

突発的な高濃度濁水が手取川扇状地の地下水環境に与えた影響 Impacts of highly turbid water on the groundwater in the Tedoru River alluvial fan

○藤原洋一¹・大谷健人²・高瀬恵次¹・長野峻介¹・一恩英二¹
○Y. Fujihara¹, K. Otani², K. Takase¹, S. Chono¹, and E. Ichion¹

1. はじめに 石川県手取川(809 km²)では、2015年5月に生じた上流域の斜面崩壊により高濃度濁水が長期間継続した。さらに、濁水発生と同時期に扇状地の地下水位が急激に低下した。先行研究によって、濁水後に主要な涵養源である手取川からの伏流量と水田からの浸透量が減少したことが確認された(田中ら, 2018; 高瀬・藤原, 2022)。しかし、減少した手取川からの伏流が、いつから回復したかについては明らかになっていない。また、地下水位の低下に関して、降水量の多寡なども無視できない要因であるが、先行研究では考慮されてこなかった。そのため、急激な地下水位の低下に、濁水がどの程度寄与したのか明らかになっていない。そこで、高濃度濁水が手取川からの伏流量に与えた影響の解明、および、濁水が地下水位の低下にどの程度寄与したのか定量評価することを試みた。

2. 高濃度濁水が河川からの伏流量に与えた影響 河川水位と地下水位の関係を調べるために、2009~2019年の日平均河川水位(鶴来地点)と手取川左岸(岩内地点)の日平均地下水位を用いた。河川水位の2~31日後方移動平均を算出した後、2009~2019年までの河川水位と地下水位の相関係数を求めた。その結果、14日後方移動平均をかけた河川水位と地下水位の相関が最大になることが分かった(相関係数0.65)。そこで、14日後方移動平均をかけた河川水位と地下水位の散布図を作成し、河川水位と地下水位の関係を調べた。

河川水位と地下水位の関係を Fig.1 に示す。ここでは、融雪水が多く河川水位と地下水位との対応関係を調べるのに適している5月に着目した。Fig.1によると、濁水前3年間の回帰直線の傾きの平均は1.89であった。これは、河川水位が1 m 変化すると地下水位が約2 m 変化する関係になる。一方、濁水後2015年の回帰直線の傾きは10.89となっており、河川水位が1 m 変化すると地下水位が約11 m 変化する関係に変わっている。2016年と2017年の回帰直線の傾きも4.45と4.39であり、濁水前の傾きの約2倍であった。この濁水後の傾きの変化は、田中ら(2018)が考察しているように、濁水発生に伴う河床間隙の目詰まりにより手取川からの伏流量が減少したことが原因だと考えられる。2018年からは濁水前とほぼ同じ傾きであることから、河川水位と地下水位の関係が元の状態に戻ったと考えられた。

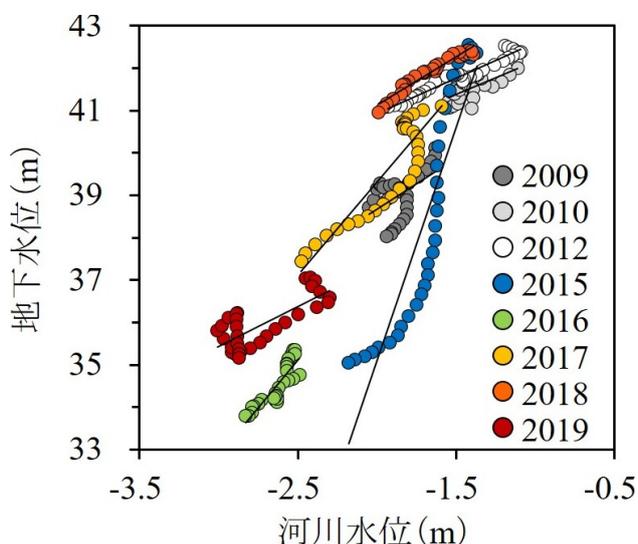


Fig.1 Relation between river water level and groundwater level (May)

¹ 石川県立大学生物資源環境学部 *Ishikawa Pref. University, Faculty of Bioresources and Environmental Sciences*

² 国際航業株式会社 *Kokusai Kogyo Company, Limited*

キーワード：地下水, 扇状地, 高濃度濁水, 伏流, シミュレーション

次に、手取川流量と伏流量の関係について調べた。2020年、2022年に多地点における流量観測を行い、水収支計算より伏流量を算出した。また、2003～2018年の国土交通省19回、および、石川県立大学6回、計25回分の伏流量データも整理した。そして、手取川流量（中島流量－農業用水実績取水量）と伏流量の散布図を作成し、手取川流量と伏流量の関係調べた。なお、欠測値を含んだ7回と実績取水量が得られなかった2022年は省略したため、濁水前12回、濁水後7回の伏流量データを用いた。手取川流量と伏流量の関係について調べた結果（図はスペースの関係から割愛）、濁水前は、手取川流量の約24%が伏流していたことが分かった。一方、濁水後は、2015年から手取川流量に占める伏流量の割合が低下し、2016年4月には最大4%まで低下したことが分かった。そして、2017年から回復傾向に向かい、2018年には濁水前の状態にまで回復したことが分かった。

3. 急激な地下水位低下への寄与率推定 地表帯・中間帯・地下水帯の3領域で構成される集中定数型・三段タンク水収支モデル（高瀬・藤原，2022）を構築し、地下水位低下への寄与率を推定した。このモデルを用いて、濁水の影響が無かった場合（Case A）と、降水量が例年通りであった場合（Case B）の地下水位を計算し、濁水と降水量が地下水位の低下にどの程度寄与したのか定量評価を行った。Case Aに関しては、手取川からの伏流量と水田からの浸透量に関わるモデルパラメータを変化させないことで、2015年以降に濁水の影響が無かった場合の地下水位を計算した。Case Bに関しては、Case Aの設定に加え、2015～2017年の年合計降水量が2013～2014年平均降水量に達するように日降水量モデル入力データを割増しすることで、降水量が例年通りであった場合の地下水位を計算した。そして、日毎に水位差から寄与率を算出し、2015～2017年の年毎の平均値を求めた。

シミュレーション結果をFig.2に示す。Fig.2では、Case BとCase Aの差は降水量が少なかったことで地下水位が低下したことを、Case Aと観測地下水位の差は濁水の影響によって地下水位が低下したことを示している。そして、水位差から地下水位低下への寄与率を算出した結果、2015年は濁水が76%、降水量が24%、2016年は濁水が67%、降水量が33%、2017年は濁水が82%、降水量が18%寄与していたことが分かった。

4. まとめ 濁水が手取川からの伏流量に与えた影響について調べた結果、濁水前は手取川流量の約24%が伏流していたのに対して、濁水後の2015～2017年は4%まで低下したことが分かった。そして、2018年には濁水前の状態にまで回復したことが明らかになった。また、先行研究では考慮されていなかった降水量を含めた

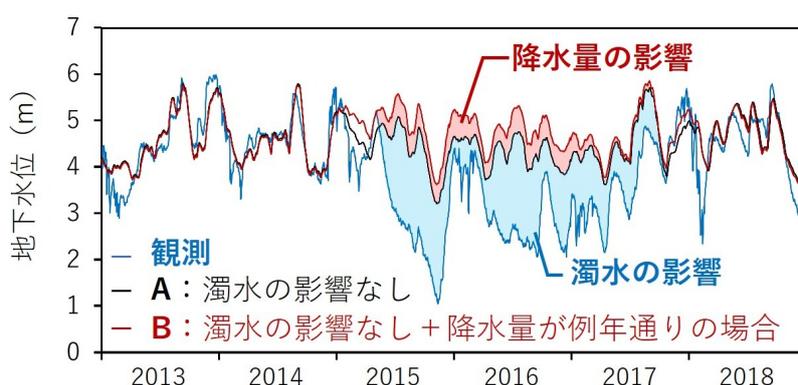


Fig.2 Percentage contribution to lowering the groundwater level (turbid water and precipitation)

上で、2015年から2017年における地下水位低下への濁水の寄与率を推定した結果、2015年76%、2016年67%、2017年82%であることが分かった。

引用文献 1) 田中・瀬川・藤原・高瀬・丸山・長野，農業農村工学会論文集，306，pp.I_47-I_54，2018。
2) 高瀬・藤原，農業農村工学会論文集，314，pp.I_167-I_173，2022。