

ランダムフォレストを用いた手取川扇状地における地下水位変動解析 Variability analysis of groundwater levels in the Tedori river alluvial fan using Random Forests

○長野 峻介*, 野村 和哉*, 藤原 洋一*, 田中健二*, 高瀬 恵次*, 一恩 英二*

○CHONO Shunsuke*, NOMURA Kazuya*, FUJIHARA Yoichi*, TANAKA Kenji*, TAKASE Keiji*, and ICHION Eiji*

1. はじめに

2015年、石川県手取川では上流域での大規模土砂崩壊に伴い、長期間にわたって高濃度の濁水が発生した。これと同時期に、手取川扇状地では著しい地下水位低下が観測された。土原ら(2011)は扇状地浅層地下水の涵養源を同位体分布から推定を行っている。ただし、扇状地内の地下水位は各地で異なる増減を頻繁に繰り返しており、その変動特性は分析されていない。そこで、本研究では機械学習の手法の一つであるランダムフォレストを用いて、手取川扇状地における地下水位変動特性のモデル化と水位変動の要因分析、2015年の水位低下の特徴を分析した。

2. 研究対象地

手取川扇状地内には福増、末広、太平寺、千代野西、井関、安吉、赤井、北市の合計8地点の石川県が管理する観測井戸が存在する。観測井戸では地下水位が1974年から継続して観測されており、8地点のうち安吉、北市、井関、赤井、千代野西では、2015年の地下水位が過去10年のうちで最も低下していた。

3. 研究方法

本研究では機械学習の手法の一つであるランダムフォレストを用いて地下水位変動解析を行った。安吉と北市(図1)を解析対象として、地下水位変化量(地下水位日変化)を目的変数、手取川流量や降水量などを説明変数として、2002年から2014年までの4月から10月の期間の観測データを学習させた回帰モデルを構築し、地下水位変化量に影響を及ぼす要因を検討した。さらに、回帰モデルを用いて2015



図1 観測井戸の位置

年の地下水位変動をシミュレーションし、実測値との比較を行った。

ランダムフォレストは機械学習の手法の中で教師あり学習に分類され、ランダムな複数の決定木を組み合わせるアンサンブル手法である。ランダムフォレストでは、各特徴(説明変数)がノード分割に使われた時の不純度(ジニ係数)の減少量を森全体で平均した量を用いて、各特徴の重要さ(変数重要度)を評価することができる。また、Out of Bag (OOB)と呼ばれる学習に用いられない一部の学習データを学習モデルに入力した際の決定係数($R^2(\text{OOB})$)により、未知のデータに対する回帰精度を評価することができる。

ランダムフォレストによる回帰分析に用いた説明変数は、安吉と北市の地下水位、中島と鶴来の手取川流量、白山頭首工の取水量、年が始まってからの週数、曜日、金沢で観測された降水量、気圧、気温、日照時間、積雪量の観測データである。さらに、それぞれ解析対象日よ

*石川県立大学生物資源環境学部 Ishikawa Prefectural Univ., Fac. of Bioresources and Environmental Sciences

キーワード：地下水、水文統計、機械学習

り過去のデータやある期間平均したデータを用いた。

4. 結果

2002年から2014年までの4月から10月までの期間の観測データを用いて、地下水位の変動パターンを学習させ、ランダムフォレストによる回帰モデルを構築した。この回帰モデルによる水位変化量の解析結果についての決定係数 (R^2 , $R^2(\text{OOB})$) および平均二乗誤差 (MSE) を表 1, 2 に示す。また、算出された変数重要度は、安吉では降水量に関する説明変数が大きくなり、北市では手取川流量に関する説明変数が大きくなった。学習させたランダムフォレストモデルに、2015年の4月から10月の観測データを入力し、地下水位変化量の回帰予測シミュレーションを行った。地下水位変化量の解析値と実測値を図 2, 3 に示す。2015年の解析結果の R^2 を表 1, 2 に示す。2015年に適用した R^2 は学習時の R^2 (OOB) と比較して低下した。

5. 考察

2002年から2014年の観測データを学習させた回帰分析では、 R^2 が約 0.9 と再現性の高い結果が得られた。安吉では変数重要度が大きい項目を降水量が占めており、北市では手取川流量に関する変数重要度が大きな値となった。

表 1 回帰分析結果 (安吉)

	R^2	R^2 (OOB)	MSE (m^2/day^2)
2002-2014	0.905	0.707	0.0014
2015	0.006	-	0.0063

表 2 回帰分析結果 (北市)

	R^2	R^2 (OOB)	MSE (m^2/day^2)
2002-2014	0.910	0.741	0.0004
2015	0.244	-	0.0032

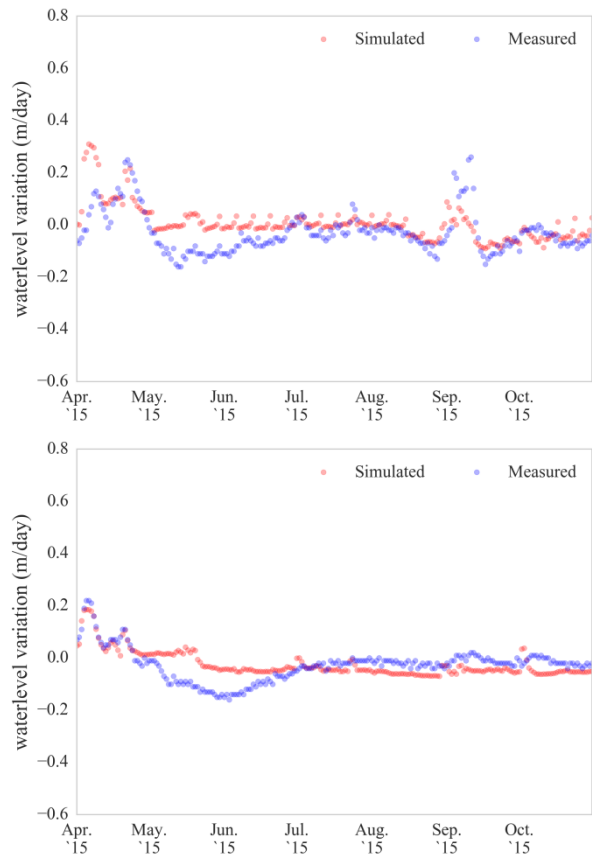


図 2 地下水位変化量の解析結果
(上: 安吉 下: 北市)

安吉は北市に比べ手取川から離れており、安吉では手取川よりも水田などでの降水による涵養が大きく、北市では手取川からの涵養が大きいと推測される。2015年の地下水位変動解析した結果では、地下水位変化量は5月から7月にかけて実測値は解析値より低くなり、例年と異なり地下水位が大きく低下する傾向であった。

5. おわりに

手取川扇状地地下水の水位変動に対して、ランダムフォレストを用いて回帰分析を行った。その結果、2015年に異常な水位変動が発生した期間は特に5月から7月であり、この期間に異常低下の原因があると考えられ、水田と手取川からの涵養量を減少させたと推測される。

参考文献

土原健雄・吉本周平・石田聡・今泉眞之 (2011) : 水質及び同位体分布特性からみた水田主体扇状地における地下水涵養源の分類, 農工研技報, 211, 21-34.