

[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必要がある。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、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、地下水中の硝酸及び亜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 人工化学物質トレーサー候補の選定と分析法の検討

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、さらに環境中で安定である人工化学物質がふさわしい。そこで、生活排水は人工甘味料2種（スクラロース、アセスルファム）を、家畜排せつ物は動物用医薬品3種（スルファメトキサゾール、スルファジミジン、スルファジメトキシム）を、農業排水はネオニコチノイド系農薬5種（ジノテフラン、アセタミプリド、クロチアニジン、チアクロプリド、イミダクロプリド）をトレーサー候補に選定した。

地下水試料を固相抽出法で前処理を行った後、LC/MS/MSでトレーサー候補物質を測定した。

### 2.2 地下水試料の測定

平成30年度に採取した県内地下水の試料137検体をトレーサー候補物質の測定に供した。

## 3 結果

### 3.1 人工化学物質トレーサー候補の分析法開発

全対象物質、検量線の範囲は0.2ng/mL～100ng/mLとした。検量線の $r^2$ は全物質ともに>0.99であった。添加回収試験の回収率は、89%（スルファメトキサゾール）～103%（クロチアニジン）となった。

### 3.2 地下水の測定結果

対象とした物質の測定結果は表1のとおりである。アセスルファムの検出率が最も高く85%となった。次いでスクラロースとなった。空間的な分布傾向としては、農薬は農業地帯、特に埼玉県北部で濃度が高く検出される傾向にあった。人工甘味料や動物用医薬品は、空間的な分布の傾向はみられなかった。また、人工甘味料は下水道整備地域・未整備地域に関わらず、検出された。

## 4 今後の方向性

ネオニコチノイド系農薬の濃度の分布の傾向は、使用実態を反映したものと考えられる。ネオニコチノイド系農薬は、農業排水のトレーサーとして使用できる可能性が示唆された。人工甘味料や動物用医薬品については、周辺の状況（下水道の管きよ、浄化槽、畜舎）等を踏まえたうえで解析を続け、指標として利用できるか検証していく。

表1 測定結果一覧

種類	人工甘味料（生活排水トレーサー候補）		動物用医薬品（家畜排せつ物トレーサー候補）		
	スクラロース	アセスルファム	スルファメトキサゾール	スルファジミジン	スルファジメトキシム
濃度範囲（ng/L）	<0.7～2600	<0.7～540	<0.7～54	<0.7	<0.7～3.9
検出率（%）	67 (91/137)	85 (116/137)	18 (24/137)	0 (0/137)	1.5 (2/137)
種類	農薬（農業排水トレーサー候補）				
	ジノテフラン	アセタミプリド	クロチアニジン	チアクロプリド	イミダクロプリド
濃度範囲（ng/L）	<0.7～890	<0.7～35	<0.7～86	<0.7～5.4	<0.7～390
検出率（%）	42 (57/137)	0.74 (1/137)	27 (37/137)	0.74 (1/137)	21 (29/137)

カッコ内の数値は"検出数/検体数"