

廃棄物分野の算定方法の変更について（案）

1．算定方法の変更について

廃棄物分野における以下のカテゴリーの排出量算定方法について、新たな知見が得られたため、算定方法を変更すべきと考えられる。

2．算定方法の変更点

(1) 生活・商業排水の処理に伴う排出（し尿処理施設）における N₂O の排出

従来 of 算定方法について

(a) 排出量算定式

$$E(\text{kgN}_2\text{O}) = A(\text{m}^3) \times EF(\text{kgN}_2\text{O}/\text{m}^3)$$

E : 排出量

A : 活動量（し尿処理施設で処理されたし尿量）

EF : 排出係数（し尿 1m³をし尿処理施設で処理した際に排出される N₂O の量）

(b) 活動量の設定方法

「日本の廃棄物処理（環境省）」におけるし尿処理量（汲み取りし尿及び浄化槽汚泥の合計量）

(c) 排出係数の設定方法

高負荷脱窒素処理及び膜分離処理とそれ以外に分けて排出係数を算定し、処理形式ごとの処理能力で加重平均して算出。

排出係数（kgN₂O/m³）

$$= \frac{\text{（各処理形式別の排出係数）} \times \text{（各処理形式別の年間処理能力）}}{\text{（各処理形式別の年間処理能力の合計値）}}$$

表 1 生活・商業排水の処理に伴う排出（し尿処理施設）における N₂O 排出係数
(kgN₂O/m³)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
排出係数	0.034	0.038	0.046	0.048	0.055	0.066	0.073	0.084	0.079	0.083	0.085	0.085	0.099

2004 年提出インベントリにおける値

各処理形式別の排出係数を以下に示す。

(i) 高負荷脱窒素処理及び膜分離処理

排出係数 = 0.45 kgN₂O/m³（15 施設における実測値の単純平均値）

（出典：田中、井上、大迫、山田、渡辺、「B-16(7) 廃棄物分野におけるメタン・亜酸化窒素の発生抑制対策に関する研究、平成 9 年度地球環境研究総合推進費研究調査報告書」）

(ii) それ以外の処理

排出係数 = $0.00001 \text{ kgN}_2\text{O}/\text{m}^3$ (標準脱窒処理における上限値)

(出典：田中、井上、松澤、大迫、渡辺、「B-2(1) 廃棄物処理場からの放出量の解明に関する研究、平成6年度地球環境研究総合推進費研究調査報告書」)

改訂後の算定方法について

(a) 排出量算定式

$$E(\text{kgN}_2\text{O}) = A(\text{m}^3) \times C(\text{mg/l}) \times EF(\text{kgN}_2\text{O-N}/\text{kg-N}) \times 44/28 \times 10^{-3}$$

- E : 排出量
- A : 活動量 (し尿処理施設で処理されたし尿量)
- C : 投入窒素濃度 (し尿 1 L に含まれる窒素量)
- EF : 排出係数 (し尿中の窒素 1 kg のうち N_2O となって排出される窒素量)

(b) 活動量の設定方法

「日本の廃棄物処理(環境省)」におけるし尿処理量(汲み取りし尿及び浄化槽汚泥の合計量)

(c) 投入窒素濃度の設定方法

収集し尿及び収集浄化槽汚泥中の窒素量を、し尿処理施設で処理されたし尿及び浄化槽汚泥の量で加重平均して乗じて算出。

表 2 投入窒素濃度 (1990 ~ 2002 年度)

	(mg/L)												
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
投入窒素濃度	3,043	3,011	2,300	2,270	2,211	2,008	1,942	1,920	1,771	1,719	1,695	1,659	1,659

表 3 収集し尿及び収集浄化槽汚泥中の窒素量

	(mg/L)												
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
収集し尿	3,940	3,940	3,300	3,300	3,300	3,100	3,100	3,100	2,700	2,700	2,700	2,700	2,700
収集浄化槽汚泥	1,060	1,060	380	380	380	300	300	300	580	580	580	580	580

収集し尿及び浄化槽汚泥の窒素量は、1989 ~ 1991 年度、1992 ~ 1994 年度、1995 ~ 1997 年度、1998 ~ 2000 年度の 4 回に分けて分析された値を使用。2001、2002 年度値は、2000 年度値にて代替。

(出典：岡崎、清水、森田、「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」)

表 4 し尿処理施設で処理されたし尿及び浄化槽汚泥量

(千kl)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
汲み取りし尿量	20,406	20,371	19,716	19,415	18,632	18,049	17,726	16,973	16,368	15,312	14,673	14,101	14,101
浄化槽汚泥量	9,224	9,695	10,266	10,579	11,074	11,545	12,506	12,371	12,777	13,178	13,234	13,596	13,596

2002 年度値は 2001 年度値で代替。

(出典 : 「日本の廃棄物処理」(環境省))

(d) 排出係数の設定方法

高負荷脱窒素処理、膜分離処理とそれ以外に分けて排出係数を算定し、処理形式ごとの処理能力で加重平均して算出。

排出係数 (kg-N₂O-N/kg-N)

$$= \frac{\text{(各処理形式別の排出係数)} \times \text{(各処理形式別の年間処理能力)}}{\text{(各処理形式別の年間処理能力の合計値)}}$$

表 5 生活・商業排水の処理に伴う排出 (し尿処理施設) における N₂O 排出係数

(kgN₂O-N/kg-N)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
排出係数	0.0032	0.0035	0.0043	0.0044	0.0051	0.0055	0.0054	0.0053	0.0043	0.0037	0.0029	0.0020	0.0014

各処理形式別の排出係数を以下に示す。

(i) 高負荷脱窒素処理

(ア) 1990 ~ 1994 年度

排出係数 = 0.042 kgN₂O-N/kg-N (13 施設における実測値の中央値)

表 6 1994 年度調査における実測結果

施設名	N ₂ O 転換率 (排出係数) (%)
A	7.9
B	4.2
C	45.0
D	1.9
E	-
F	89.0
G	0.12
H	9.9
I	0.63
J	0.52
K	14.0
L	16.0
M	-
N	0.24
O	2.1

中央値	4.2
-----	-----

(出典 : 田中、井上、大迫、山田、渡辺、 「 B-16(7) 廃棄物分野におけるメタン・亜酸化窒素の発生抑制対策に関する研究、平成 9 年度地球環境研究総合推進費研究調査報告書」)

(イ) 2003 年度

排出係数 = $0.0019 \text{ kgN}_2\text{O-N/kg-N}$ (13 施設における実測値の中央値)

(出典：大村、河窪、山田、「高負荷型し尿処理施設における亜酸化窒素排出係数に関する考察(都市清掃第 57 巻第 260 号)」)

(ウ) 1995～2002 年度

1994 年度と 2003 年度の値を用いて内挿。

(ii) 膜分離処理

(ア) 1990～1994 年度

排出係数 = $0.042 \text{ kgN}_2\text{O-N/kg-N}$ (13 施設における実測値の中央値)

(出典：田中、井上、大迫、山田、渡辺、「B-16(7) 廃棄物分野におけるメタン・亜酸化窒素の発生抑制対策に関する研究、平成 9 年度地球環境研究総合推進費研究調査報告書」)

(イ) 2003 年度

排出係数 = $0.0016 \text{ kgN}_2\text{O-N/kg-N}$ (14 施設における実測値の中央値)

(出典：大村、河窪、山田、「高負荷型し尿処理施設における亜酸化窒素排出係数に関する考察(都市清掃第 57 巻第 260 号)」)

(ウ) 1995～2002 年度

1994 年度と 2003 年度の値を用いて内挿。

(iii) それ以外の処理

排出係数 = $0.0000029 \text{ kgN}_2\text{O-N/kg-N}$

(標準脱窒処理における上限値 ($0.00001 \text{ kgN}_2\text{O/m}^3$) を、1994 年度における投入窒素濃度 $2,211 \text{ mg/L}$ で除して算出。)

(出典：田中、井上、松澤、大迫、渡辺、「B-2(1) 廃棄物処理場からの放出量の解明に関する研究、平成 6 年度地球環境研究総合推進費研究調査報告書」)

改定前後における当該部門からの N₂O 排出量の変動

排出係数改訂前及び改訂後のし尿処理施設からの N₂O 排出量を以下に示す。

表 7 し尿処理施設からの N₂O 排出量

(Gg-N₂O)

年度	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
改訂前	1.01	1.14	1.38	1.44	1.63	1.95	2.17	2.46	2.30	2.36	2.37	2.35	2.83
改訂後	0.45	0.50	0.47	0.47	0.53	0.51	0.49	0.47	0.35	0.28	0.22	0.14	0.10

(注1) 改訂前の N₂O 排出量が増加傾向にあるのは、排出係数が大きい高負荷脱窒素処理及び膜分離処理が普及し、全体の処理能力に占める高負荷脱窒素処理及び膜分離処理の割合が増加しているためである(1990年度:7.5% 2002年度:21.9%)。

表 8 各処理形式の処理能力推移

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
嫌気性処理	34,580	30,681	26,312	24,021	22,901	19,869	17,510	15,585	14,068	12,277	10,996	9,892	6,963
好気性処理	26,654	33,353	22,745	22,306	21,261	19,716	17,951	17,215	14,781	12,730	12,166	11,070	9,386
標準脱窒素	25,196	26,048	25,995	27,816	30,149	30,157	30,751	31,251	31,850	31,815	31,908	32,245	33,687
高負荷脱窒素	8,158	9,672	10,681	10,674	12,310	13,817	15,312	17,525	16,235	16,331	16,498	16,177	18,550
膜分離	0	212	509	653	994	1,616	1,645	2,042	2,036	2,314	2,375	2,597	2,982
その他	13,777	17,841	23,068	21,558	21,080	20,028	21,474	21,422	24,795	25,159	25,917	27,551	26,722
合計	108,365	117,807	109,310	107,028	108,695	105,203	104,643	105,040	103,765	100,626	99,860	99,532	98,289

2002年度のデータは1992-2001年度のトレンドの外挿により推計。1991年以前は統計区分が異なる。

(出典:環境省提供データ)

(注2) 改訂後の N₂O 排出量が減少傾向にあるのは、排出係数の算定方法を改訂したことにより、高負荷型し尿処理施設における技術の向上等が排出係数に反映されたこと((d) 参照) 汲み取りし尿及び浄化槽汚泥中の窒素量が減少傾向にあること(表3参照) し尿処理施設で処理されるし尿及び浄化槽汚泥の合計量において、窒素濃度が相対的に小さい浄化槽汚泥の割合が増加傾向にあること(表4参照) が理由である。

(2) 下水汚泥（産業廃棄物）の焼却における N₂O の排出

従来 of 算定方法について

(a) 排出量算定式

$$E(\text{kgN}_2\text{O}) = A(t) \times EF(\text{kgN}_2\text{O}/t)$$

E : 排出量

A : 活動量（下水汚泥焼却量）

EF : 排出係数（下水汚泥 1 t を焼却した際に排出される N₂O の量）

(b) 活動量 of 設定方法

国土交通省提供データにおける下水汚泥 of 焼却量（高分子流動炉、高分子多段炉、石灰系、及びその他の合計値）。

(c) 排出係数 of 設定方法

実測調査により得られた N₂O 濃度に、吸気された大気中 of N₂O 濃度を補正して求めた施設ごとの吸気補正排出係数を、凝集剤 of 種類別（高分子凝集剤・流動床炉、高分子凝集剤・多段炉、石灰系、その他） of 焼却量で加重平均して設定。

表 9 下水汚泥 of 高温焼却における N₂O 排出係数

(kgN₂O/t)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
排出係数	0.714	0.744	0.751	0.774	0.789	0.815	0.869	0.895	0.865	0.902	0.903	0.903	0.903

改訂後 of 算定方法について

(a) 排出量算定式

$$E(\text{kgN}_2\text{O}) = \{A_i(t) \times EFi(\text{kgN}_2\text{O}/t)\}$$

E : 排出量

A : 活動量（下水汚泥焼却量）

EF : 排出係数（下水汚泥 1 t を焼却した際に排出される N₂O の量）

i : 処理方式及び燃焼温度 of 種類

（高分子凝集剤・流動床炉 通常燃焼、高分子凝集剤・流動床炉 高温燃焼、高分子凝集剤・多段炉及びその他、石灰系）

(b) 活動量 of 設定方法

国土交通省提供データにおける凝集剤別 of 下水汚泥 of 焼却量（高分子流動炉、高分子多段炉及びその他、石灰系）。

表 10 凝集剤別下水汚泥焼却量

kt/year(wet)	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
高分子流動床炉	1,240	1,390	1,570	1,580	1,910	2,088	2,381	2,635	2,730	3,046	3,120	3,300	3,657
うち、高温燃焼分													1,221
高分子多段炉及びその他	750	690	820	830	720	972	1004	951	777	851	839	833	654
石灰系	1070	920	1000	850	850	767	462	328	547	338	341	419	473
合計	3,060	3,000	3,390	3,260	3,480	3,827	3,847	3,914	4,054	4,235	4,300	4,552	4,784

1990～2001年度における高分子流動床炉の高温燃焼分は、データが得られていない。

(c) 排出係数の設定方法

実測調査により得られた N₂O 濃度を各施設の焼却量で加重平均し、凝集剤の種類別（高分子凝集剤・流動床炉、高分子凝集剤・多段炉及びその他、石灰系）の排出係数を設定。なお、高分子凝集剤・流動床炉については、「通常燃焼（燃焼温度約 800℃）」と「高温燃焼（燃焼温度約 850℃）」に分けて設定。

表 11 下水汚泥の焼却における N₂O 排出係数

凝集剤の種類	炉の形式	焼却温度	排出係数 (gN ₂ O/t)
高分子凝集剤	流動床炉	通常燃焼	1,508
高分子凝集剤	流動床炉	高温燃焼	645
高分子凝集剤	多段炉	-	882
その他	-	-	
石灰系	-	-	294

排出係数は、1990～2002年度（平成2～14年度）で同じ値とする。

各凝集剤及び燃焼温度別の排出係数を以下に示す。

(i) 高分子凝集剤・流動床炉 通常燃焼

排出係数 = 1.508 kgN₂O/t（5施設における実測値の加重平均値。）

表 12 高分子凝集剤・流動床炉 通常燃焼時における N₂O 排出データ

データNo	炉能力 t/d	焼却量 t/h	炉内温度	乾ガス量 Nm ³ /h	N ₂ O ppm	排出係数 gN ₂ O/t	出典	備考
2	150	6.3	810			1,070	(1)	
3,6,8,9,10	160	4.3	804	10,460	313	1,450	(2)	平均値
11	160	3.1	777	10,100	308	1,970	(3)	
13,15	150	4.5	796	11,750	418	2,190	(3)	平均値
17	200	7.4	820			1,310	(5)	

焼却量による加重平均値 1,508

(ii) 高分子凝集剤・流動床炉 高温燃焼

排出係数 = 0.645 kgN₂O/t（5施設における実測値の加重平均値。）

表 13 高分子凝集剤・流動床炉 高温燃焼時における N₂O 排出データ

データNo	炉能力 t/d	焼却量 t/h	炉内温度	乾ガス量 Nm ³ /h	N ₂ O ppm	排出係数 gN ₂ O/t	出典	備考
1	210	8.8	850			870	(1)	
4,5,7	160	5.8	850	11,100	140	500	(2)	平均値
12	160	4.7	850	12,900	132	710	(3)	
14	150	6.2	850	11,300	145	520	(3)	
16	50	2.3	849		119	360	(4)	

焼却量による加重平均値 645

【出典】

- (1) 松原、水落、「下水処理場からの亜酸化窒素放出量調査」環境衛生工学研究 8(3) 1994
- (2) 「流動炉における排ガス成分の挙動解明及び削減に関する共同研究報告書」建設省 土木研究所下水道部汚泥研究室 名古屋市下水道局 共同研究報告書第 109 号 (平成 6 年 12 月)
- (3) 「流動炉における排ガス成分の挙動解明及び削減に関する共同研究報告書」建設省 土木研究所下水道部汚泥研究室 名古屋市下水道局 共同研究報告書第 147 号 (平成 8 年 3 月)
- (4) 「国土交通省国土技術政策総合研究所平成 12 年度下水道関係調査研究年次報告書集」国総研資料第 10 号 (平成 13 年 11 月) pp.93-96
- (5) 「国土交通省国土技術政策総合研究所平成 13 年度下水道関係調査研究年次報告書集」国総研資料第 64 号 (平成 14 年 12 月) pp.116-122

(iii) 高分子凝集剤・多段炉及びその他

排出係数 = $0.882 \text{ kgN}_2\text{O/t}$ (6 施設における実測値 の加重平均値。)

吸気補正を行っていない実測値。

表 14 高分子凝集剤・多段炉における N₂O 排出データ

凝集剤の種類	炉の形式	焼却量 (t/h)	乾き排ガス量 (Nm ³ /h)	N ₂ O濃度 (ppm)	改訂前 排出係数 (吸気補正) (gN ₂ O/t)	改訂後 排出係数 (吸気補正なし) (gN ₂ O/t)	出典
高分子凝集剤	多段炉	1.25	4,350	120	818.2	820.3	(1)
高分子凝集剤	多段炉	1.67			1,700.0	1,700.0	(2)
高分子凝集剤	多段炉	7.92			880.0	880.0	(3)
高分子凝集剤	多段炉	4.58			660.0	660.0	(3)
高分子凝集剤	多段炉	3.33			910.0	910.0	(3)
高分子凝集剤	多段炉	1.25			600.0	600.0	(3)

焼却量による加重平均値 881.9

【出典】

- (1) 「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」神奈川県、1994
- (2) 中村、安田、田所、桜井、「下水汚泥焼却における亜酸化窒素の排出実態について」第 20 回全国都市清掃研究発表会講演論文集、p391-393、1998
- (3) 松原、水落、「下水処理場からの亜酸化窒素排出量調査」環境衛生工学研究 8(3) 1994

(iv) 石灰系

排出係数 = $0.294 \text{ kgN}_2\text{O/t}$ (5 施設における実測値 の加重平均値。)

吸気補正を行っていない実測値。

表 15 石灰系における N_2O 排出データ

凝縮剤の種類	炉の形式	焼却量 (t/h)	乾き排ガス量 (Nm ³ /h)	N_2O 濃度 (ppm)	改訂前排出係数 (吸気補正) (g $\text{N}_2\text{O/t}$)	改訂後排出係数 (吸気補正なし) (g $\text{N}_2\text{O/t}$)	出典
石灰系	-	2.22	26,506	0.4	2.1	9.4	(1)
石灰系	流動床炉	2.08			290.0	290.0	(2)
石灰系	流動床炉	1.88			310.0	310.0	(2)
石灰系	多段炉	3.96			440.0	440.0	(2)
石灰系	多段炉	5.42			300.0	300.0	(2)

焼却量による加重平均値 294.0

【出典】

- (1) 「固定発生源からの温室効果ガス排出係数調査」兵庫県、1994
- (2) 松原、水落、「下水処理場からの亜酸化窒素排出量調査」環境衛生工学研究 8(3) 1994

改定前後における当該部門からの N_2O 排出量の変動

現時点では、高分子系凝集剤・流動床炉の高温焼却による下水汚泥焼却量のデータが 2002 年度しか得られていないため、以下の 2 ケースを想定して N_2O 排出量の推計を行った。

1990 年度の高温焼却実施率を仮に 20% と想定し、1991 ~ 2001 年度の高温焼却実施率は 1990 年度値 (20%) と 2002 年度値 (33.4% : 実績値) を用いて内挿したケース。

1990 年度から 2001 年度までの高温焼却実施率を仮に 0% と想定し、2002 年度の高温焼却実施率は実績値 (33.4%) を用いたケース。

表 16 下水汚泥焼却からの N_2O 排出量

年度	(Gg- N_2O)													基準年比
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
改訂前	2.18	2.23	2.55	2.52	2.75	3.12	3.34	3.50	3.51	3.82	3.88	4.11	4.32	97.8%
改訂後	2.63	2.72	3.08	3.05	3.36	3.77	4.06	4.28	4.28	4.65	4.71	4.91	5.18	96.7%
改訂後	2.85	2.97	3.38	3.36	3.76	4.23	4.61	4.91	4.96	5.44	5.54	5.83	5.18	81.9%

(注) 改訂後の N_2O 排出量が改訂前より増加しているのは、改訂前の高分子系凝集剤・流動床炉における排出係数が $0.975 \text{ kgN}_2\text{O/t}$ であったのに対し、改訂後の高分子系凝集剤・流動床炉 (通常燃焼) における排出係数が $1.508 \text{ kgN}_2\text{O/t}$ と改訂前に比べ大きい値となっているためである。