

下水中に占める地下水浸出水の割合の同位体的評価—首都圏の都市化流域における事例研究—

An isotopic evaluation of groundwater component in sewage in a highly urbanized catchment, the metropolitan area, Japan

安原 正也 [1]; 稲村 明彦 [1]

Masaya Yasuhara[1]; Akihiko Inamura[1]

[1] 産総研

[1] GSJ, AIST

飲料・生活・産業用水として、地下水は都市の持続的発展に不可欠な自己水源である。さらに、近年は防災・緊急用水、親水環境維持・ヒートアイランド対策等のための環境用水としても注目を集めている。将来にわたって都市の地下水の適切な利用と保全を図るためには、その複雑な地下水システムを質・量の両面から正確に理解しておくことが必要である。産総研では、都市の浅層地下水システムの解明に向け、地下水収支に果たす各水文要素の役割を定量化するための同位体的手法の確立を目的とした研究を実施中である(安原ほか, 2007; 稲村・安原, 2008)。その一環として、今回は下水道管中への地下水浸出量の把握と評価手法確立のために、首都圏の都市化が進んだ下水処理区を対象に行った事例研究の結果を報告する。

研究対象地域(処理面積=約73km², 合流式)は、地形的には主に洪積台地から構成されており、地下水面は概ね地表面下数m~5m前後に位置する。また、処理区内の人口は100万人以上と推定される。処理区末端の下水処理場において、2007年9月19日午前10時から21日午前9時までの毎正時の合計48回、下水試料の採取を行った。調査期間中とその前のほぼ1週間にわたって降雨はなかったため、採取した下水試料は、1) 水道水を起源とする生活排水等の“真の”意味での下水(以下、水道水成分)と、2) 下水道管中への地下水浸出水(以下、地下水成分)の2つの端成分から構成されているものとみなすことができる。端成分である水道水成分の同位体比は、同期間中に下水処理場近傍の8箇所で行った水道水の酸素同位体比に基づいて-64.3‰ Dとみなした。一方、地下水成分の同位体比としては、埼玉県黒目川流域(自然流域)における浅層地下水の年平均値-54.5‰ D(産総研未公表データ)をベースに、これに都市化が進行した地域では浅層地下水形成に水道漏水成分が平均で10%寄与しているもの(稲村・安原, 2008)として算出した値-55.5‰ Dをもって代表させた。これらの端成分による2成分混合モデルによって下水を分離したところ、地下水成分は無降雨時の毎時の下水流量(処理量)の24-41%を占めるという結果が得られた。また、9月19日9時~20日9時と20日9時~21日9時の各24時間では、ともに下水の日流量の34%が地下水起源であることが明らかとなった。ちなみに、地下水成分の同位体比として黒目川流域の浅層地下水の値(-54.5‰ D)をそのまま適用した場合、下水の日流量に占める地下水成分の割合はそれぞれ30%と31%となる。これらの同位体的手法による直接的な算定結果は、統計資料に基づく中山ほか(2007)の間接的検討結果(無降雨時の日流量の29%; 水収支計算による)と整合的である。同処理区内の上水は4系統の水道水によって供給されており、今回水道水試料を採取したのはこのうちの1系統からのみである。水道水は給水系統毎にその同位体組成が異なる可能性もある。したがって、端成分である水道水の値は、厳密には給水区ごとの水道水の同位体組成を考慮した上で決定する必要がある。このようにいくつかの検討課題を残しているものの、今回の研究結果から、下水道管中への地下水浸出量の定量化における同位体的手法の有効性を示すことができたものと考えている。