

手取川扇状地の扇端部河川における地下水寄与割合の推定

Estimating the groundwater contribution into a river situated in the alluvial fan of the Tedori River

吉本 周平^{1*}, 土原 健雄², 石田 聡¹, 白旗 克志¹, 今泉 眞之¹Shuhei Yoshimoto^{1*}, Takeo Tsuchihara², ISHIDA, Satoshi¹, SHIRAHATA, Katsushi¹, Masayuki Imaizumi¹¹ 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所, ² 農林水産省 農林水産技術会議事務局¹National Institute for Rural Engineering, NARO, ²Secretariat of Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council, MAFF

石川県南部の加賀平野に発達する手取川扇状地は、白山に源を発して西流し、日本海に注ぐ手取川によって形成された扇状地である。扇状地の地下水は工業用、水道用、消雪用、農業用などの目的で広く使用されている。また、手取川下流域の湧水帯には冷水魚であるトミヨが生息しているが、その個体数は近年減少傾向にある。このように、手取川扇状地では地下水資源および生態系の保全が求められており、そのためには地表水・地下水交流の実態解明が不可欠である。

安産川（やすまるがわ）は、手取川扇状地の扇端部に位置する小河川で、上流は農業用水路と接続している。上流部と下流部は水門で仕切られ、上流部からの河川水の大半は放水路を北進して日本海に流れ込む。流域の主な土地利用は、上流では水田、下流では住宅地である。安産川周辺には自噴井や揚水井が多くみられる。

安産川では、採水調査を2012年5月10-11日、7月10日、9月25日、11月5日、12月20日（井水採取のみ12月27日）の5回実施し、Fig. 1に示す地点で河川水と井水を採取した。試料水の電気伝導度（EC）と水温は、現地での採水直後に電気伝導度・pH計（東亜DKK社製WM-22EP）で測定した。ラドン（²²²Rn）濃度は、現地でトルエン抽出法によって抽出した試料を持ち帰り、液体シンチレーションカウンタ（Packard社製、2250CA）で測定した。測定誤差は約0.1 Bq/Lである。

測定された水温、EC、ラドン濃度の安産川における分布をFig. 2に示す。井水の水温は地点や季節によらずほぼ一定で、平均13.4℃、標準偏差0.6℃である。一方、安産川最上流部（Y36）の水温は、夏期の7月に23.0℃、冬期の12月に6.1℃である。夏期や冬期には、河川水の水温が下流ほど地下水の平均水温に近づく傾向が見られるが、水門の直下流部（Y39）で一旦乖離する。井水は、河川水のECは下流ほど上昇する傾向が見られるが、下流域では井水のECを超える。ラドン濃度は最上流部のY36で0.1-0.2 Bq/Lであるが、Y28-Y24の区間で1.0 Bq/Lを超える。また、9月など、時期によってはY40でラドン濃度が大きく上昇する。

ラドンは、ラジウム（²²⁶Ra）の崩壊によって帯水層から放出され地下水に付加される一方、地表水には殆ど含まれていないことから、地下水の指標としてしばしば用いられている。安産川の上流部と下流部それぞれにおいてラドン濃度が上昇している区間は、地下水の流出が示唆される。

安産川上流部では、Y28-Y24間で1.0 Bq/Lを超える点が季節によって変動していることから、地下水流出区間の上端が移動していることが推察される。上流部周辺の主な土地利用は水田であり、非灌漑期の11月でY24から、灌漑期の7月でより上流のY28からラドン濃度が1.0 Bq/Lを超えていることから、上流部の地下水流出には水田への湛水が関係していると考えられる。なお、12月にもY28から1.0 Bq/Lを超えているが、連日の降雪や降雨によって水田が湛水状態にあったことから、地下水流出に係る推論とは矛盾しない。地下水流出区間のラドン濃度の大小は、上流からの農業用水の流入量によるとみられる。水温やECの分布は、ラドン濃度から推定される地下水の流出状況と整合的である。

安産川下流部では、時期によって水門が開閉し、下流部へ流入する水量が変動するため、ラドン濃度の大小にも差異が生じる。水温の分布はラドン濃度から推定される地下水流出状況と整合的であるが、ECについては地下水の平均値を超える区間がみられる。現地では高ECの雑排水の流入が確認されている。なお、住宅地であるため、排水溝によって集められた降水が直接、安産川に流れ込むこともあり得る。

河川水が地下水とそれ以外の地表水から構成されたと考え、2成分の混合モデルによってラドン濃度から地下水の寄与割合を推算した。また、7月と12月については、水温からも寄与割合を推算した。地下水を代表するラドン濃度と水温は平均値を、地表水については各調査時のY36の測定値をそれぞれ用いた。ラドン濃度から推定された地下水の寄与割合の最大値は、5月から12月まで順に、上流域で6.1%、11.7%、12.9%、7.2%、25.5%、下流域で28.0%、22.0%、43.6%、25.0%、29.4%である。水温で推定された寄与割合の最大値は、7月と12月でそれぞれ、上流域で15.6%と60.3%、下流域で42.7%と61.6%である。ラドン濃度による寄与割合が小さく見積もられているのは、揮散や放射崩壊でのラドン減少による過小評価とみられる。一方、水温は大気との熱平衡や日射の影響で、寄与割合を過小または過大に評価している可能性がある。今後の研究では、他の水質指標を用いた多角的な検討によって地下水流出区間の変動機構や降水・雑排水など地下水以外の寄与を明らかにすることで、扇状地における地下水流出の状況を包括的に解明することが必要である。

キーワード: ラドン, 放射性同位体, 環境同位体, 水温, 地下水流出, 多面的機能

Keywords: radon, radioisotopes, environmental isotopes, water temperature, groundwater discharge, multifunctionality in agriculture

AHW30-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月22日 18:15-19:30

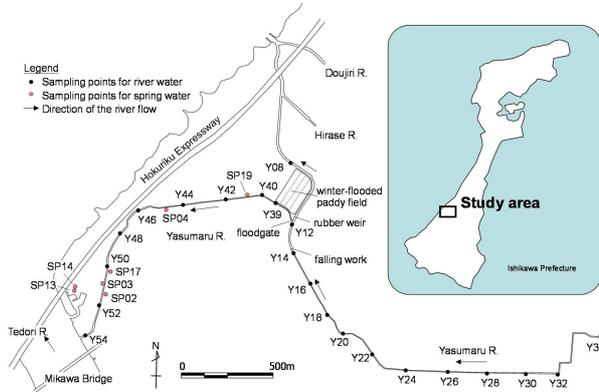


Fig. 1 (above-left) Sampling points of the study area.

Fig. 2 (right) Distributions of water temperature, EC and ²²²Rn concentration along with the Yasumaru River.

