

5.D.1.- 生活排水（終末処理場） （Domestic Wastewater — Sewage Treatment Plant）（CH₄, N₂O）

1. 排出・吸収源の概要

1.1 排出・吸収源の対象及び温室効果ガス排出メカニズム

本排出源では、生活排水の処理に伴い排出される CH₄ 及び N₂O のうち、終末処理場で下水を処理する際に排出される CH₄ 及び N₂O を扱う。下水の大部分は生活排水であるが、事業場等から下水道に放流される産業排水も算定対象に含んでいる。

終末処理場からの N₂O 排出については、処理方式によって排出量が異なるため、処理方式ごとに排出係数を設定し、排出量を算定する。

1.2 排出・吸収トレンド及びその要因

下水道普及率の上昇とともに下水処理量は増加し、本排出源の CH₄・N₂O 排出量は 2000 年代にかけて増加した。その後、近年は下水道普及率がほぼ横ばいとなり、CH₄ 排出量は概ね横ばいで推移している。N₂O 排出量は、排出係数が比較的大きな標準活性汚泥法による処理の比率が経年的に低下していることもあり、2010 年度頃からは緩やかに減少から横ばいで推移している。

なお、下水道普及率の上昇に伴い、汲み取り便槽や単独処理浄化槽の利用人口は減少しており、本排出源の CH₄・N₂O 排出量は増加するものの、「5.D.1.- 生活排水（生活排水処理施設）」、「5.D.1.- 生活排水（し尿処理施設）」、「5.D.1.- 生活排水（生活排水の自然界における分解）」における排出量の減少に貢献している。

【CH₄】

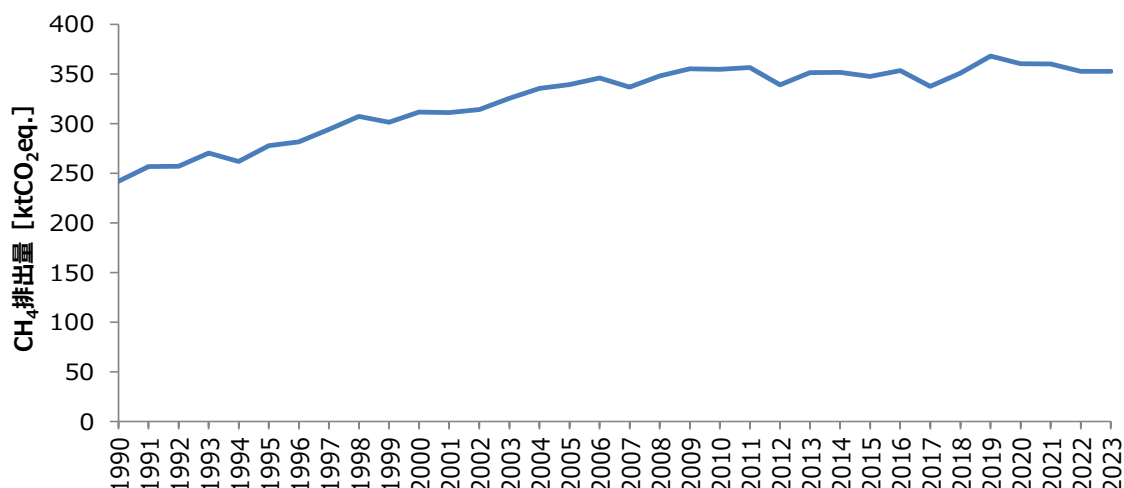


図 1 生活排水の処理に伴う CH₄ 排出量（終末処理場）の推移

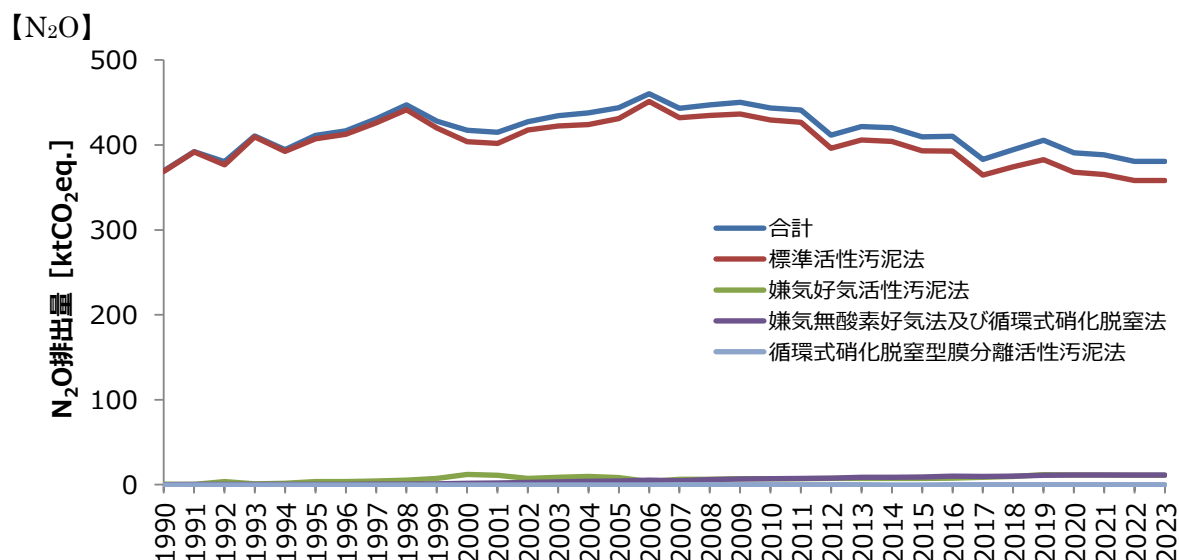


図 2 生活排水の処理に伴う N₂O 排出量（終末処理場）の推移

2. 排出・吸収量算定方法

2.1 排出・吸収量算定式

生活排水の処理に伴う CH₄ 及び N₂O 排出（終末処理場）については、国内での研究事例が蓄積されていることから、2006 年 IPCC ガイドラインに基づき、我が国独自の排出係数及び算定方法を用いて算定する（Tier 2）。なお、2006 年 IPCC ガイドラインは、生活・商業排水中の有機物量（BOD 量）及び窒素量（TN 量）を活動量とする算定方法をデフォルトとしているが、我が国では、下水処理量当たりの CH₄・N₂O 排出係数の調査研究事例が多数あることから、終末処理場における下水処理量に、実測調査結果に基づき設定した CH₄ 及び N₂O 排出係数を乗じて CH₄・N₂O 排出量を算定する。N₂O 排出量については、処理方式ごとに N₂O 排出係数を設定して排出量を算定する。

$$E = \sum (EF_i \times A_i)$$

- E : 生活排水の処理に伴う CH₄ or N₂O 排出量（終末処理場）[kg-CH₄] or [kg-N₂O]
 ※事業場等から下水道に放流される産業排水も含む。
- EF_i : 終末処理場（N₂O の場合は処理方式 i ）の CH₄ or N₂O 排出係数 [kg-CH₄/m³] or [kg-N₂O/m³]
- A_i : 終末処理場（N₂O の場合は処理方式 i ）における年間下水処理量 [m³]

2.2 排出係数（ EF_i ）

2.2.1 CH₄

国内の研究事例（日本国内の 8 施設におけるサンプリング調査で、それぞれの施設において複数の異なる季節に測定）に基づき、終末処理場の水処理プロセス及び汚泥処理プロセスにおける CH₄ 排出係数をそれぞれのプロセスごとに単純平均し、両者を合計して終末処理場の排出係数を算定する（0.00088 [kg-CH₄/m³]）。CH₄ 排出係数は経年的に変化しないと考えられることから、各年度一律の排出係数を用いる。

表 1 終末処理場の CH₄ 排出係数算定に用いるデータ (EF_i) [mg-CH₄/m³]

水処理プロセス					汚泥処理プロセス			出典
沈砂池	最初沈殿池	生物反応槽	最終沈殿池	合計	濃縮槽	脱水機室	合計	
---	59.0	---	590.0	649.0	510.0	---	510.0	1
---	260.0			260.0	420.0	---	420.0	1
---	37.0	240.0	3.0	280.0	320.0	---	320.0	2
---	16.0	145.0	0.6	161.6	48.0	54.0	102.0	2
38.0	250.0	89.0	---	377.0	51.0	190.0	241.0	2
---	8.0	253.0	0.0	261.0	194.0	81.0	275.0	2
---	51.0	328.0	0.7	379.7	441.0	80.0	521.0	2
---	2.0	815.0	0.0	817.0	272.0	123.0	395.0	3
5.0	21.7	430.0	2.0	458.7	---	---	---	4
22.5	4.8	1,002.6	0.0	1,029.9	---	---	---	4
0.3	127.0	252.5	1.4	381.2	---	---	---	4
2.6	1.8	298.8	0.2	303.4	---	---	---	4
1.5	68.1	1,877.3	3.2	1,950.1	---	---	---	4
0.3	2.4	89.9	0.5	93.1	---	---	---	4
単純平均値				528.7	単純平均値		348.0	

・ --- はデータが未測定又は入手できないことを示す。

- ・ 出典 1：京才，水落，B-2（7）下水処理場からの放出量の解明に関する研究，平成 2 年度地球環境研究総合推進費研究成果報告集
- ・ 出典 2：佐藤，水落，鈴木，B-2（7）下水処理場からの放出量の解明に関する研究，平成 4 年度地球環境研究総合推進費研究成果報告集
- ・ 出典 3：竹石，鈴木，松原，B-2（7）下水処理場からの放出量の解明に関する研究，平成 5 年度地球環境研究総合推進費研究成果報告集
- ・ 出典 4：中村，鈴木，重村，落，原田，B-16（8）温室効果ガス排出抑制のための下水処理システム対策技術，平成 9 年度地球環境研究総合推進費研究成果報告集

2.2.2 N₂O

国土交通省提供データ（日本国内の 42 施設におけるサンプリング調査で、それぞれの施設において複数の異なる季節に測定）に基づき、処理方式別に N₂O 排出係数を設定する。N₂O 排出係数は経年的に変化しないと考えられることから、各年度一律の排出係数を用いる。

表 2 終末処理場の N₂O 排出係数 (EF_i) [kg-N₂O/m³]

処理方式	水処理プロセス	汚泥処理プロセス	合計値
標準活性汚泥法※1	0.000142	0.0000006	0.0001426
嫌気好気活性汚泥法	0.0000292	0.0000006	0.0000298
嫌気無酸素好気法及び循環式硝化脱窒法※2	0.0000117	0.0000006	0.0000123
循環式硝化脱窒型膜分離活性汚泥法	0.0000005	0.0000006	0.0000011

出典：国土交通省提供値

※1：本分類に該当しない処理法を含む。

※2：当該方法と同程度以上に窒素を処理することができる方法を含み、循環式硝化脱窒型膜分離活性汚泥法を除く。

2.3 活動量 (A_i)

N₂O については、国土交通省提供の処理方式別の下水処理量を活動量に用いる。CH₄ 排出については、処理方法別の下水処理量を合計した値を活動量に用いる。

表 3 CH₄ 及び N₂O 排出量算定用の活動量の推移 (A_i) [百万 m³]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
合計(CH ₄ 排出量算定用)	9,857	10,461	10,476	11,012	10,667	11,316	11,472	11,985	12,517	12,274
標準活性汚泥法	9,761	10,364	9,965	10,834	10,388	10,780	10,921	11,273	11,683	11,117
嫌気好気活性汚泥法	73	52	457	117	208	446	470	534	660	910
嫌気無酸素好気法及び循環式消化脱窒法	23	45	54	61	71	89	81	178	174	247
循環式消化脱窒型膜分離活性汚泥法	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
合計(CH ₄ 排出量算定用)	12,696	12,678	12,797	13,255	13,669	13,818	14,098	13,722	14,176	14,470
標準活性汚泥法	10,686	10,630	11,048	11,177	11,222	11,405	11,937	11,429	11,508	11,552
嫌気好気活性汚泥法	1,523	1,412	920	1,107	1,228	1,039	485	809	809	868
嫌気無酸素好気法及び循環式消化脱窒法	487	636	830	971	1,219	1,374	1,676	1,483	1,858	2,049
循環式消化脱窒型膜分離活性汚泥法	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
合計(CH ₄ 排出量算定用)	14,450	14,525	13,813	14,311	14,320	14,153	14,393	13,754	14,293	14,989
標準活性汚泥法	11,358	11,288	10,485	10,736	10,699	10,401	10,394	9,648	9,908	10,124
嫌気好気活性汚泥法	909	909	953	931	938	933	962	1,107	1,248	1,497
嫌気無酸素好気法及び循環式消化脱窒法	2,181	2,308	2,355	2,629	2,684	2,819	3,033	2,998	3,132	3,361
循環式消化脱窒型膜分離活性汚泥法	2	20	20	15	0	0	5	0	6	6
	2020	2021	2022	2023						
合計(CH ₄ 排出量算定用)	14,674	14,665	14,363	14,363						
標準活性汚泥法	9,733	9,664	9,479	9,479						
嫌気好気活性汚泥法	1,456	1,456	1,417	1,417						
嫌気無酸素好気法及び循環式消化脱窒法	3,480	3,533	3,452	3,452						
循環式消化脱窒型膜分離活性汚泥法	6	12	15	15						

3. 算定方法の時系列変更・改善経緯

表 4 初期割当量報告書（2006 年提出）以降の算定方法等の改訂経緯概要

	2013 年提出
排出・吸収量算定式	N ₂ O について、処理方式別に排出量を算定する方法に変更。
排出係数	N ₂ O 排出係数を処理方式別に設定。
活動量	N ₂ O の活動量を処理方式別に設定。

(1) 初期割当量報告書における算定方法

1) 排出・吸収量算定式

CH₄ については現行の排出量算定式と同様。

N₂O については、CH₄ と同様、処理方式を区別せずに算定していた。

2) 排出係数

N₂O 排出係数についても、CH₄ 排出係数と同様、処理方式を区別せずに一律の値 (0.00016 [kg-N₂O/m³]) を用いていた。

3) 活動量

国土交通省提供の下水処理量 (合計量) を用いていた。

(2) 2013 年提出インベントリにおける算定方法

1) 排出・吸収量算定式

N₂O について、処理方式別に排出量を算定する方法に変更した（現行の排出量算定式と同様。）。

2) 排出係数

N₂O の排出係数について、国土交通省提供値に基づき、処理方式別の現行の排出係数を設定した（現行の排出係数と同様。）。

3) 活動量

N₂O の活動量について、国土交通省提供の処理方式別の下水処理量を用いることとした（現行の活動量と同様。）。