

環境同位体からみた水田涵養された地下水が扇状地内河川の流況へ及ぼす影響

Effect of groundwater recharged from paddy field on river stream in alluvial fan evaluated from environment isotope

土原健雄*, 福田武真**, 吉本周平*, 石田 聡*, 今泉眞之*

TSUCHIHARA Takeo, FUKUDA Takemasa, YOSHIMOTO Shuhei, ISHIDA Satoshi, 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る。扇端部は湧水帯をなし水が得やすいが、扇頂部・扇中部は、河川の伏流により地下水位が低く、乏水地となる。扇状地における一般的な水文学的構造はどの扇状地でも同じであると考えられてきたが、ラドンを指標とした調査により、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。

本研究では、鬼怒川左岸部の五行川流域において、かんがい期・非かんがい期の河川水及び地下水を対象に環境同位体を指標とした調査を行い、扇状地における河川水・地下水の交流現象を分類するとともに、水田から涵養された地下水が五行川の流況に及ぼす影響について明らかにする。

2. 調査地概要

調査対象としたのは、鬼怒川左岸部低地を流れる五行川である (Fig.1)。五行川低地はかつての鬼怒川がここを流れたと推察され、現在の五行川沿いには旧河道が発達し、原面を開析している。扇頂部では鬼怒川より取水された河川水が市の掘幹線水路を流れ、かんがい期には五行川へかんがい用水として分水されるが、非かんがい期には市の掘幹線水路からの水供給は絶たれる。調査を実施したのは、さくら市氏家から高根沢町までの 11km の区間であり、地表の勾配は約 1/250 である。

3. 方法

本研究では、涵養された地下水が河川水の交流現象をとらえるために、環境同位体であるラドン (^{222}Rn) を指標として用いる。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 α 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。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 の区間において 100m 間隔で、2007 年 1 月、8 月、10 月の

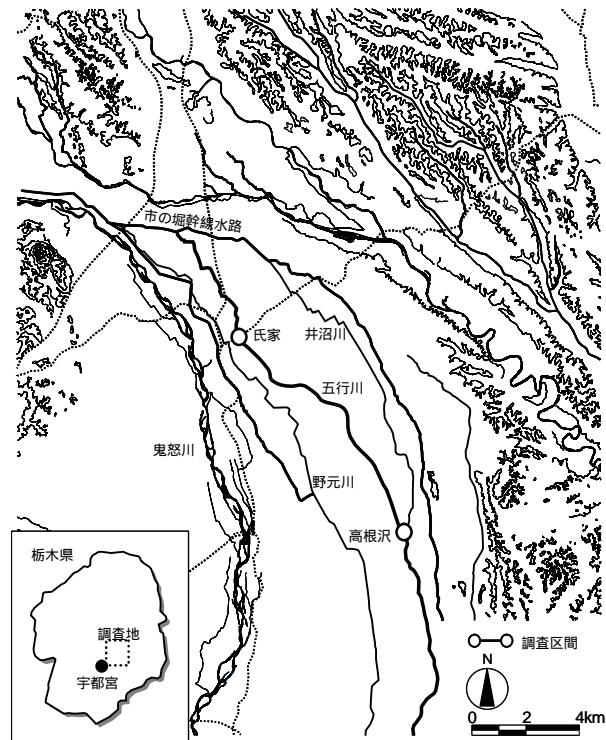


Fig.1 調査地位置図
Location map of study area

* 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，河川流況，交流現象

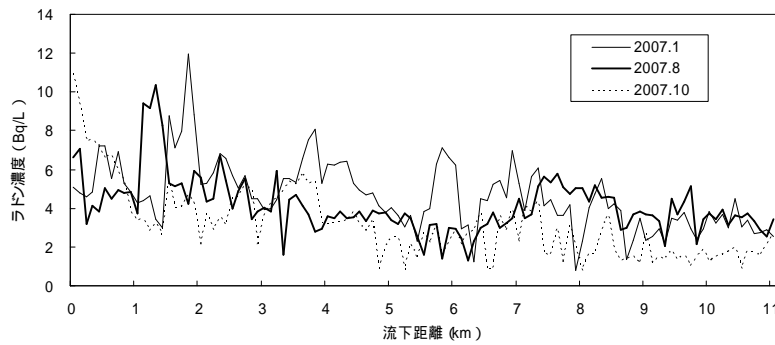


Fig.2 五行川ラドン濃度分布
Profile of ^{222}Rn concentration in the Gogyo River

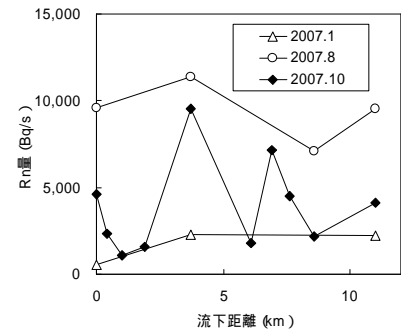


Fig.3 五行川ラドン量分布
Profile of ^{222}Rn load in the Gogyo River

3 時期においてラドン濃度の測定を行った。また、8、10月に流域内の井戸40地点において、地下水のラドン濃度の測定を行った。採水した試料水は、トルエン抽出法により現場にて抽出を行い、抽出された試料を液体シンチレーションカウンタ (Packard 社製 2250CA 型) にて測定した。

4. 結果及び考察

五行川ラドン濃度分布を Fig.2 に示す。非かんがい期 (1 月) が最もラドン濃度が高く、非かんがい期初期 (10 月) が最もラドン濃度が低い。1 月は、五行川上流の水門が閉鎖され、五行川の流量全てが地下水で構成されること、また、流量が3 時期で最も小さいため ($0.87\text{m}^3/\text{s}$)、地下水流出によるラドン濃度の上昇量が大きくなる。10 月は1 月に比して流量が大きく ($1.57\text{m}^3/\text{s}$)、地下水流出が生じてラドン濃度の上昇は小さく、また区間を通して全体的にラドン濃度は低い傾向にある。一方、かんがい期 (8 月) は流量が最大 ($2.79\text{m}^3/\text{s}$) になるにもかかわらず、ラドン濃度は高く維持される。これは、水田涵養による地下水面上昇により、地下水が五行川へ流入していることを示す。河川流量にその地点のラドン濃度を乗じて求めた五行川を流下するラドン量 (Fig.3) は、上述の関係と整合的である。

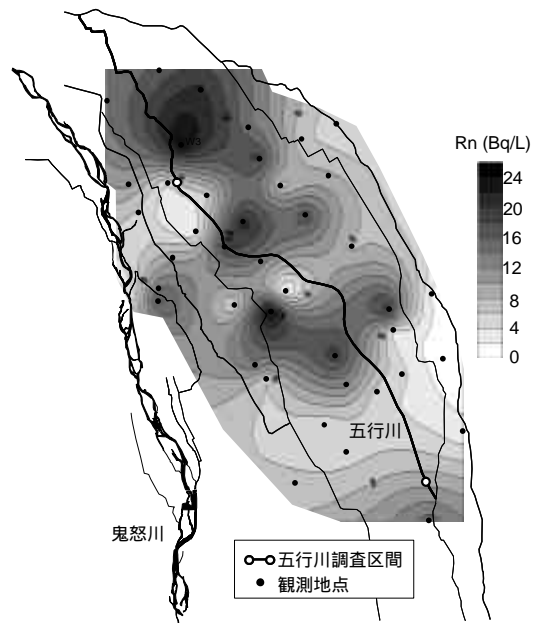


Fig.4 地下水ラドン濃度分布
Distribution of ^{222}Rn concentration in groundwater

ラドン濃度の上昇地点は、非かんがい期 (1 月と 10 月) で類似した傾向を示すのに対し、かんがい期 (8 月) は異なる傾向にある。これは、かんがい期は地下水位が上昇し、異なる区間においても地下水流出が生じ、ラドン濃度分布が変化するためと考えられる。旧河道と現河道が交錯する地点においてラドン濃度が大きく上昇する傾向にあり、これらの透水性の良好な区間において、特に五行川と地下水の交流現象が生じていると考えられる。

Fig.4 に 2007 年 8 月の地下水ラドン濃度分布を示す。かんがい期は水田からの涵養により、地下水のラドン濃度は低下している。10 月になると水田からの涵養は消失し、地下水のラドン濃度は回復するが、地下水位は 1 月よりも高く、地下水は五行川へ流出している。

5. おわりに

かんがい期・非かんがい期を通じて地下水が河川内に流出し、河川の流況安定に寄与していること、特にかんがい期は水田からの涵養により地下水位が上昇し、非かんがい期とは異なる地下水流出形態を取ることが示された。水収支及びラドンの物質質量収支より、かんがい期・非かんがい期における地下水の流況安定効果を定量化することが今後の課題である。