

# 温暖化影響評価にむけた環境同位体観測による地下水流動特性の把握

## Environmental Isotope-based Investigation of Groundwater Flow for Impact Assessment of Global Warming

○土原健雄，吉本周平，皆川裕樹，石田 聡，増本隆夫，今泉眞之

TSUCHIHARA Takeo, YOSHIMOTO Shuhei, MINAKA Hiroki, ISHIDA Satoshi,  
MASUMOTO Takao, IMAIZUMI Masayuki

### 1. はじめに

地下水は地表水に比べて滞留時間が長いため，地球温暖化の影響が地下に及ぶまでには時間を要するが，インプットとしての地下水涵養量の変化，それに伴う貯流量，流出量の変化，水温を含めた水質変化などが温暖化の影響として顕在化することが予想される．また，農業農村地域においては，農業用水利用に伴った地表水と地下水の交流現象が生じており，その水循環は複雑である．

地下水資源への温暖化の影響を評価するためには 地下水がどこで涵養されてどのように流動し，流出するかを把握する必要がある．本研究では，手取川扇状地を対象に，水素・酸素安定同位体比，ラドンの観測を地下水，地表水において行い，扇状地内の地下水流動特性の把握を目的とする．

### 2. 調査地区概要

対象とした手取川扇状地は，石川県白山市鶴来を扇頂部として金沢市南から能美市根上にかけて広がる典型的な扇状地であり，礫を主体とした扇状地堆積物が広く分布する．扇状地堆積層は，沖積統 AG(f)層，上部洪積統相当の DG(f)層に分けられ，さらに下層に砂礫・粘土の互層からなる D～T 層が分布する．土地利用は，面積 117km<sup>2</sup> の大半が稲作地帯である．扇状地内の取水井より年間約 110 百万 m<sup>3</sup> (2005 年度) の地下水が揚水されている．また流出域である扇端部は，湧水として美川伏流水群が分布するとともに，扇端部を流れる小河川には年間を通してある一定以下の低水温でなければ生息不可能な魚類であるトミヨが生息しており，地下水の湧出が予想される．

### 3. 調査及び分析方法

扇状地内に分布する取水井及び水位観測井 64 地点から地下水の採水を行った．また，湧水 6 地点，手取川及びその支流の 47 地点，地下水の流出域と想定される安産川において約 200m 間隔で計 25 地点，用水路 2 地点，田面水 3 地点から採水を行った．調査はかんがい期である 2008 年 8 月 18～22 日に実施した．

安定同位体比については，試料水とガスを同位体交換平衡の状態にさせ，Finnigan 社製 GAS BENCH II により平衡ガスを導入し，安定同位体比質量分析計 (Thermo Electron 社製，DELTA V Advantage) により測定を行った．ラドンは現地にて有機溶媒を用いた溶媒抽出後，液体シンチレーションカウンター (パッカード社製 2250CA) にて測定を行った．

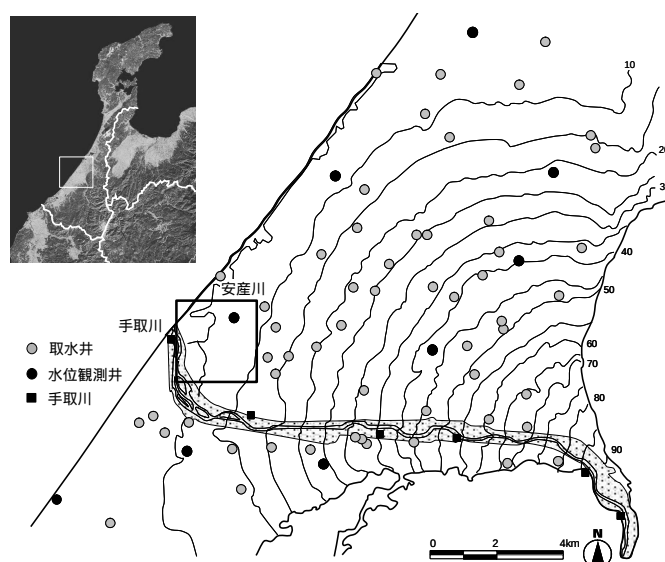


Fig.1 調査地点位置図  
Location map of observation points

#### 4. 結果及び考察

扇状地後背流域における $\delta^{18}\text{O}$ 分布を Fig.2 示す．地表水の $\delta^{18}\text{O}$  は、 $-8.51 \sim -11.59\text{‰}$ の範囲内に分布する．標高が高い白山周辺の地点で集水された地表水は同位体比が小さく、扇状地に近い沿岸側で集水された地表水ほど同位体比は大きくなる．これは、標高が高い地域の降水ほど安定同位体比が小さくなる「高度効果」の影響による．扇状地地下水の $\delta^{18}\text{O}$  分布を Fig.3 に示す．手取川本流の河川水は上流の地表水を集水しているために同位体比は小さく、扇状地内の手取川河川水 6 点の $\delta^{18}\text{O}$  の平均は $-10.37\text{‰}$ である．扇状地内地下水の $\delta^{18}\text{O}$  は手取川付近が $-10 \sim -9\text{‰}$ と小さく、扇状地北部で $-9 \sim -8\text{‰}$ となる．これより、扇状地の地下水は、手取川付近では河川水の混合割合が高く、北東部に向かうに従い降水や水田涵養水の混合割合が高くなると考えられる．

手取川の河川水以外の地下水の涵養源としては、降水と水田からの涵養水がある．用水路で採水したかんがい用水の $\delta^{18}\text{O}$  は $-10.56, -9.68\text{‰}$ であり、手取川本流の河川水同様低い $\delta^{18}\text{O}$  を示す．一方、そのかんがい用水が供給される扇状地内水田の田面水の $\delta^{18}\text{O}$  は $-10.41, -5.58, -7.06\text{‰}$ とばらつきがある．同位体比が大きい理由としては、水田にその地域の降水が残っていたか、あるいは湛水中の蒸発により同位体分別が生じ、同位体比が大きくなったと考えられる．今後は試料点数を増やすとともに降水の分析を進め、扇状地内の水田からの涵養水の $\delta^{18}\text{O}$  を明らかにする必要がある．

安産川のラドン濃度分布を Fig.4 に示す．安産川の上流側は  $0.32 \sim 0.37\text{Bq/L}$  と低い値を示すが、下流に行くに従い  $3\text{Bq/L}$  以上を示し、地下水の湧出が確認される．また、分岐後の西側の水路ではさらに高いラドン濃度 ( $3.65 \sim 11.58\text{Bq/L}$ ) を示し、河川水に占める地下水の割合が高いといえる．

#### 5. おわりに

今後は、環境同位体の観測を継続し、扇状地の地下水の涵養源として考えられる河川水、水田からの涵養水、降水のそれぞれの地下水への寄与率を推定する必要がある．これにより、温暖化の影響を受けた河川流量、降水量及びパターン、蒸発散量等の地下水資源への影響を評価することが可能と考えられる．

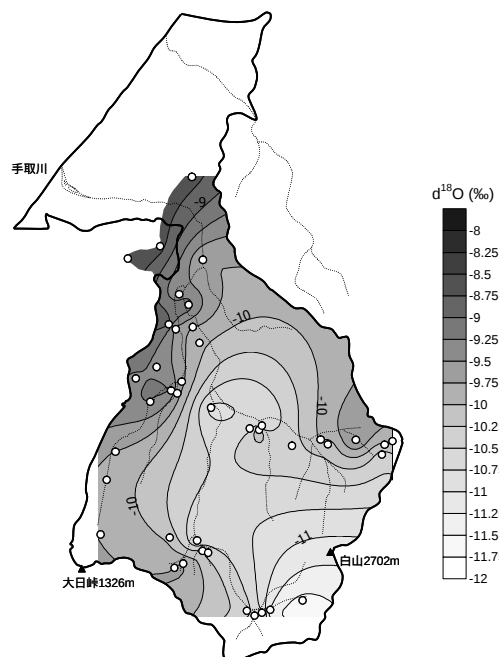


Fig.2 手取川流域の地表水 $\delta^{18}\text{O}$  分布  
Distribution of  $\delta^{18}\text{O}$  in stream water

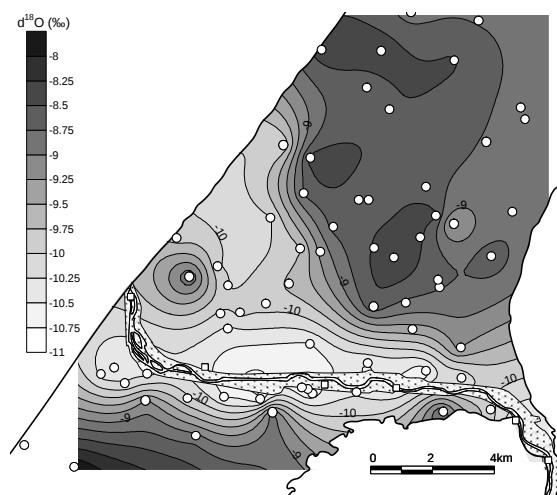


Fig.3 手取川扇状地の地下水 $\delta^{18}\text{O}$  分布  
Distribution of  $\delta^{18}\text{O}$  in groundwater

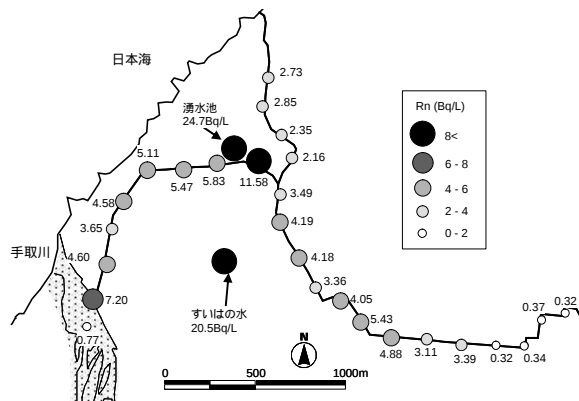


Fig.4 安産川ラドン濃度分布  
Distribution of Rn concentration in the Yasumaru River