

## 下水道処理後排水が放流される河川環境での CH<sub>4</sub> 生成に及ぼす主要因子の解析

東洋大学 大学院 学生会員 ○各務 絢香

国立環境研究所 非会員 蛭江 美孝

東洋大学 正会員 山崎 宏史

ヘッドスペース法により GHGs 採取を行ない、ガス分析に供した。これらの GHGs サンプルはそれぞれ GC-FID, GC-ECD にて CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O 分析を行った。

### 1. 研究背景

現在、地球温暖化対策の必要性が高まり、さらなる温室効果ガス (GHGs) 排出量の削減が求められている。生活排水処理により発生する CH<sub>4</sub> は CO<sub>2</sub> と比較し温室効果能が 25 倍高く、重要な削減対象ガスの 1 つである。河川において CH<sub>4</sub> は、嫌気条件による有機物無機化作用の最終段階でメタン生成菌により生成される。すなわち、河川で CH<sub>4</sub> 生成が活発化するのには、河川底部に有機物が堆積し底質環境が嫌気状態の環境である<sup>1)</sup>。これら河川からの CH<sub>4</sub> 排出量を調査している研究事例は多く存在するが、下水道処理後排水に残存する有機物を起源に、河川で生成される CH<sub>4</sub> 排出量について調査した事例は少ない。そこで本研究では、下水道処理後排水が放流された河川環境中での CH<sub>4</sub> 生成に及ぼす主要因子の解析を目的とした。

### 2. 実験方法

本研究は、埼玉県内の下水道終末処理場 A,B,C とその処理後排水が放流される河川 α,β,γ の 3 箇所を対象に実施した。この下水道終末処理場 A,B,C および河川 α,β,γ の特徴は、表 1 に示す通りである。下水道終末処理場 A,B および河川 α,β の調査は準備期間を含め、2019 年から月 1~2 回程度実施した (新型コロナウイルスの影響により一時中断)。下水道終末処理場 C および河川 γ の調査は 2021 年 5 月から月 1 回程度実施した。調査は図 1~3 に示す各地点において実施し、河川 α,β では採気、採水、現場測定を行い、河川 γ では採水、現場測定を行った。現場調査項目として、DO, pH, ORP, 水温等の測定を行うと共に、採取したサンプルは直ちに実験室に持ち帰り、JISK0102 に準拠し、BOD, SS, T-N NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, TS, VSS 等の水質分析を行った。ガス態 GHGs 分析用サンプルはダイナミックチャンバー法にて採気を行い、溶存態 GHGs 分析用サンプルは、現地にて採水した後、生物活性阻害剤を添加し生物反応を停止させ、実験室に持ち帰った後、

キーワード CH<sub>4</sub>, 下水道処理後排水, 河川環境, 底質環境

### 3. 結果および考察

#### (1) 河川における BOD と D-CH<sub>4</sub> の関係

下水道処理後排水が放流された河川 α~γ 各地点における調査期間中の BOD 濃度に対する D-CH<sub>4</sub> 濃度の関係を図 4 に示す。図 4 から各河川において、BOD 濃度と D-CH<sub>4</sub> 濃度に高い相関は認められなかったが、河川 γ では低濃度の BOD に対し高濃度の D-CH<sub>4</sub> が

表 1 本研究で対象とした各下水道終末処理場と河川



図 1 河川 α 調査地点



図 2 河川 β 調査地点



図 3 河川 γ 調査地点

確認された。この原因として、河川  $\gamma$  では①河川および下水道処理後排水に残存していた D-CH<sub>4</sub> による影響、②下水道処理後排水に残存していた BOD を起源とし、河川流下に伴い、河川環境および河川底質環境による CH<sub>4</sub> 生成の可能性が考えられた。

## (2) 河川および下水道処理後排水に残存する D-CH<sub>4</sub> の影響

まず①下水道処理後排水に残存していた D-CH<sub>4</sub> による影響について検討を行った。図 5 の棒グラフは河川流下方向における各地点の D-CH<sub>4</sub> 濃度の挙動を示している。河川  $\alpha$ ,  $\beta$  では下水道処理後排水に含まれる D-CH<sub>4</sub> 濃度が下水道処理後排水合流前の河川水より 0.3, 1.0 $\mu\text{g/L}$  それぞれ高く、河川  $\gamma$  は下水道処理後排水に含まれる D-CH<sub>4</sub> 濃度が下水道処理後排水合流前の河川水より 5.8 $\mu\text{g/L}$  低いことが分かった。この結果から各河川において、河川水および下水道処理後排水に残存している D-CH<sub>4</sub> の影響が大きいことが明らかとなった。さらに、各調査地点 St.2~St.7 に含まれていた D-CH<sub>4</sub> から河川水および下水道処理後排水に含まれていた D-CH<sub>4</sub> 濃度を差し引くと、河川  $\gamma$  に関して河川水および下水道処理後排水に含まれる D-CH<sub>4</sub> 以外に、河川水および下水道処理後排水に残存していた BOD を起源に河川流下に伴い、河川環境や底質環境により D-CH<sub>4</sub> が多く生成されている可能性が考えられた。

そこで②下水道処理後排水に含まれる BOD を起源に河川流下に伴い生成される D-CH<sub>4</sub> について検討を行った。図 5 の D-CH<sub>4</sub> 濃度および BOD 濃度の挙動に着目すると、河川  $\alpha$ ,  $\beta$  では、下水道処理後排水が放流された後 (St.2) から流下方向 (St.3) にかけて D-CH<sub>4</sub> 濃度の僅かな増加が認められるものの、河川  $\gamma$  では、BOD 濃度の高さと相まって St.2~St.3 にかけて D-CH<sub>4</sub> 濃度の大幅な増加が認められた。

## (3) 河川環境および底質環境による D-CH<sub>4</sub> への影響

河川底質の有機物割合を  $\text{VSS/TS} \times 100\%$  として示し、これと D-CH<sub>4</sub> 濃度の関係を図 6 に示した。この図から、河川  $\gamma$  において、有機物割合と D-CH<sub>4</sub> 濃度に高い相関関係が認められた。河川  $\alpha, \beta$  の有機物割合はそれぞれ平均 4.3%, 5.7% であるのに対し、河川  $\gamma$  では平均 43.1% と高く顕著な違いがあった。河川  $\gamma$  における DO 濃度は 5.1~5.8 $\text{mg/L}$  と河川  $\alpha, \beta$  と比較して低く、また有機物割合が高いことから底質環境は

嫌気状態で CH<sub>4</sub> 生成活性が高い環境であると考えられた。

図 4 BOD 濃度と D-CH<sub>4</sub> 濃度の関係

図 5 流下方向における BOD 濃度と D-CH<sub>4</sub> 濃度の挙動

図 6 河川底質有機物割合と D-CH<sub>4</sub> 濃度の関係

## 4. まとめ

各河川において、河川および下水道処理後排水に残存する D-CH<sub>4</sub> が多く残存していると考えられた。一方、河川  $\gamma$  では、河川底質の有機物割合が高く、DO 濃度が低い河川環境、底質環境により、下水道処理後排水に残存する BOD を起源に CH<sub>4</sub> 生成が行われていると考えられた。

## 参考文献

- 1) 稲森隆平, 稲森悠平, 徐開欽, 蛭江美孝, 須藤隆一: バイオエコシステムにおける CH<sub>4</sub>・N<sub>2</sub>O 等温室効果ガス排出削減技術の開発 用水と廃水 Vol.51 No.1(2009)

## 謝辞

本研究は環境省環境研究総合推進費 (JPMEERF20192002) により実施された。ここに記し謝意を表す。