

[自主研究]

人工化学物質をトレーサーとして用いた地下水の 汚染源特定に関する基礎研究

竹峰秀祐 大塚宜寿 堀井勇一 蓑毛康太郎 野村篤朗 茂木守

1 目的

「水循環基本法」や「水循環基本計画」が策定され、水循環の視点において地下水挙動を把握した上で持続可能な地下水の保全と利用を図る「地下水マネジメント」を実施することが関係機関に求められている。特に地下水の保全については、地方公共団体等が主体的に行っていくことが期待されている。地下水の保全を行っていくうえで、環境基準の超過率が最も高い硝酸及び亜硝酸性窒素(以下、硝酸性窒素)による汚染が課題の一つとして挙げられる。汚染原因としては、生活排水の浸透、家畜排せつ物の不適正処理、過剰な施肥等が考えられており、汚染対策には汚染原因を把握する必要がある。

化学分析法を用いて汚染源を特定する方法として、複数のイオン成分を分析する方法が提示されているが、複合的な汚染の場合、解析することが困難であり、汚染対策が進まない一つの要因となっている。本研究では、各汚染源に由来する人工化学物質をトレーサー(追跡指標)として選定し、地下水中の硝酸性窒素の汚染源特定への利用可能性について評価することを目的とする。

2 方法

2.1 トレーサー候補物質の分析法の検討

トレーサーは、生活排水、家畜排せつ物、農業排水を特徴づける人工化学物質がふさわしい。平成30年度にトレーサー候補物質10種を選定し、埼玉県内の地下水を対象に調査を行ったところ、生活排水に含まれていると考えられるスクラロース、アセスルフアム、農業排水に含まれていると考えられるジノテフランが高頻度で検出された。

令和元年度は測定対象物質を追加し、一斉分析法の検討を行った。追加した物質は、生活排水に含まれていると考えられるクレアチニン、デオキシコール酸、カフェインである。なお、クレアチニン、デオキシコール酸はし尿に由来するもの¹⁾であり、人工化学物質ではないが、生活排水の混入についての判断を補足するために分析することとした。

2.2 下水処理場の調査

令和元年度に県内9か所の下水処理場の流入水と放流水を採水し、トレーサー候補物質の測定を行った。

また、1か所の下水処理場で、排水処理過程の水(流入水、初沈入り口、初沈出口、曝気槽、曝気槽出口後、塩素消毒後)を採水し、トレーサー候補物質を測定した。

2.3 地下水の調査

令和元年度に採取した埼玉県内の地下水試料をトレーサ

ー候補物質の測定に供した。

3 結果

3.1 トレーサー候補物質の分析法の検討結果

平成30年度に開発した分析方法に改良を加え、地下水試料を固相抽出法で前処理を行い、LC/MS/MSで測定する分析方法を開発した。全対象物質で検量線は良好な直線性を示し、回収率は80%~110%程度であった。

3.2 下水処理場の調査結果

流入水で生活排水のトレーサー候補物質とその補足物質であるスクラロース、アセスルフアム、カフェイン、クレアチニン、デオキシコール酸が10 μ g/L~数100 μ g/Lで検出された。一方、農業系排水のトレーサー候補物質であるネオニコチノイド系殺虫剤5種(ジノテフラン他)は不検出(<0.01 μ g/L)、畜産系排水のトレーサー候補物質であるサルファ剤3種(スルファメトキサゾール他)は0.1~5 μ g/Lの濃度であった。生活排水のトレーサー候補物質は、未処理の汚水に高い濃度で存在するということが分かった。

放流水は、クレアチニン、デオキシコール酸、アセスルフアム、カフェインの濃度が流入水と比べて90%以上減少していた。排水処理過程の調査から、曝気槽で除去されていることが分かった。

3.3 地下水の調査結果

生活排水のトレーサー候補物質であるスクラロース、アセスルフアム、農業排水のトレーサー候補物質であるジノテフランが高頻度で検出された。硝酸性窒素が基準を超過した地下水にスクラロース、アセスルフアム濃度が比較的高い値で検出され、更にクレアチニンが検出されたものがあった。未処理の生活排水が混入している可能性があり、原因究明のため詳細な調査が必要と考えられる。

4 今後の研究方向

硝酸性窒素が基準を超過し、生活排水のトレーサー候補物質の濃度が比較的高い地下水について、高頻度調査を実施し、硝酸性窒素とトレーサー候補物質の相関性を調べる。加えてその井戸の周辺施設について調べ、生活排水の地下への漏水の可能性について検証する。

文 献

1) 八木ら(2019)第22回水環境シンポジウム講演集, 269.