

下水処理水中の溶存態亜酸化窒素の連続測定

秋田工業高等専門学校 学生会員 ○千種将史 正会員 増田周平
東北大・院 正会員 西村 修

1 はじめに

地球温暖化防止のため、我が国では「下水道における地球温暖化防止推進計画策定の手引き」（以下、「手引き」）により下水道事業由来の温室効果ガス（Greenhouse Gases; GHGs）の削減が求められている。

下水処理により発生する GHGs は二酸化炭素（ CO_2 ）、メタン（ CH_4 ）、亜酸化窒素（ N_2O ）の 3 種類である。これらの物質の中でも N_2O は温室効果が CO_2 の約 300 倍と高い。さらに N_2O の発生量は増加傾向にあるため、早急に排出量を把握し、削減することが求められる。

「手引き」での下水処理施設における主な GHGs 削減の対象は、下水処理施設での機械の使用や、汚泥の焼却により発生する GHGs などである。一方で、GHGs の中でも N_2O は比較的水に溶けやすく、下水処理水に溶けた状態で系外に放出される可能性がある¹⁾。しかし、放流水中の GHGs は削減の対象にはなっておらず、その排出量は測定されていない。

そこで本研究では、秋田県で最も規模の大きい公共下水処理場である秋田臨海処理センターにおいて、下水処理水に含まれる溶存態 N_2O （ DN_2O ）の連続測定を行い、その発生特性について考察した。

2 方法

2-1 下水処理場諸元

秋田臨海処理センターは、処理人口 353,050 人、計画処理能力 120,000 m^3 /日で、疑似嫌気好気活性汚泥法で処理を行っている。水処理工程は沈砂池、最初沈殿池、反応槽、最終沈殿池、消毒槽から成る。

2-2 調査方法

調査は、秋田臨海処理センターの処理水を対象とし、 DN_2O の連続測定を 11 月 7 日から 11 月 20 日までの 2 週間行った。図 1 に DN_2O センサーの設置状況を示す。 DN_2O の測定には、PA2000 および DN_2O センサー（UNISENSE 社）を、 DN_2O のデータの記録には Voltage Recorder

VR-71（T&D 社）を使用した。

DN_2O センサーの校正は DN_2O の設置当日に行った。 DN_2O センサーの校正は、センサーのマニュアルに順じて、498.16ml の蒸留水に、 N_2O 飽和水を 1.84ml 加えて 100 $\mu\text{mol/L}$ の DN_2O 溶液を作成し、測定結果が安定するまで行った。なお、 N_2O 飽和水は 99% N_2O を 10 秒間ばっ気して作成した。

DN_2O センサーは処理水質測定ユニット内に設置し、11 月 7 日から 11 月 20 日まで 2 週間連続でデータの記録を行った。データは 2 分ごとに記録した。記録したデータは後日、 DN_2O 濃度に変換した。さらに、月報の水質データとの関係について解析した。

3 結果および考察

11 月 7 日から 11 月 12 日までの DN_2O 濃度の連続測定結果を図 2 に示す。その結果、 DN_2O は午前 10 時から午後 4 時まで上昇傾向で、午後 5 時から午前 9 時まで下降傾向であった。この傾向は、11 月 7 日から 11 月 12 日の期間において共通していた。また、11 月 13 日から 11 月 20 日までの DN_2O 濃度の連続測定結果を図 3 に示す。 DN_2O 濃度は、測定開始時から徐々に上昇し、最終的には最大値が開始時の約 30 倍以上まで上昇した。値が急上昇したのは 17 日の午前 10 時頃からであり、その日の降水量は前日までと比べ、多くなっていた。なお、 DN_2O センサーは回収後に正常

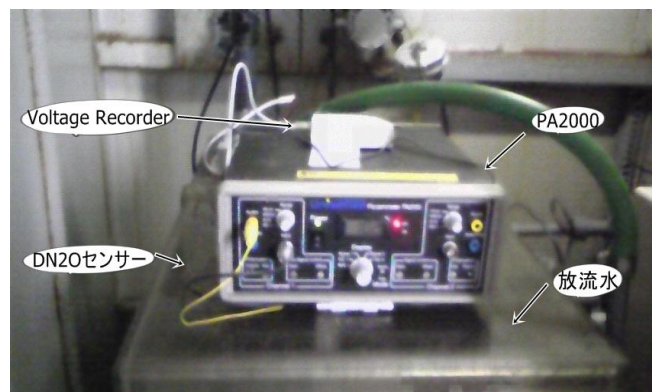


図 1 DN_2O センサーの設置状況

キーワード：地球温暖化，下水処理場，温室効果ガス，溶存態 N_2O ，連続測定

連絡先：〒011-8511 秋田市飯島文京町 1-1 秋田工業高等専門学校 増田周平 E-mail: masuda@akita-nct.jp

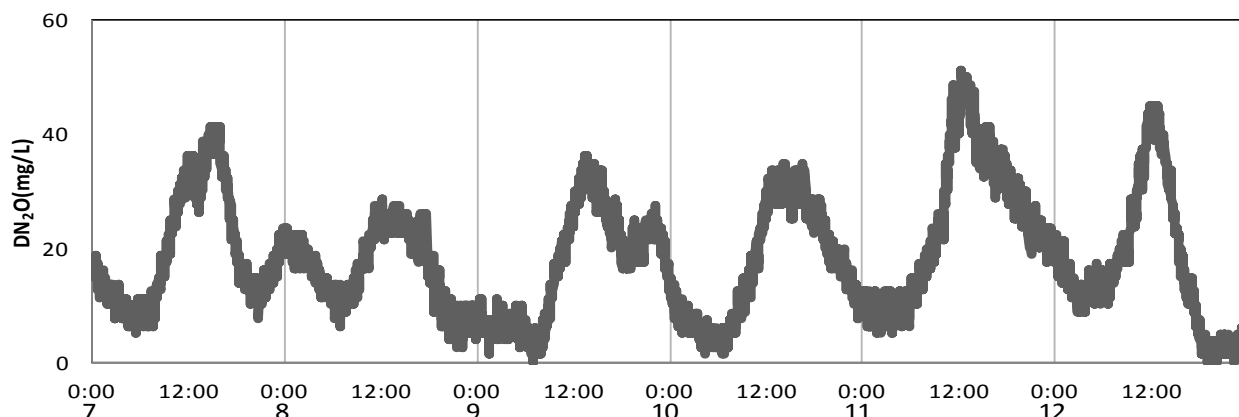


図2 11月7日から11月12日のDN₂O連続測定結果

に校正出来たため、DN₂O センサーの故障は考えられない。したがって、値の変動は、下水処理施設の処理過程における硝化・脱窒反応や降水量に由来すると推測できる。DN₂O 濃度の具体的な値を表1に示す。なお、17日から20日では値が最大値以上を示していたため、平均値および標準偏差の計算は行わなかった。

ここで、DN₂O 濃度の日平均値と日降水量の測定結果を図4に示す。13日に多く雨が降り、その後、DN₂O 濃度が上昇した。降水量と DN₂O 濃度との因果関係は定かではないが、雨により排水が希釈され、排水内の有機物が減少し、脱窒反応が不十分となり、DN₂O 濃度が上昇した²⁾可能性がある。

4 まとめ

下水処理水中内に溶けている N₂O は、安定時は午前10時から午後4時までの上昇傾向、午後5時から午前9時までの下降傾向にあった。一方 DN₂O 濃度が急上昇するケースも見られ、降水量の増加による影響を受けている可能性が示唆された。

今後は DN₂O 値が変動した理由について、気温、降水量、季節変動および運転条件による影響を明らかにするため、定期的に調査を行う。

表1 DN₂O 濃度測定結果(mg/L)

日	7	8	9	10	11	12	13
最大値	41.3	28.8	36.3	35.0	51.3	45.0	60.4
最小値	5.0	2.5	0.0	1.3	5.0	0.0	0.0
平均	19.8	16.5	17.0	16.6	24.3	16.7	21.6
標準偏差	9.8	6.5	9.7	9.9	12.4	12.0	17.5
日	14	15	16	17	18	19	20
最大値	49.3	67.6	96.0	1465.1 ↑	1465.1 ↑	1463.8 ↑	1463.8 ↑
最小値	5.1	20.3	21.4	82.4	812.0	708.9	1461.3
平均	21.7	43.1	60.2				
標準偏差	13.0	12.0	8.3				

5 参考文献

- 1) 増田周平他, 直接発生, 間接発生, 溶存態成分を考慮した下水処理場由来の温室効果ガスの発生量評価, 土木学会論文集 G(環境), 68(7): III_557-III_563, 2012.
- 2) 花木啓祐他, 都市下水の脱窒過程での亜酸化窒素の突発的発生, 水環境学会誌, 24(7): 473-476, 2001.

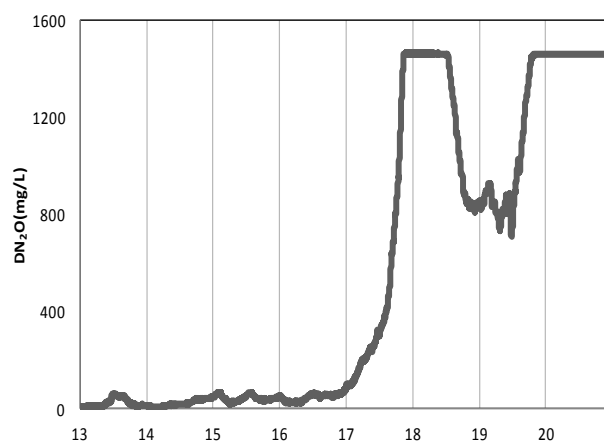


図3 11月13日から11月20日のDN₂O連続測定結果

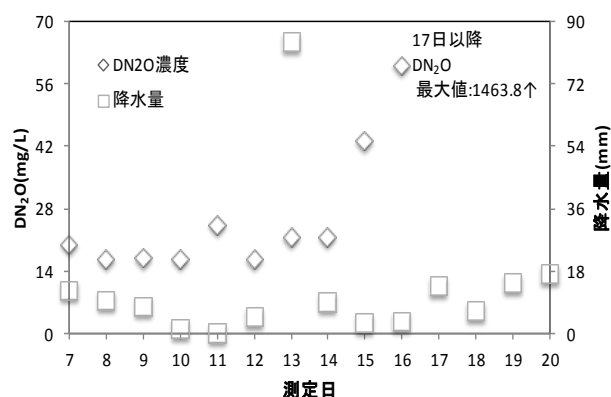


図4 DN₂O 濃度と降水量の日平均値