

環境同位体からみた扇状地における河川・地下水交流現象 Interaction between groundwater and river water in alluvial fan evaluated from environmental isotope as indicator

土原 健雄*, 田中 邦彦**, 吉本 周平*, 石田 聡*, 今泉 眞之*
TSUCHIHARA Takeo, TANAKA Kunihiko, ISHIDA Satoshi and IMAIZUMI Masayuki

1. はじめに

扇状地とは、河川が山地から平野や盆地に移る所などに見られる、土砂などが山側を頂点として扇状に堆積した地形であり、扇状地の頂点を扇頂、末端を扇端、中央部を扇央と区分されている。扇端部は湧水帯をなし、水が得やすいため、古くから集落や水田が立地していた。扇央部は、河川の伏流により地下水位が低く、乏水地となるため、水田には利用しにくかったが、戦後、農業用水の整備や客土などの土地改良により扇央部も水田化されている。日本の地下水学の教科書の一つである「新版 地下水調査法（山本荘毅(1983)）」では、「扇状地における水のあり方、動きなど一般的な水文学的構造はどの扇状地でも同じである」としていたが、ラドン濃度を指標として、河川水、井戸の地下水を調査してみると、上記の記載と異なり、扇状地は、河川の伏流や再湧出といった河川と地下水の交流現象が頻繁に生じる場所であることが明らかになりつつある。扇状地における河川・地下水の交流現象を明らかにすることは、農地が有する地下水涵養・河川流況安定機能の評価に資すると考えられる。本研究では、いくつかの扇状地の河川・地下水を対象にラドン濃度を指標として交流現象の分類を行い、地下水が河川に与える影響について明らかにする。

2. 方法

本研究では、河川水と地下水の交流の有無を示す指標として環境同位体であるラドン (^{222}Rn) を用いる。ラドンは帯水層を構成する土粒子に含まれるラジウム (^{226}Ra) の崩壊により生成される水溶性の放射性ガスである。半減期が 3.8 日と短く、また揮発性であることから、供給源のない地表水にはほとんど含まれず、地下水中のラドンは地表水よりも 10 ~ 100 倍高濃度で含まれる。ここでは、ラドンを指標として、以下の 3 つの扇状地において河川と地下水の交流現象について調査を行った。

(1) 三原扇状地

三原扇状地は、兵庫県淡路島三原平野の約半分の 27km² の面積を占める。地形勾配は 1/50 ~ 1/80、標高差約 80m、延長は約 6km である。扇状地内を流下する各河川沿いには、扇状地形成後に河川が流路を変えながら下刻作用をした旧河道が認められる。扇状地内に分布する 20 の観測孔において地下水を採水し、ラドン濃度の測定を行った。

(2) 犬山扇状地

濃尾平野犬山扇状地を流れる日光川において扇端部の湧水帯の調査を行った。日光川は木曾川の旧分派流であり、現在は濃尾平野内に水源を持つ平地河川である。調査対象は日光川であり、尾西市明智を始点として一宮市目久井までの 8.8km の調査区間において、200m 間隔でラドン濃度の測定を行った。

(3) 鬼怒川扇状地（五行川低地）

五行川低地は鬼怒川左岸側に分布する低地であり、五行川の流路に沿って分布している。五行川低地は圃場整備により現地形を把握しにくい地域が多いが、現在の河川の流路沿いには旧河道が発達し、原面を開析している。調査対象は五行川であり、さくら市氏家から高根沢町までの 11km の

* 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering

** 日本水士総合研究所 The Japanese Institute of Irrigation and Drainage

キーワード：環境同位体，地下水，河川，交流現象

調査区間において 100m 間隔でラドン濃度の測定を行った。

3. 結果

(1) 三原扇状地

Fig.1 に三原扇状地における地下水ラドン濃度分布を示す。ラドン濃度の平均値は 13.89Bq/L であるが、河川沿いにラドン濃度が低い部分 (3.78Bq/L) が見られ、一方扇状地内のラドン濃度は相対的に高い (22.68Bq/L)。これはラドンがほとんど含まれない河川水が帯水層に浸入し、帯水層を移動するに伴いラドンの放射平衡濃度に近づくことを示している。

(2) 犬山扇状地

Fig.2 に日光川におけるラドン濃度分布を示す。調査始点から 0.8km 地点でラドン濃度は急激な上昇を見せ地下水の流入が示される。その後も 6.4km 地点まで 2.03 ~ 4.01Bq/L のラドン濃度が高い地帯が続く。6.8km 地点において下水道浄化センターからの排水が日光川に流入し、ラドン濃度は低下するが、その後もラドン濃度は 1Bq/L 以上の値を示す。これらの結果は扇端部における連続した湧水帯の存在を示している。

(3) 鬼怒川扇状地 (五行川低地)

Fig.3 に五行川におけるラドン濃度分布を示す。五行川のラドン濃度は調査区間全体において高く、平均ラドン濃度は 4.65Bq/L であった。調査時は非かんがい期であり、一部の維持用水を除き五行川の流量は地下水で構成され、基底流の状態にある。また、扇状地内の旧河道が現河道と交錯する地点でラドン濃度が大きく上昇する傾向が見られ (Fig.3 中矢印部分)、透水性の高い旧河道部分からの地下水の浸出が示された。

4. おわりに

水収支及びラドン・他のイオンの質量収支から、交流現象の定量化、つまり帯水層から河川への地下水の流出量、河川から帯水層への地下水の流出量について算定する必要がある。また、かんがい期と非かんがい期のラドン濃度分布を比較し、農地が持つ地下水涵養・河川流況安定機能について明らかにすることが今後の課題である。

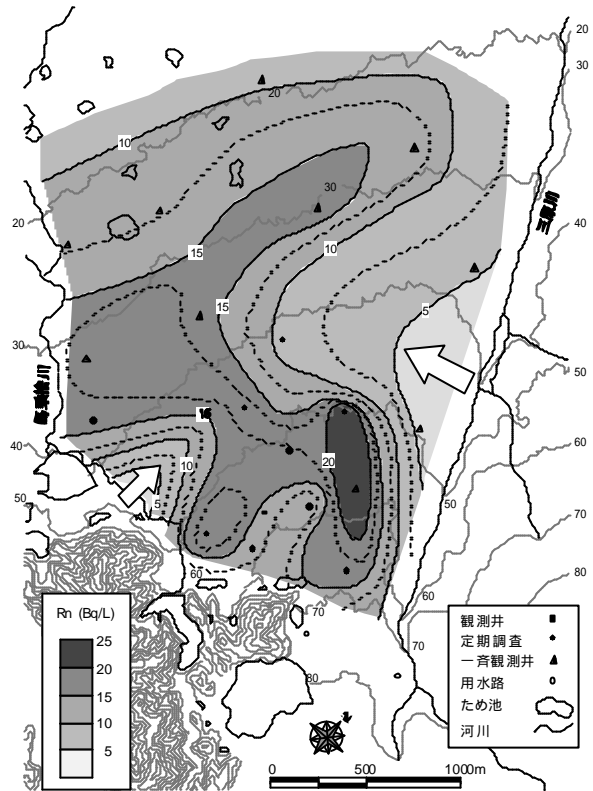


Fig.1 三原扇状地における地下水ラドン濃度分布
Distribution of ^{222}Rn concentration in Mihara alluvial fan

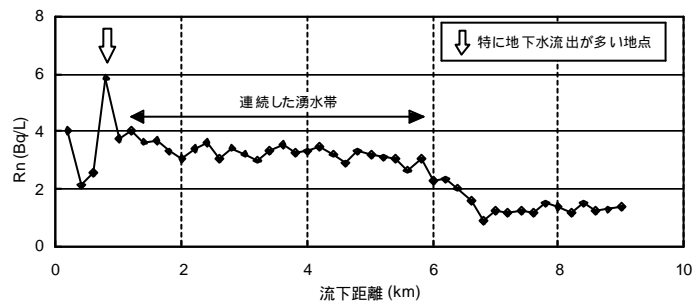


Fig.2 日光川におけるラドン濃度分布
Profile of ^{222}Rn concentration in Nikko River

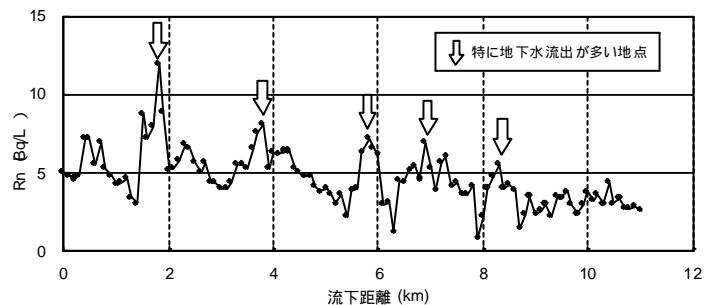


Fig.3 五行川におけるラドン濃度分布
Profile of ^{222}Rn concentration in Gogyo River