

## 酸素・水素安定同位体比による河川と水田の手取川扇状地地下水への影響評価 Evaluation of impact of river water and paddy water on groundwater in the Tedor River Fan using oxygen and hydrogen stable isotopes

○吉岡有美\*, 中村公人\*\*, 伊藤真帆\*\*, 瀧本裕士\*\*\*,  
土原健雄\*\*\*\*, 櫻井伸治\*\*\*\*, 中桐貴生\*\*\*\*, 堀野治彦\*\*\*\*

YOSHIOKA Yumi, NAKAMURA Kimihito, ITO Maho, TAKIMOTO Hiroshi,  
TSUCHIHARA Takeo, SAKURAI Shinji, NAKAGIRI Takao, and HORINO Haruhiko

**1. はじめに** 石川県手取川源流部で発生した地すべり性の斜面崩壊に伴って、2015年5月以降に手取川と用水路において濁水が流下し、同時期に扇状地内での地下水位低下が確認された。この事象後の地下水涵養機構の変化を明らかにするために、地下水と地表水の酸素・水素安定同位体比 ( $\delta^{18}\text{O}$  と  $\delta^2\text{H}$ ) の定期観測を行った。本報では、主要な地下水の涵養源である河川と水田の影響に関して考察した。

**2. 調査地概要および採水調査** 手取川扇状地は、手取川を中心に犀川、梯川に挟まれ、扇面面積は約190km<sup>2</sup>である (Fig.1)。左岸域の上流は段丘崖が河川に近く、右岸域が左岸域と比較して広い。北東部の都市域を除いて水田が分布し、水田面積率は47%、転作率は22%である。採水地点は最大で浅層地下水と湧水の38点、河川水11地点、田面水8地点、降水1地点である。調査は2016年4月から2ヶ月間隔で実施した。地点8近傍にて1ヶ月間隔で降水を採取し、2017年5月12日～8月24日の期間には1週間間隔で田面水連続採水を行った。また、2008年8月～2011年6月の類似の調査結果も考察に用いた。

**3. 結果と考察 (1) 地下水位と河川水位の経時変化** Fig.2 に手取川近傍井戸 (Fig.1 中★) での地下水位、農業用水の取水地点下流 (RT2 付近) での河川水位の経時変化を示す。2015年5月と2016年3月頃より始まる地下水位低下の後、数ヶ月間低水位で推移する。2017年は5月上旬の水田灌漑によると考えられる水位上昇が確認された。2017年6月26日、7月6日、8月8日、10月25日に80～190mm/dの降雨があり、その都度水位が数m上昇、その後緩やかに低下する水位変動を繰り返し、同年全体で見ると水位は徐々に上昇している。地下水位と河川水位の変動は概ね一致し

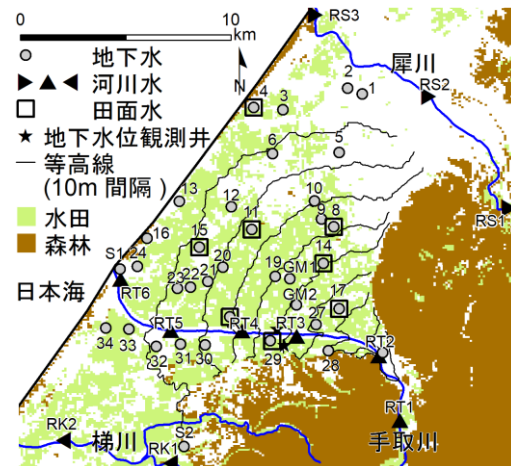


Fig.1 手取川扇状地と採水地点の概要  
Outline of the study site and water sampling sites

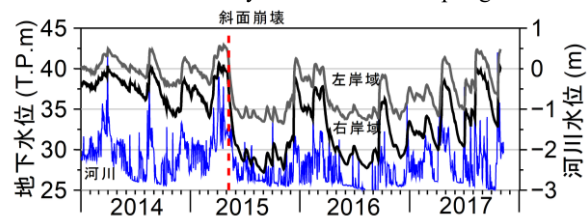


Fig.2 地下水位と河川水位の経時変化  
Temporal changes in groundwater levels and river water

\*鳥取大学農学部 Faculty of Agriculture, Tottori University, \*\*京都大学農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kyoto University, \*\*\*石川県立大学生物資源環境学部 Faculty of Bioresources and Environmental Sciences, Ishikawa Prefectural University, \*\*\*\*農研機構農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO (NIRE), \*\*\*\*\*大阪府立大学生命環境科学研究科 Graduate School of Life and Environmental Sciences, Osaka Prefecture University  
キーワード：地下水涵養，地下水位，定期モニタリング

ている。4月13日～9月10日の灌漑期151日の降水量は、2015、2016、2017年でそれぞれ813、809、1,134mmであり、2017年は約300mm多かった。

(2) 酸素・水素安定同位体比の関係からみる地下水涵養源  $\delta^{18}\text{O}$  と  $\delta^2\text{H}$  の関係を Fig.3 に示す。地下水の同位体比の最小・最大および特徴的な値を示す地点には、Fig.1 の地点番号を付した。地下水の同位体比は、手取川右岸上流域の地点26のように低い値から、河川からの涵養が小さい地点5、8、9のような高い値まで、涵養源の違いを反映して広範な値をとる。降水の同位体比は  $\delta^{18}\text{O}$  が  $-13.3\sim-4.8\text{‰}$ 、 $\delta^2\text{H}$  が  $-89.5\sim-25.1\text{‰}$  と季節や降水量の多寡による変動が大きい。採水時の地下水、河川水、田面水について、回帰直線を適用し、その傾きを計算した (Table 1)。傾きは地下水 3.5~7.1、河川水 5.4~8.9、田面水 3.6~7.3 である。2016年4月以降の全河川水の傾き 7.4 の回帰直線、各月の回帰直線に基づく河川水が取り得る値の範囲 (影付き) は Fig.3 に示すとおりである。

2017年4月を除き、傾きは河川水 > 地下水である。田面水は湛水中に蒸発すると動的同位体分別の影響を受け、その同位体比が高くなるとともに、傾きが天水線より小さくなる。2017年の田面水連続採水の回帰直線の傾きは 5.0 であり、6月の傾きは 3.6 とさらに小さい。降水が田面を通して蒸発の影響を受けて涵養することもある。よって、地下水の涵養源は河川と水田が主であると考えられる。

地下水位と河川水位が低く推移した2016年4~10月の期間、地下水に対する回帰線の傾きは 6.4~6.6 と変動は小さく、決定係数も高い。一方、2017年4~10月では傾きが 3.5~6.6 と変動し、とくに8月の決定係数は小さい。Fig.3 より2017年8月は地点24、26、27、30の手取川周辺の地下水が回帰直線の下側にプロットされていることがわかる。手取川周辺では、2016年4~10月に比べて、地下水位の回復傾向がみられた2017年8月には田面水や降水による涵養の寄与の増加が推察される。

謝辞：北陸地方整備局金沢河川国道事務所、石川県生活環境部からのデータ提供に感謝申し上げます。総合地球環境学研究所同位体環境学共同研究、日本地下水学会若手地下水研究助成、住友財団環境研究助成、河川財団河川基金、前田記念工学振興財団研究助成、JSPS 科研費16K18771 の支援を受けた。

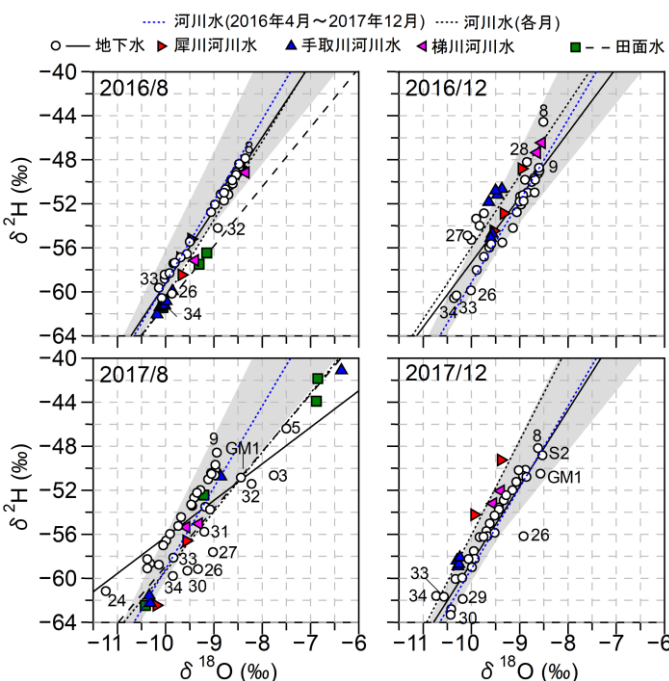


Fig.3  $\delta$  ダイアグラム  $\delta$ -diagram

Table 1 回帰直線の傾きと決定係数 Slope and coefficient of determination of regression lines

	地下水			河川水			田面水		
	傾き	R <sup>2</sup>	n	傾き	R <sup>2</sup>	n	傾き	R <sup>2</sup>	n
'08/8	6.4	0.98	24						
'09/5							4.2	0.99	9
'09/6							4.6	0.95	9
'09/8							4.5	0.84	9
'09/11	7.1	0.98	24						
'10/6	5.5	0.94	29				4.7	0.96	45*
'11/6	6.6	0.98	30	7.3	1.00	5	5.1	0.97	5
'16/4	6.5	0.99	31	8.9	0.99	8	7.3	0.99	5
'16/6	6.4	0.95	33	8.2	0.98	10	3.9	0.90	5
'16/8	6.6	0.99	32	7.1	0.98	10	6.2	N/A	2
'16/10	6.6	0.99	33	8.1	0.98	10			
'16/12	6.2	0.92	33	6.5	0.88	10			
'17/2	6.1	0.89	34	8.9	0.98	10			
'17/4	5.9	0.92	37	5.9	0.99	9	6.6	1.00	4
'17/6	5.9	0.96	37	6.7	0.98	8	3.6	0.99	8
'17/8	3.5	0.84	38	5.4	0.98	8	5.3	0.98	4
'17/10	6.6	0.92	36	8.8	0.96	8			
'17/12	7.0	0.96	36	8.6	0.96	8			

\*1 圃場内3箇所での1時間間隔の採水調査