

報告

金属加熱炉等からの亜酸化窒素及びメタンの排出実態

上野 広行 辰市 祐久 岩崎 好陽

1 はじめに

地球環境汚染対策を検討する上で、汚染物質の各発生源からの排出実態を正しく把握することは必要不可欠である。筆者らはこれまで、特に亜酸化窒素 (N_2O) の排出濃度の高いごみ焼却炉や汚泥焼却炉、ボイラーについて、排出量や排出要因を報告してきた¹⁻⁵⁾。

ここでは、ほとんど測定事例のないその他の固定発生源について N_2O の排出量を求めるため、都内 10 施設で金属加熱炉等の調査を行った。また、あわせてメタン (CH_4) も測定したので、その結果について報告する。

2 調査

(1) 調査対象施設

調査を行った施設は、金属加熱炉が 4 施設、電気炉が 2 施設、ガラス溶解炉が 2 施設、発電ボイラーが 2 施設、計 10 施設である。

(2) 測定方法

試料の採取は、炉の後の排ガス用ダクトより行った。採取口に試料採取管を挿入し、凝縮水トラップを通してダイアフラムポンプにより排ガスを吸引した。排ガスはポリふっ化ビニル製バッグ (容積 15 ℓ) に採取した。 N_2O の分析用には、Muzio ら⁶⁾ が指摘したサンプリングバッグ内での N_2O の生成を防ぐため、ソーダライム及び塩化カルシウムを通してバッグに採取した。

N_2O の分析には電子捕獲型検出器 (ECD) 付ガスクロマトグラフを用いた。 CH_4 の分析には、水素炎イオン化検出器 (FID) 付ガスクロマトグラフを用いた。分析条件は表 1 のとおりである。試料のガスクロマトグラフへの導入は、サンプリングバッグからガスタイトシリンジにより 1 ml 採取し、直接注入した。窒素酸化物 (NO_x) の測定は化学発光法で行ったが、一部については試料採取直後に検知管により測定した。酸素 (O_2) は磁気式酸素計により、一酸化炭素 (CO) は赤外線吸収法ある

いは検知管により測定した。

表 1 分析条件

	N_2O	CH_4
ガスクロ	HP5980	島津GC-6A
検出器	ECD63Ni 10mCi	FID
充填剤	モレキュラーシーブ13X 80~100mesh	活性アルミナ
カラム	Glass 4mm(I.D.)x 2.4m	ステンレス 4mm(I.D.)x 1.5m
温度	Column 190°C Det. 340 °C	Column 40 °C Det. 150 °C
流速	$CH_4 5\%/Ar 95\%$ 20ml/min.	N_2 70ml/min.

3 結果及び考察

調査結果を表 2 に示した。 N_2O と CH_4 については平均値及び最大値, 最小値を示した。 NO_x , O_2 , CO については平均値のみを示した。

(1) N_2O の排出状況

ア 金属加熱炉

金属加熱炉からの N_2O 排出濃度は、表 2 に示したように、0.2 ~ 0.3 ppm 程度であり、大気中 N_2O 濃度 (0.31 ppm) よりも低かった。他の金属加熱炉のデータとしては平木ら⁷⁾ による 0.15 ppm という報告があり、今回の結果と同様低い濃度であった。金属加熱炉は都内で約 200 施設あり比較的多い方ではあるが、後で述べるように N_2O 排出量は多くないと考えられる。

イ 電気炉

電気炉における排出濃度は 0.3~0.5 ppm であった。電気炉は化石燃料を燃焼していないため、空気中の N_2 以外に N 分がなく、 N_2O は生成しにくい条件といえよう。

ウ ガラス溶解炉

ガラス溶解炉については、今回調査した施設の中では比較的 N_2O 濃度が高く、0.6 ppm 前後の値であった。平木ら⁷⁾ はガラス溶解炉で 6.9 ppm という高濃度の報告を

している。ガラス溶解炉は炉内温度が 1400℃以上の高温になるため、N₂Oは分解され濃度が低くなると予想されるが、場合によっては、N₂O濃度が高くなる何らかの理由があるのかもしれない。今回の調査ではガラス溶解炉は比較的規模が小さく、燃焼状態が不安定なため、N₂Oが生成されやすいということも考えられる。

エ 発電ボイラー

発電ボイラーにおける排出濃度は 0.3 ppm 前後であり、横山ら⁸⁾が火力発電所において調査した結果とも一致した。燃料は重油であるが、発電ボイラーは一般に炉内温度が高く燃焼状態が安定しているため、N₂Oが生成したとしても、消滅反応が優勢で排出濃度が低くなると考えられる。

表2 調査結果

施設	燃料	規模*	試料数	N ₂ O(ppm)		CH ₄ (ppm)		O ₂ (%)	NOx(ppm)	CO(ppm)
				ave.	min. ~max.	ave.	min. ~max.			
金属加熱炉	LSA 重油	3000l/h	3	0.21	0.17~0.23	0.6	0.4 ~0.9	8.6	60	<10
	LSA 重油	2000l/h	3	0.25	0.21~0.31	0.9	0.8 ~1.1	9.3	60	<10
	A 重油	2000l/h	2	0.25	0.25~0.26	1.1	1.0 ~1.1	12.9	55	7
	ガス	800Nm ³ /h	2	0.28	0.28~0.29	0.5	0.5 ~0.6	9.7	134	6
電気炉	-	111000Nm ³ /h	6	0.43	0.31~0.53	3	1.3 ~10	19	13	595
	-	168000Nm ³ /h	6	0.33	0.32~0.42	1.8	1.2 ~3.8	18.3	9	299
ガラス溶解炉	A 重油+ガス	550l/h	5	0.46	0.38~0.52	1.0	0.8 ~1.2	11.5	177	<10
	ガス	38l/h	5	0.72	0.55~0.94	0.7	0.4 ~0.8	13.5	140	ND
発電ボイラー	LSA 重油	33000l/h	6	0.10	0.09~0.11	0.5	0.4 ~0.5	6.3	68	20
	LSA 重油	82000l/h	7	0.35	0.31~0.50	0.6	0.5 ~0.7	3.6	52	20

*電気炉は風量、その他は燃料使用量で示した。

(2) 都内固定発生源からのN₂O排出量の推定

施設数が少ないため、おおまかではあるが、表2の結果より、N₂O排出量を次のように推定した。なお、発電ボイラーからの排出量については前報の重油ボイラーの推定値に含まれているので今回のデータは用いなかった。燃焼施設については、排ガス中N₂O濃度から、それぞれO₂ %換算した平均排出濃度を求め、これに理論乾き排ガス量を乗じ、単位燃料当たりのN₂O排出量、すなわち排出係数を算出した。これに環境保全局が調査した各施設ごとの燃料使用量(1992年度実績)を乗じ、年間排出量を推定した。電気炉については、N₂O排出濃度と風量を乗じて単位時間当たりの排出量を求め、年間3000時間稼働したとした場合の排出量を計算した。

排出量は2施設の合計の値を示した。その結果を表3に示した。なお、ここで求めた排出量は、煙突から排出

されている総量であるが、N₂O排出濃度が低い場合には、助燃空気中のN₂Oが無視できないため、実際の環境への負荷量はこれより小さくなる。そこで、助燃空気中のN₂O量を理論空気量から計算し、排出量から差し引いたものを環境への負荷量として同じく表3に示した。比較のため、表3には、これまでに報告してきたボイラー、ごみ焼却炉、汚泥焼却炉の推定値²⁾³⁾⁵⁾も掲げた。

今回調査した施設からのN₂O排出量は汚泥焼却炉などに比べて非常に少なく、主要なN₂Oの発生源ではないことが分かった。したがって、都内固定発生源からのN₂O対策を検討する場合、まず汚泥焼却炉、ごみ焼却炉を対象とすべきといえよう。

また、移動発生源からの排出量も固定発生源と同程度ある可能性があり⁹⁾、移動発生源からのN₂O排出量の推定も今後の検討課題であろう。

(3) CH₄ の排出状況

表 2 に示したように、電気炉を除くすべての燃焼施設の CH₄ 濃度は、大気中の濃度 (約 1.8 ppm) 以下のレベルであった。これらの燃焼施設はボイラー同様、CH₄ の消失源の一つになっていることを示している。

8) 横山隆壽, 松田祐光: 火力発電所排ガス中の N₂O に関する実態調査, 電力中央研究所研究報告, T 89045 (1990).

9) 日本環境衛生センター: メタン等排出量分析調査結果報告書, 平成元年度環境庁委託業務結果報告書 (1990).

表 3 都内固定発生源からの N₂O 排出量推定値

施設	排出係数	排出量 (ton-N ₂ O/year)	環境への負荷量 (ton-N ₂ O/year)
金属加熱炉 (ガス)	9.2 x10 ⁻² g-N ₂ O/Nm ³	0.45	0.12
金属加熱炉 (重油)	8.1 x10 ⁻² g-N ₂ O/l	0.43	0.01
ガラス溶解炉 (ガス)	2.8 x10 ⁻² g-N ₂ O/Nm ³	0.036	0.023
ガラス溶解炉 (重油)	2.5 x10 ⁻² g-N ₂ O/l	0.98	0.67
電気炉	2.0 x10 ² g-N ₂ O/h	0.61	0.13
ガスボイラー	2.2 x10 ⁻² g-N ₂ O/Nm ³	14	10
重油ボイラー	4.9 g-N ₂ O/l	162	144
木くずボイラー	0.12 g-N ₂ O/kg	22	22
ごみ焼却炉	70 g-N ₂ O/t	280	280
汚泥焼却炉	400 g-N ₂ O/t	400	400

参考文献

- 1) 岩崎好陽ら: 固定発生源から排出される N₂O に関する検討, 東京都環境科学研究所年報 1990, p 25~28.
- 2) 岩崎好陽ら: 固定発生源からの N₂O 排出状況とその生成に関する考察, 大気汚染学会誌, 27, p 85~91 (1992).
- 3) 上野広行ら: ごみ焼却炉からの亜酸化窒素及びメタンの排出要因の検討, 東京都環境科学研究所年報 1992, p 3 ~8.
- 4) 上野広行ら: ごみ焼却炉からの亜酸化窒素排出に対する炉内温度の影響, 大気汚染学会誌, 29, p 24~31 (1994).
- 5) 上野広行ら: ボイラーからの亜酸化窒素及びメタンの排出実態, 東京都環境科学研究所年報 1993, p 181 ~183.
- 6) L.J.Muzio, et al.: Errors in Grab Sample Measurements of N₂O from Combustion Sources, J. Air Poll. Control Assoc., 39, p 287-293 (1989).
- 7) 平木隆年ら: 日本における固定燃焼施設からの亜酸化窒素排出量, 第 33 回大気汚染学会講演要旨集, p 358 (1992).