

# 共同研究報告書

## (研究課題名)

愛媛県西条市における地下水資源の持続的保全管理に関する調査研究

## (共同研究者名 (所属))

中田 晴彦・石井絵理・山内拓也 (熊本大学)

田辺 信介 (愛媛大学)

## (研究目的)

愛媛県西条市の特長は、ほぼ全ての飲用水が石鎚山系等を起源とする清涼・豊富な地下水で賄われている点にある。地下水の持続的保全管理は同市の重要課題の一つであり、これまでに複数の条例を制定し地下水の流動や水質に関する調査研究を行っている。

近年、日本を含む先進国では地下インフラの破損による道路陥没事例が多発しており、老朽化した下水管の修繕が喫緊の課題となっている<sup>1)</sup>。しかし、西条市の下水道事業は開始から40年以上が経過し老朽化が予想されるものの、その供用面積は1,744 haと広域であるため、管路の破損箇所を発見・修繕するのは容易ではない。

当研究室では熊本の地下水を対象に下水マーカーの人工甘味料を分析し、2016年4月に発生した熊本地震前後で濃度値を比較してその差が大きい地点ほど優先的に管路調査を行うべきとの指針を示した<sup>2)</sup>。そこで本研究は、西条市の地下水を採取して人工甘味料を測定し、その濃度分布を基に下水管破損地点の予測を目的とした。得られる結果は、南海トラフを震源とする地震で地下インフラ被害の発生が予想される西条市の平時の地下水質の現状把握に資する内容も兼ねると考えられる。

## (研究方法)

2017～2018年にかけて、西条市内の42地点から地下水と湧水を採取した。人工甘味料の分析は既法<sup>3)</sup>に従い、試料水約2Lをろ過してpHを2.8以下に調整後、Oasis HLBカートリッジ (Waters社製) を用いて固相抽出を行った。カートリッジを脱水後、目的物質を40%アセトニトリル含有超純水で溶出し、濃縮・乾固・定容した後、HPLC-MSで定性・定量を行った。

## (研究成果)

実験の結果、西条市内の地下水試料から人工甘味料が検出された。検出頻度はアセスルファム (ACE) が最も高く (52%)、次いでスクラロース (SUC, 10%)、サッカリン (SAC, 10%) の順であり、アスパルテーム (ASP) は検出されなかった。同様の傾向は、熊本地域の地下水でも観察されている<sup>2)</sup>。

地下水中の人工甘味料濃度の地理的分布を Fig. 1 に示した。伊予西条地区では、主に東部と南部で ACE の検出頻度が高かったが、その多くは 1 ng/L 以下と低値を示した。とくに、地区中心部では軒並み検出限界値以下であり、理由とし



Fig. 1 Geographical distribution of artificial sweeteners concentrations in groundwater samples collected from Saijo City, Ehime Prefecture

て本地区には「うちぬき」といわれる自噴井が多数存在し、上向きの地下水流動傾向が強く地下水が滞留しにくい構造<sup>5)</sup>であることが考えられた。一方、同地区東部で採取した地下水から 3.0 ng/L 以上の ACE が検出され、SUC も 10 ng/L を超える高い濃度で検出された。本結果は当該地点周辺に人工甘味料の流入源の存在を示唆しており、地下インフラの性状を把握するための調査の実施が望ましいと考えられた。

東予丹原地区は、西部で ACE 濃度が 3.0 ng/L 以上を示した地点もあったが概ね低値であった。また、SUC は中山川上流など後背地が山である地点の試料から高濃度で検出された。これらの地点は西条市の下水道管理区域外であり、下水処理には浄化槽が使用されている。このため、老朽化した浄化槽が不具合を起こし生活排水が地下へ漏出した可能性が窺えた。ただし、本研究で得られた西条市の地下水中甘味料の平均濃度は、自然災害以前の熊本市の測定値<sup>2)</sup>より五分の一程度と低値であり、下水漏出規模は小さいと考えられた。

#### 【参考文献】

- 1) 国交省 HP ([http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewage/crd\\_sewage\\_tk\\_000135.html](http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewage/crd_sewage_tk_000135.html))
- 2) 石井ら (2017) 第 26 回環境化学学会年会要旨
- 3) Watanabe *et al.* (2016) *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **70**, 671-681.
- 4) Yasutaka *et al.* (2017) *PLoS ONE*, **12**, 6.
- 5) 西条市地下水年報 (<http://www.city.saijo.ehime.jp/site/mizunorekishikan/chikanen.html>)

#### (成果発表リスト)

学会発表

- 1) 石井絵理, 中田晴彦 自然災害を想定した地下水リスク管理に関する基礎研究 —愛媛県西条市を例に— 第 27 回環境化学討論会, 那覇市, 2018 年 5 月 22 日~25 日
- 2) Ishii, E., Watanabe, Y., Agusa, T., Nakata, H. (2018) Sugar-like chemicals in groundwater may play an important role to identify damaged sewer pipes in Japan: Application to Myanmar. Joint Seminar on Environmental Chemistry for Collaboration Research between Myanmar and Japan,

Mandalay, Myanmar, December 7<sup>th</sup>, 2018.

- 3) Yamauchi, T., Ishii, E., Nakata, H., Baseline study on groundwater risk management by sewer pollution for preparing a large-scale disaster -A case study in Yatsushiro City, Japan-. Joint Seminar on Environmental Chemistry for Collaboration Research between Myanmar and Japan, Mandalay, Myanmar, December 7<sup>th</sup>, 2018.
- 4) 石井絵理, 中田晴彦 難分解性下水マーカーによる地下インフラのリスク管理に関する基礎研究 ―大規模災害を見据えて― 第 52 回日本水環境学会年会, 甲府市, 2019 年 3 月 7 日～9 日

#### **(今後の課題)**

本研究により、愛媛県西条市の地下水において、人工甘味料が検出された。また、下水道管理区域外においても下水マーカーが検出されたため、今後は老朽化した下水管だけでなく浄化槽の現状を詳細に把握していく必要があると思われる。また、本研究で得られた「平時データ」は、災害時の地下水リスク管理のための将来の備えとして有用な知見になり得ると考えられる。このため、万一、西条市で大規模災害の発生した際は早急に現地に駆け付け、地下インフラの現状把握のための緊急環境調査を実施する体制を整えておきたいと考えている。