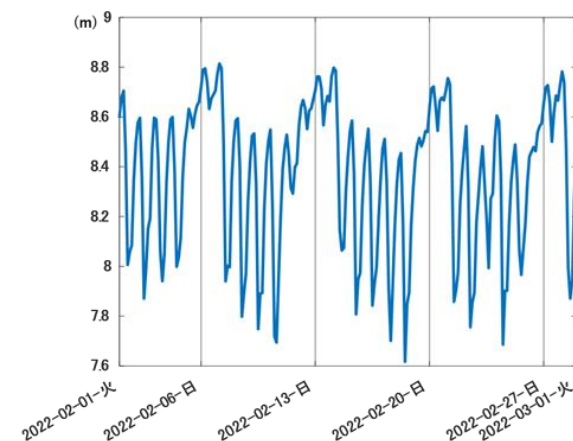


図-3 周期的な変動を繰り返す深井戸水位(No.5)

キーワード 被圧帯水層, 機械学習, 京都盆地, 観測井

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町3丁目3番35号

関西大学 TEL06-6368-0837

4. 地下水位の将来予測

周期的な変動をする深井戸観測井の地下水位を対象として、線形回帰と SVR(サポートベクター回帰)を併用したモデル(Hybrid モデル)を提案した. Hybrid モデルでは、線形回帰で大まかな挙動を予測しながら、SVR で日々細かく変動する地下水位を、再現することを期待した. さらに、特徴ベクトルに過去の水位変動データに加えて、日付データを用いた. 年月日時間、曜日データを個々に足すことで、将来予測時の振幅を精度良く表すことを検討した. また、データについてはすべて標準化を実行した.

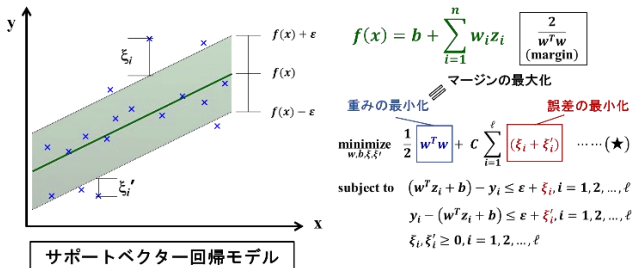


図-4 サポートベクター回帰モデル

X days のデータ数を用いて、Y day 先の地下水位を予測するモデルを作成し、X・Y の値を変動させることで、各観測井における将来的な地下水位変動を再現するモデルの構築を検討した. 評価指標は、決定係数と二乗平均平方誤差を用いた.

使用するデータ数 X を 1 日分から、増減することで、精度への影響を検証した. 将来予測の幅 Y を 30 日に固定をした時、使用するデータの個数を増やせば、過学習を起こさない限り、精度は良くなることがわかった. 一番精度が良くなった条件は X=120 日分で、この場合、単独モデルより Hybrid モデルのほうが高い精度を呈していることが確認できた. また、日付データを挿入することにより、データ数が同様の場合、処理時間を半減することに成功した. 表-1 に、その各予測方法での、精度の値と処理時間を示す.

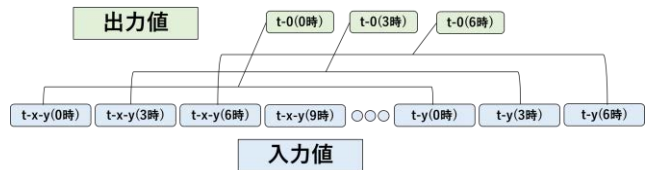


図-5 予測モデルの概要図

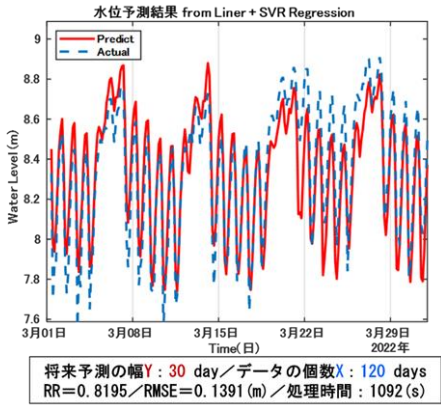


図-6 日付データ挿入時の地下水位予測結果

表-1 各精度と処理時間

	RR	RMSE (m)	処理時間 (s)
水位データのみ	0.7705	0.1568	1914
日付データ挿入後	0.8195	0.1391	1092

5. まとめ

本研究では、二種の井戸について、地下水位変動に起因する外的要因について検討し、地下水位の将来予測モデルの作成に取り組んだ. 直近のデータを用いた場合、線形回帰や SVR の各単独モデルよりも、今回提案した Hybrid モデルの場合のほうが、精度が高くなり、たくさんのデータを用いた場合でも、過学習を起こしにくい安定したモデルであるという結果になった. 本研究のモデルでは、長期休暇の水位上昇現象を精度よく再現することは叶わなかったが、一か月先の将来予測時において、水位の振幅を精度良く現すことが可能になった. また、30 日先の将来予測を期間に影響を受けない 1 年間を予測期間とした場合、決定係数の値は 0.38 から 0.55 まで向上し、二乗平均平方誤差の値も減少したことから、一定の効果は得られたと考える. さらに、日付データの挿入により、用いるデータ数を大幅に削減しても、精度が下がらないため、検証時間の大幅な短縮にも成功したと言える. これにより、欠損値が多い井戸において、精度を大きく落とすことなく予測が可能となった.

参考文献

(1)MatLab ヘルプセンター
https://jp.mathworks.com/help/matlab/index.html?s_ti d=CRUX_lftnav
(2)小野田崇：知の科学 サポートベクターマシン、オーム社、pp.59-65、2007.