

5.D.1.- 生活排水（生活排水の自然界における分解） (Domestic Wastewater – Natural Decomposition of Domestic Wastewater) (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

我が国で発生する生活排水の大部分は生活排水処理施設で処理されているが、一部の生活雑排水及び汚泥は、未処理のまま公共用水域に排出されている。本カテゴリーでは、公共用水域に排出された生活雑排水及び汚泥が自然界で分解される際に排出される CH₄、N₂O 及び生活排水処理施設から公共用水域に直接排出される処理後排水が自然界で分解される際に排出される N₂O を扱う¹。

1.2 排出・吸収トレンド及びその要因

本排出源の CH₄ 排出量の大部分は、汲み取り便槽及び単独処理浄化槽を使用する家屋から未処理で排出される生活雑排水の自然界における分解に伴う CH₄ 排出が占める。下水道の普及や単独処理浄化槽から合併処理浄化槽への転換に伴い、汲み取り便槽及び単独処理浄化槽の設置数は経年的に減少しており、この結果、本排出源の CH₄ 排出量は経年的に減少している。

本排出源の N₂O 排出量の大部分は、各生活排水処理施設からの処理後排水の自然界における分解に伴う N₂O 排出が占める。処理後排水に含まれる窒素分（活動量）の減少に伴い、本排出源の N₂O 排出量は経年的に緩やかに減少している。

【CH₄】

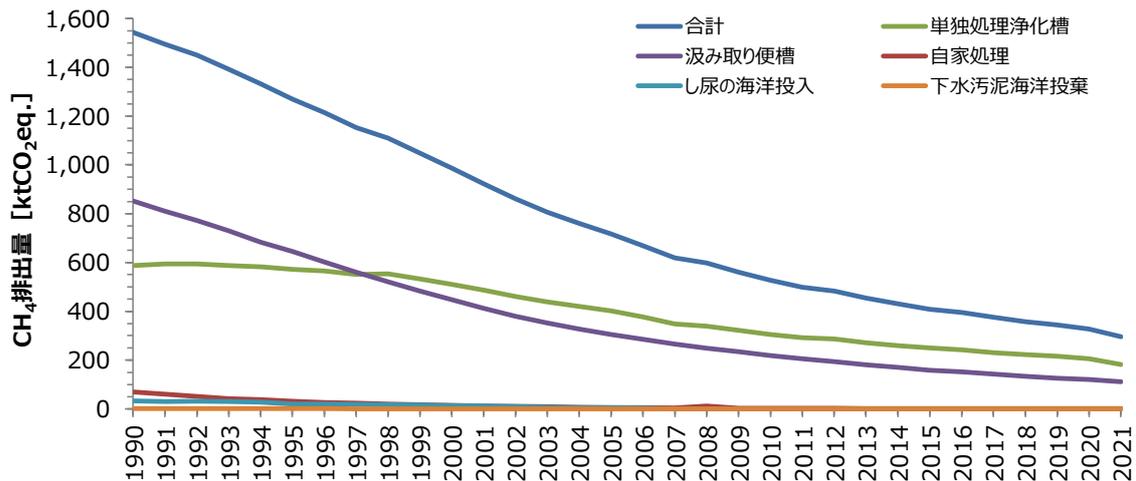


図 1 生活排水の自然界における分解に伴う CH₄ 排出量の推移

¹ 2006 年 IPCC ガイドラインでは、処理後排水が自然界で分解される際に排出される CH₄ 排出は算定対象となっていないと判断されるため、我が国のインベントリでは同排出量を計上していない。

【N₂O】

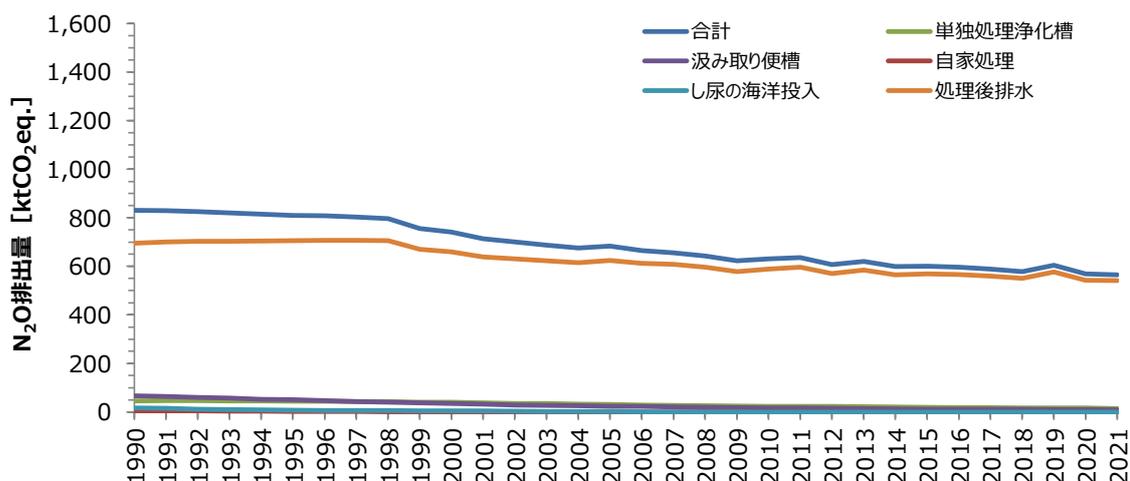


図 2 生活排水の自然界における分解に伴う N₂O 排出量の推移

2. 排出・吸収量算定方法

2.1 排出・吸収量算定式

生活排水の自然界における分解に伴う CH₄ 及び N₂O 排出に関する我が国の研究事例はほとんどなく、我が国独自の排出量算定方法を設定するには至っていないことから、2006 年 IPCC ガイドラインに基づき、2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルトの排出係数及び算定方法を用いて CH₄ 及び N₂O 排出量を算定する (Tier 1)。

公共用水域に未処理で排出される生活雑排水・汚泥として、「単独処理浄化槽及び汲み取り便槽を利用する家庭等における未処理の生活雑排水」、「自家処理を行う家庭等における未処理の生活雑排水²」、「海洋投入処分されたし尿及び浄化槽汚泥」、「海洋投入処分された下水汚泥」を算定対象とする。

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

- E : 生活排水の自然界における分解に伴う CH₄ or N₂O 排出量 [kg-CH₄] or [kg-N₂O]
- EF : 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト排出係数 [kg-CH₄/kg-BOD] or [kg-N₂O/kg-N]
- A_i : 公共用水域に未処理で排出される生活雑排水・汚泥 (種類 i) 中の有機物量 [kg-BOD]
又は公共用水域に未処理で排出される生活雑排水・汚泥 (種類 i)、及び生活排水処理施設から公共用水域に直接排出される処理後排水中の窒素量 [kg-N]

2.2 排出係数 (EF_{*i*})

CH₄ 及び N₂O 排出係数ともに 2006 年 IPCC ガイドラインのデフォルト値より排出係数を設定する。CH₄ については、同ガイドラインに基づき、最大メタン生成能 (B₀) にメタン変換係数 (MCF) を乗じて算定する。最大メタン生成能は、同ガイドラインの 2019 年改訂版における生活排水のデフォルト値の 0.6 [kg-CH₄/kg-BOD] を用い、メタン変換係数は、同ガイドライン Table 6.3 の

² し尿の農地還元 (自家処理) については、農業分野の「3.D.a. 農用地の土壌 (直接排出) (N₂O)」で計上していることから、二重計上を防ぐため本排出源の算定対象には含めていない。

「Untreated system」の「Sea, river and lake discharge」のデフォルト値の0.1を用いる。この結果、CH₄排出係数は0.06 [kg-CH₄/kg-BOD]と算定される。

N₂Oについては、2006年IPCCガイドラインに示されるデフォルト値0.005 [kgN₂O-N/kgN]を窒素量当たりのN₂O発生量に変換した値(0.0079 [kg-N₂O/kg-N])を用いる。経年的な排出係数の変動については知見がないことから、算定対象期間中は一律の排出係数を用いる。

表 1 生活排水の自然界における分解に伴う CH₄・N₂O 排出係数

排出係数	値
CH ₄ 排出係数 [kg-CH ₄ /kg-BOD]	0.06
N ₂ O 排出係数 [kg-N ₂ O/kg-N]	0.0079

2.3 活動量 (A_i)

未処理のまま公共水域に排出された生活雑排水及びし尿中の BOD・TN 負荷量を下表のとおり発生源別に把握する。

表 2 CH₄・N₂O 排出量算定に用いる活動量の算定方法

種類	CH ₄ 排出量算定用の活動量 [kg-BOD]	N ₂ O 排出量算定用の活動量 [kg-N]
単独処理浄化槽及び汲み取り便槽を利用する家庭等における未処理の生活雑排水	利用人口 [人] × 生活雑排水の BOD 負荷量原単位 [g-BOD/人日] × 1 年間の日数	利用人口 [人] × 生活雑排水の TN 負荷量原単位 [g-N/人日] × 1 年間の日数
自家処理を行う家庭等における未処理の生活雑排水	自家処理人口 [人] × 生活雑排水の BOD 負荷量原単位 [g-BOD/人日] × 1 年間の日数	自家処理人口 [人] × 生活雑排水の TN 負荷量原単位 [g-N/人日] × 1 年間の日数
海洋投入処分されたし尿及び浄化槽汚泥	海洋投入処分されたし尿量 [kL] × し尿中有機物濃度 [mg-BOD/L] + 海洋投入処分された浄化槽汚泥量 [kL] × 浄化槽汚泥中有機物濃度 [mg-BOD/L]	海洋投入処分されたし尿量 [kL] × し尿中窒素濃度 [mg-N/L] + 海洋投入処分された浄化槽汚泥量 [kL] × 浄化槽汚泥中窒素濃度 [mg-N/L]
海洋投入処分された下水汚泥	海洋投入処分された下水汚泥量 [kL] × 下水汚泥中有機物濃度 [mg-BOD/L]	海洋投入処分された下水汚泥量 [kL] × 下水汚泥中窒素濃度 [mg-N/L]
排水処理後の放流水	(算定対象外)	○終末処理場 施設ごとに、排水処理量 [m ³] × 処理後排水中窒素濃度 [mg-N/L] ○合併 (性能評価型、構造例示型)・単独処理浄化槽、コミュニティ・プラント 利用人口 [人] × 生活排水の窒素原単位 [g-N/人日] × (1 - 窒素除去率 [-]) × 1 年間の日数 ○し尿処理施設 し尿・浄化槽汚泥処理量 [m ³] × し尿処理施設の処理水中窒素濃度 [mg-N/L]

出典：

- ・単独処理浄化槽・汲み取り便槽の利用人口及び自家処理人口、海洋投入処分されたし尿量：日本の廃棄物処理（環境省環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課）
- ・生活雑排水中の BOD・TN 負荷量原単位：平成 11 年度版 流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説（日本下水道協会）
- ・し尿及び浄化槽汚泥中の有機物・窒素濃度：し尿処理施設の精密機能検査にみる運転実績の現状について（第 4 報），日本環境衛生センター所報第 28 号，（2001）
- ・海洋投入処分された下水汚泥、終末処理場の排水処理後の放流水：下水道統計（日本下水道協会）

表 3 利用人口及び自家処理人口の推移 [千人]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
単独処理浄化槽	26,828	27,116	27,056	26,818	26,564	26,105	25,708	25,151	25,230	24,311
汲み取り便槽	38,920	36,983	35,128	33,297	31,208	29,409	27,427	25,547	23,760	22,078
自家処理	3,164	2,710	2,324	1,963	1,719	1,441	1,219	1,062	919	778

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
単独処理浄化槽	23,289	22,215	21,038	20,035	19,163	18,303	17,187	15,924	15,413	14,712
汲み取り便槽	20,358	18,818	17,348	16,049	14,877	13,920	12,983	12,121	11,301	10,671
自家処理	644	564	476	405	339	266	222	185	158	139

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
単独処理浄化槽	13,948	13,315	13,052	12,383	11,822	11,415	11,018	10,543	10,151	9,875
汲み取り便槽	9,984	9,348	8,849	8,242	7,727	7,197	6,871	6,528	6,086	5,745
自家処理	130	112	107	87	83	70	62	68	79	71

	2020	2021
単独処理浄化槽	9,319	8,317
汲み取り便槽	5,481	5,097
自家処理	60	61

表 4 生活雑排水の BOD 負荷原単位及び窒素負荷原単位

種類	値
BOD 負荷原単位 [g-BOD/person/day]	40
TN 負荷原単位 [g-N/person/day]	2

表 5 海洋投入処分されたし尿量及び浄化槽汚泥量 [千 L]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
し尿	1,433	1,262	1,236	1,150	1,000	891	846	828	725	692
浄化槽汚泥	1,494	1,424	1,445	1,463	1,345	1,293	1,273	1,245	1,102	947

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
し尿	615	479	390	255	234	192	121	0	0	0
浄化槽汚泥	883	752	692	587	514	431	272	0	0	0

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
し尿	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
浄化槽汚泥	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	2020	2021
し尿	0	0
浄化槽汚泥	0	0

表 6 し尿中及び浄化槽汚泥中有機物濃度及び窒素濃度 [mg-BOD/L 又は mg-N/L]

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
し尿	有機物濃度	10,500	10,500	11,000	11,000	11,000	10,400	10,400	10,400	9,500	9,500
	窒素濃度	3,940	3,940	3,300	3,300	3,300	3,100	3,100	3,100	2,700	2,700
浄化槽汚泥	有機物濃度	4,470	4,470	5,400	5,400	5,400	3,300	3,300	3,300	3,900	3,900
	窒素濃度	1,060	1,060	380	380	380	300	300	300	580	580

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
し尿	有機物濃度	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500
	窒素濃度	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700
浄化槽汚泥	有機物濃度	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900
	窒素濃度	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
し尿	有機物濃度	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500	9,500
	窒素濃度	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700
浄化槽汚泥	有機物濃度	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900
	窒素濃度	580	580	580	580	580	580	580	580	580	580

		2020	2021
し尿	有機物濃度	9,500	9,500
	窒素濃度	2,700	2,700
浄化槽汚泥	有機物濃度	3,900	3,900
	窒素濃度	580	580

表 7 海洋投入処分された下水汚泥量 [千 L]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
下水汚泥	194	211	219	220	255	219	183	102	94	10
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
下水汚泥	12	3	3	3	0	0	0	0	0	0
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
下水汚泥	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2020	2021								
下水汚泥	0	0								

表 8 下水汚泥中有機物濃度及び窒素濃度

種類	値
有機物濃度 [mg-BOD/L]	3,900
窒素濃度 [mg-N/L]	580

表 9 各処理施設の窒素除去率

処理施設		窒素除去率	出典	
コミュニティ・プラント		20%	(財) 東京都環境公社「水辺環境と窒素－脱窒素型の小規模合併処理浄化槽の開発－」東京都環境科学研究所ニュース No.7(1996年5月号)を参考に専門家判断	
合併処理浄化槽	性能評価型	窒素除去型高度処理	60%	当該施設における処理後排水中の平均的な窒素濃度(20 mg/L)、一人一日当たり流入 TN 負荷量(10 g/人日)、処理水量(200L/人日)を仮定して推計
		窒素・リン除去型高度処理		
	構造例示型	20%	(財) 東京都環境公社「水辺環境と窒素－脱窒素型の小規模合併処理浄化槽の開発－」東京都環境科学研究所ニュース No.7(1996年5月号)を参考に専門家判断	
単独処理浄化槽				

表 10 CH₄ 排出量算定用の活動量の推移 (A_i) [kt-BOD]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
合計	1,029	996	967	928	888	846	809	769	740	699
生活雑排水の放流	単独処理浄化槽	392	396	396	392	388	381	376	367	368
	汲み取り便槽	568	540	514	486	456	429	402	373	347
	自家処理	46	40	34	29	25	21	18	16	13
海洋投棄	し尿	22	20	21	21	18	14	13	13	11
	下水汚泥	1	1	1	1	1	1	1	0	0
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
合計	658	615	574	537	508	478	446	412	399	373
生活雑排水の放流	単独処理浄化槽	341	324	307	293	281	267	251	232	226
	汲み取り便槽	298	275	253	234	218	203	190	177	165
	自家処理	9	8	7	6	5	4	3	3	8
海洋投棄	し尿	9	7	6	5	4	4	2	0	0
	下水汚泥	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
合計	351	333	322	302	287	273	263	250	238	229
生活雑排水の放流	単独処理浄化槽	204	194	191	181	173	167	161	154	148
	汲み取り便槽	146	136	130	120	113	105	101	95	89
	自家処理	2	2	2	1	1	1	1	1	1
海洋投棄	し尿	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	下水汚泥	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2020	2021								
合計	218	197								
生活雑排水の放流	単独処理浄化槽	136	121							
	汲み取り便槽	80	74							
	自家処理	1	1							
海洋投棄	し尿	0	0							
	下水汚泥	0	0							

表 11 N₂O 排出量算定用の活動量の推移 (A_i) [kt-N]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
合計	355	354	352	350	348	346	345	343	341	323
生活雑排水の放流	単独処理浄化槽	20	20	20	20	19	19	18	18	18
	汲み取り便槽	28	27	26	24	23	21	20	19	17
	自家処理	2	2	2	1	1	1	1	1	1
海洋投棄	し尿	7	6	5	4	4	3	3	3	2
	下水汚泥	0	0	0	0	0	0	0	0	0
処理後排水	297	299	301	300	301	301	302	302	301	286
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
合計	316	305	299	293	289	291	284	280	275	266
生活雑排水の放流	単独処理浄化槽	17	16	15	15	14	13	12	11	11
	汲み取り便槽	15	14	13	12	11	10	9	8	8
	自家処理	0	0	0	0	0	0	0	0	0
海洋投棄	し尿	2	2	1	1	1	0	0	0	0
	下水汚泥	0	0	0	0	0	0	0	0	0
処理後排水	282	273	269	266	263	267	261	260	255	247
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
合計	269	272	259	265	256	257	255	252	247	258
生活雑排水の放流	単独処理浄化槽	10	10	10	9	9	8	8	7	7
	汲み取り便槽	7	7	6	6	6	5	5	4	4
	自家処理	0	0	0	0	0	0	0	0	0
海洋投棄	し尿	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	下水汚泥	0	0	0	0	0	0	0	0	0
処理後排水	252	255	243	250	241	243	242	239	235	247
	2020	2021								
合計	243	241								
生活雑排水の放流	単独処理浄化槽	7	6							
	汲み取り便槽	4	4							
	自家処理	0	0							
海洋投棄	し尿	0	0							
	下水汚泥	0	0							
処理後排水	232	231								

3. 算定方法の時系列変更・改善経緯

表 12 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

	2008年提出	2017年提出	2019年提出
排出・吸収量 算定式	—	—	—
排出係数	—	—	—
活動量	海洋投棄される下水汚泥を活動量に追加。	処理後排水の放流水中に含まれる窒素量を活動量に追加。	<ul style="list-style-type: none"> 合併処理浄化槽の窒素除去率について、年度別の設定から構造例示型及び性能評価型別の設定に変更。 1990年度の合併処理浄化槽及び単独処理浄化槽の利用人口を補正。
	2020年提出		
排出・吸収量 算定式	—		
排出係数	—		
活動量	性能評価型合併処理浄化槽の窒素除去率について、1区分の設定から性能評価型合併処理浄化槽の種類別の設定に変更。		

(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

現行の排出量算定式と同様。

2) 排出係数

現行の排出係数と同様。

3) 活動量

単独処理浄化槽・汲み取り便槽・自家処理家屋からの生活雑排水及び海洋投入されるし尿のみを活動量の算定対象としていた。

(2) 2008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

現行の排出量算定式と同様。

2) 排出係数

現行の排出係数と同様。

3) 活動量

海洋投棄される下水汚泥を活動量の算定対象に追加した。

(3) 2017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

現行の排出量算定式と同様。

2) 排出係数

現行の排出係数と同様。

3) 活動量

処理後排水の放流水中に含まれる窒素量を活動量に追加した。

合併処理浄化槽の窒素除去率を下表のとおり設定し、合併処理浄化槽の処理後排水中に含まれる窒素量（N₂O 排出量算定用の活動量）を把握していた。

表 13 2017年提出インベントリにおける合併処理浄化槽の窒素除去率

	1990～2000年度	2001年度以降
合併処理浄化槽の窒素除去率	20%	60%

- ・1990～2000年度：既存の調査事例に基づく廃棄物分科会委員の専門家判断により設定
- ・2001年度以降：窒素除去型合併処理浄化槽の平均的な処理水質（20 mg/L）から計算される除去率（60%）を基に専門家判断により設定

(4) 2019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

現行の排出量算定式と同様。

2) 排出係数

現行の排出係数と同様。

3) 活動量

構造例示型及び性能評価型別に合併処理浄化槽の窒素除去率を設定し、合併処理浄化槽の処理後排水中に含まれる窒素量（N₂O 排出量算定用の活動量）を把握していた。

表 14 2019年提出インベントリにおける合併処理浄化槽の窒素除去率

合併処理浄化槽	窒素除去率
構造例示型	20%
性能評価型	60%

1990～1991年度の合併処理浄化槽の利用人口のトレンドが不連続となっていたため、「浄化槽行政組織等調査（環境省 環境再生・資源循環局廃棄物適正処理推進課浄化槽推進室）」に示される合併処理浄化槽設置基数をドライバーに用い、1990年度の合併処理浄化槽の利用人口を補正した。また、合併処理浄化槽の利用人口の補正に伴い、単独処理浄化槽の利用人口を補正した。

(5) 2020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

現行の排出量算定式と同様。

2) 排出係数

現行の排出係数と同様。

3) 活動量

性能評価型合併処理浄化槽の種類別に窒素除去率を設定し、性能評価型合併処理浄化槽の処理後排水中に含まれる窒素量（N₂O 排出量算定用の活動量）を把握することとした（現行の活動量と同様。）。