

【特集：温暖化問題と廃棄物】

廃棄物の焼却にともなう温室効果ガスの排出状況

安田 憲二*

【要旨】 廃棄物の焼却処理にともなう CO_2 、 CH_4 および N_2O の排出状況について調査、検討を行った。その結果、1993年度における廃棄物焼却炉からの CO_2 排出量は 12,653 Gg-C (46,395 Gg- CO_2) と推定された。これは同年度の人為発生源全体の約 3.6% に相当している。また、1993年度に廃棄物焼却炉から排出された CH_4 の量は 13.1 Gg- CH_4 と算定された。この排出量は人為発生源からの CH_4 排出量に対して僅か 1% を占めるにすぎない。

廃棄物の焼却にともなう N_2O の排出については、汚泥焼却時に高濃度となった。炉形式別では、流動床炉で濃度が高くなる傾向が認められた。1993年度における廃棄物焼却炉からの N_2O 排出量は 7.6 Gg- N_2O と推定され、同年度における人為発生源全体の約 10% 近くを占めるなど、排出割合が他のガスの場合と比べて高かった。

キーワード：温室効果ガス、廃棄物焼却、排出係数、排出、排出割合

1. はじめに

現在、地球環境問題として特に二酸化炭素（以下、 CO_2 とする）などの温室効果ガスによる地球温暖化が注目されている。地球温暖化問題は、人類の生存基盤に深刻な影響をおよぼす恐れがある重大な問題であることから、1990年8月に気候変動に関する政府間パネル（IPCC）により第1次評価報告書が提出されるなど、以前から国際的な取り組みが積極的に行われてきた。わが国においても、1990年10月23日の地球環境保全に関する関係閣僚会議で「地球温暖化防止行動計画」が決定された。この行動計画の目標としては、 CO_2 の排出抑制を行い、一人あたりの CO_2 排出量を西暦2000年以降おおむね1990年レベルで安定させることとした。また、1997年12月に京都で開催される気候変動枠組み条約（温暖化防止条約）の第3回締約国会議（COP3）では、2000年以降における温室効果ガスの排出量を1990年レベルよりも削減するための具体的な取り組みについて討議されることになっているなど、温室効果ガスの排出状

況を把握し、その排出抑制を推進することは緊急の課題である。

一方、温室効果の原因となるガスとしては CO_2 以外にも、メタン、亜酸化窒素（以下、それぞれ CH_4 、 N_2O とする）、フロンなどがある。温室効果の主な原因は CO_2 であるが、燃焼の過程で排出されるその他の気体、たとえば CH_4 、 N_2O などの影響も無視できない。現在、大気中の CH_4 、 N_2O 濃度は低い、赤外線吸収率は CO_2 よりも高いため、同じ濃度であっても地球温暖化に対する影響力は CH_4 で CO_2 の約30倍、 N_2O では同じく約100倍も大きい。さらに N_2O はフロンと同様にオゾン層破壊の原因物質でもあり、問題視されている。

CO_2 、 CH_4 、 N_2O は化石燃料の燃焼施設（固定および移動発生源）の他に、都市ごみ・産業廃棄物の燃焼施設、最終処分場、し尿および下水処理施設などからも排出されている。そこで、ここでは廃棄物の焼却処理にともなう CO_2 、 CH_4 および N_2O の排出状況について報告する。

2. CO_2 の排出状況

化石燃料の燃焼にともなう CO_2 の排出については、

原稿受付 1997. 8. 8

* 神奈川県環境科学センター 専門研究員
連絡先：〒254 神奈川県平塚市中原下宿 842

燃料中の炭素含有量と燃料消費量をもとに早くから検討されており、排出量などに関して十分なデータの集積が行われている。これに対して、廃棄物の焼却にともなうCO₂の排出については、現在までのところ必ずしも十分に把握されていない。

そこで、実測データ、文献値および統計資料などを用いて、焼却にともなうCO₂排出量を推定した。

2.1 CO₂の発生源

2.1.1 都市ごみの焼却処理

都市ごみの焼却では、ごみ組成に関するデータが数多く集積されており、燃焼状態もほぼ一定している。そこで、CO₂に関する実測データからではなく、化石燃料の場合と同様に都市ごみの平均的な組成における炭素分の割合¹⁾、焼却量²⁾および完全燃焼率³⁾をもとに排出量を推定した。

2.1.2 産業廃棄物の焼却処理

ここでは各種産業廃棄物のうち、可燃性である木くず、紙くず、汚泥、廃油および廃プラスチック類について検討した。産業廃棄物の場合、廃棄物の種類により燃焼状態が大きく異なることから、廃棄物排出量⁴⁾と焼却比率⁵⁾に関する統計値のほかに、焼却炉の実測値から求めた排出係数を用いて排出量を推定した。

2.2 CO₂排出量の推定(1993年度)

都市ごみ焼却炉からのCO₂排出量は以下の式から求めた。

$$E = A \times CC \times IR \dots\dots\dots (1)$$

- ただし E : 二酸化炭素排出量
- A : 一般廃棄物の焼却量
- CC : 廃棄物に占める炭素分の割合
- IR : 完全燃焼率

ここで、1993年度の一般廃棄物の焼却量は36,643 Gg、炭素分の割合が24.2%、完全燃焼率は98.9%である。したがって、1993年度のCO₂排出量は8,770 Gg-C/年(32,157 Gg-CO₂/年)と推定される。

産業廃棄物焼却炉については、紙くず、木くずを(2)式から、汚泥、廃油、廃プラスチックは(3)式により排出量を求めた。

$$E = \Sigma A \times RW \times IR \times EF \dots\dots\dots (2)$$

- ただし E : 二酸化炭素排出量
- A : 廃棄物排出量

表1 産業廃棄物の排出量、焼却比率等(1993年度)

	排出量(Gg)	減量化率(%)	焼却処分率(%)	排出係数(t-CO ₂ /t)
紙くず	1,246	12.0	25.0	1.65
木くず	7,625	38.0	36.0	1.65
汚泥	186,314	—	2.2	1.1
廃油	3,786	—	39.5	2.93
廃プラスチック	4,748	—	29.7	2.57

表2 産業廃棄物焼却炉からの二酸化炭素排出量(1993年度)

	排出量①(Gg-C)	排出量②(Gg-CO ₂)
紙くず	17	62
木くず	469	1,721
汚泥	1,214	4,451
廃油	1,195	4,380
廃プラスチック	988	3,624

$$E = \Sigma A \times IR \times EF \dots\dots\dots (3)$$

- RW : 減量化率⁶⁾
- IR : 焼却比率
- EF : 排出係数

1993年度における産業廃棄物の排出量、焼却比率等を表1に示す。また、これらの数値から求めたCO₂排出量を表2に示した。表2から明らかなように、産業廃棄物焼却炉からのCO₂排出量は3,883 Gg-C/年(14,238 Gg-CO₂/年)と推定される。したがって、廃棄物の焼却における1993年度のCO₂排出量は合計で12,653 Gg-C(46,395 Gg-CO₂)となる。

なお、1993年度におけるわが国の人為発生源からのCO₂総発生量は約350,000 Gg-C(1,284,000 Gg-CO₂)と推定されているので⁶⁾、廃棄物の焼却処理にともなうCO₂排出量は全体の約3.6%を占めている。

3. CH₄の排出状況

CH₄は化学的、放熱性の活発な微量ガスであり、廃棄物焼却炉などからも排出されている。

3.1 CH₄の発生源

3.1.1 都市ごみ焼却炉の焼却処理

平成7年度に行った都市ごみ焼却炉からのCH₄排出濃度の測定結果⁷⁾を表3に示す。全連続式炉からのCH₄濃度は0.2~15 ppm、準連続式炉が0.5~180 ppm、バッチ式炉では1.3~490 ppmとなっており、燃焼方式により排出濃度に大きな差が認められた。CH₄濃度は全連続式、準連続式、バッチ式の順に高くなることか

表3 都市ごみ焼却炉からのメタン排出濃度

	燃焼温度(°C)	処理量(t/h)	O ₂ (%)	CH ₄ (ppm)
階段火格子炉・連続式	880	3.3	10.8	3.0
階段火格子炉・連続式	900	3.6	12.5	1.2
階段火格子炉・連続式	915	13	10.7	5.6
階段火格子炉・連続式	1,040	6.3	11.3	0.7
流動床炉・連続式	820	2.5	13.1	15
階段火格子炉・準連続式	950	6.7	14.0	0.5
階段火格子炉・準連続式	870	3.2	11.3	18
流動床炉・準連続式	710	2.3	11.1	56
流動床炉・準連続式	750	2.2	13.7	180
階段火格子炉・バッチ式	850	2.7	11.9	8.8
階段火格子炉・バッチ式	810	2.2	11.6	490
流動床炉・バッチ式	850	2.0	14.5	120
その他・バッチ式	840	4.5	15.7	1.3

表4 産業廃棄物焼却炉からのメタン排出濃度

	燃焼温度(°C)	処理量(t/h)	O ₂ (%)	CH ₄ (ppm)
廃木材 火格子炉・バッチ式	750	0.4	18.9	2.5
固定床炉・バッチ式	820	0.2	18.1	1.1
汚泥 流動床炉・連続式	840	2.1	7.6	2.0
多段炉・連続式	890	3.6	6.4	3.6
多段炉・連続式	1,000	3.8	9.6	0.4
流動床炉・バッチ式	780	7.0	11.4	9.7
流動床炉・バッチ式	730	1.1	17.9	7.4
汚泥、廃プラスチック 流動床炉・連続式	760	4.0	15.4	37
廃油 ロータリーキルン炉	900	1.3	17.5	2.1
ロータリーキルン炉	920	1.6	15.9	1.4
廃タイヤ 火格子炉・連続式	920	0.9	10.8	0.8
廃プラスチック ロータリーキルン炉	950	0.6	12.2	1.2
固定床炉・バッチ式	760	0.2	18.1	1.1

ら、排出量の推定は燃焼方式別に算定する方法が有効である。

3.1.2 産業廃棄物の焼却処理

廃木材、汚泥、廃油および廃プラスチック類の焼却炉からのCH₄排出濃度⁷⁾を表4に示す。廃木材焼却炉からのCH₄濃度は1.1～2.5 ppm、汚泥焼却炉が0.4～37 ppm、廃油焼却炉が1.4～2.1 ppm、廃プラスチック類焼却炉は1.2～37 ppmであり、都市ごみ焼却炉と比べて低濃度であった。

3.2 CH₄排出量の推定(1993年度)

都市ごみ焼却炉からのCH₄排出量は(4)式から求めた。

$$E = \Sigma A \times IT \times EF \dots\dots\dots (4)$$

- ただし E : CH₄排出量
- A : 焼却量
- IT : 燃焼方式別の処理量の比率
- EF : 燃焼方式別の排出係数

表5 都市ごみ焼却炉の処理量とメタン排出係数

	焼却量(Gg)	処理量の比率(%)	CH ₄ 排出係数(g-CH ₄ /t)
全連続式炉	36,643	73.4	29.7
準連続式炉	36,643	8.1	617
バッチ式炉	36,643	18.5	742

表6 都市ごみ焼却炉からのメタン排出量(1993年度)

	メタン排出量(Gg-CH ₄)
全連続式炉	0.8
準連続式炉	1.8
バッチ式炉	5.0
合計	7.6

表7 産業廃棄物の処理量とメタン排出係数

	処理量(Gg)	減量化率(%)	焼却処分率(%)	排出係数(g-CH ₄ /t)
紙くず	1,246	12.0	25.0	680
木くず	7,625	38.0	36.0	680
汚泥	186,314	—	2.2	680
廃油	3,768	—	39.5	680
廃プラスチック	4,748	—	29.7	680

表8 産業廃棄物焼却炉からのメタン排出量(1993年度)

	メタン排出量(Gg-CH ₄)
紙くず	0.03
木くず	0.71
汚泥	2.75
廃油	1.02
廃プラスチック	0.96
合計	5.5

1993年度における都市ごみの焼却量⁸⁾、燃焼方式別の処理量⁸⁾および排出係数⁹⁾を表5に示す。また、これらの数値から求めた燃焼方式別のCH₄排出量を表6に示した。表6に示したように、1993年度の都市ごみ焼却炉からのCH₄排出量を7.6 Gg-CH₄と推定した。

一方、産業廃棄物焼却炉からのCH₄排出量は、CO₂の場合と同様に(2)、(3)式から求めた。各産業廃棄物焼却炉におけるCH₄の排出係数⁹⁾を表7に示す。さらに、これら排出係数と産業廃棄物の焼却量および焼却比率などを用いて求めた、1993年度のCH₄排出量を表8に示した。産業廃棄物焼却炉からのCH₄排出量は5.5 Gg-CH₄であり、都市ごみ焼却炉の排出量と併せたCH₄排出量は13.1 Gg-CH₄となった。

なお、1993年度におけるわが国の人為発生源からのCH₄総排出量は約1,285 Gg-CH₄と推定されることから⁶⁾、廃棄物の焼却にともなうCH₄排出量は全体の1.0%であり、CO₂と比べて排出割合が1/3と低かった。

4. N₂Oの排出状況

N₂Oは廃棄物の生物処理および焼却処理の過程で生成される。

4.1 N₂Oの発生源

4.1.1 都市ごみの焼却処理

平成7年度におけるN₂O排出濃度の測定結果⁷⁾を表9に示す。階段火格子炉からのN₂O濃度は0.7～8.1 ppmであったのに対して、流動床炉では7.0～27 ppmと3倍以上も濃度が高くなるなど、炉形式によって濃度が大幅に変動した。したがって、N₂O排出量の推定はCH₄の場合とは異なり、炉形式別に行うほうがよい。

また、焼却炉の立ち上げ、通常燃焼時におけるN₂O濃度の測定結果¹⁰⁾をそれぞれ図1、2に示す。まず、炉の立ち上げでは燃焼温度が800℃以下の状態で燃焼が継続されるため、炉内温度とN₂O濃度の間に明確な負の相

表9 都市ごみ焼却炉からの亜酸化窒素排出濃度

	燃焼温度(℃)	処理量(t/h)	O ₂ (%)	N ₂ O(ppm)
階段火格子炉・連続式	880	3.3	10.8	2.9
階段火格子炉・連続式	900	3.6	12.5	1.9
階段火格子炉・連続式	915	13	10.7	7.1
階段火格子炉・連続式	1,040	6.3	11.3	8.1
流動床炉・連続式	820	2.5	13.1	17
階段火格子炉・準連続式	950	6.7	14.0	5.2
階段火格子炉・準連続式	870	3.2	11.3	0.7
流動床炉・準連続式	710	2.3	11.1	16
流動床炉・準連続式	750	2.2	13.7	7.0
階段火格子炉・バッチ式	850	2.7	11.9	7.6
階段火格子炉・バッチ式	810	2.2	11.6	6.1
流動床炉・バッチ式	850	2.0	14.5	27
その他・バッチ式	840	4.5	15.7	6.4

表10 産業廃棄物焼却炉からの亜酸化窒素排出濃度

	燃焼温度(℃)	処理量(t/h)	O ₂ (%)	N ₂ O(ppm)
廃木材 火格子炉・バッチ式	750	0.4	18.9	0.2
固定床炉・バッチ式	820	0.2	18.1	1.0
汚泥 流動床炉・連続式	840	2.1	7.6	210
多段炉・連続式	890	3.6	6.4	8.7
多段炉・連続式	1,000	3.8	9.6	0.4
流動床炉・バッチ式	780	7.0	11.4	44
流動床炉・バッチ式	730	1.1	17.9	90
汚泥、廃プラスチック 流動床炉・連続式	760	4.0	15.4	5.5
廃油 ロータリーキルン炉	900	1.3	17.5	1.0
ロータリーキルン炉	920	1.6	15.9	9.4
廃タイヤ 火格子炉・連続式	920	0.9	10.8	5.2
廃プラスチック ロータリーキルン炉	950	0.6	12.2	2.4
固定床炉・バッチ式	760	0.2	18.1	1.1

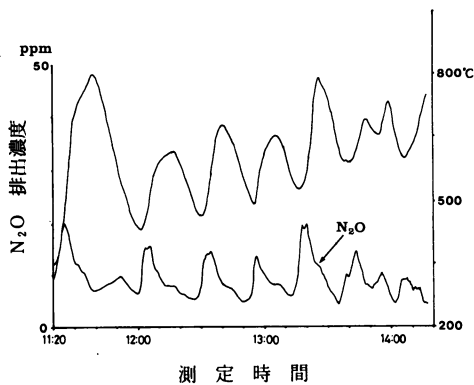


図1 炉の立ち上げ時におけるN₂Oと燃焼温度の相関

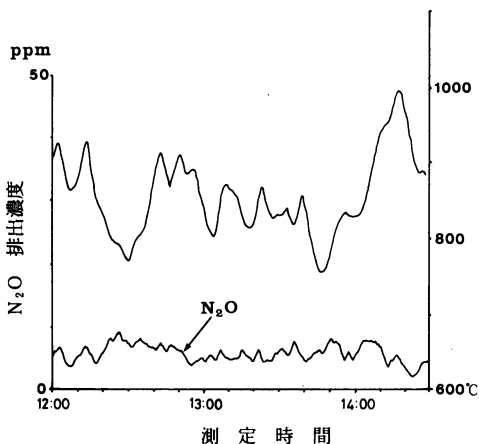


図2 通常燃焼時におけるN₂Oと燃焼温度の相関

関が認められ、最大で20 ppmとなった。これに対して、通常燃焼では燃焼温度が800～1,000℃と比較的高いため、N₂O濃度が10 ppm以下と低かった。これらは、N₂O濃度の温度依存性を示していると考えられる^{10,11)}。

4.1.2 産業廃棄物焼却炉

廃木材、汚泥、廃油および廃プラスチック類等焼却炉からのN₂O排出濃度測定結果⁷⁾を表10に示す。廃棄物の種類別では特に汚泥焼却炉の場合が他と比べ際だって高濃度となり、最大210 ppmであった。また炉形式に関しては、都市ごみ焼却炉と同様に流動床炉からの排出濃度が高かった。

4.2 N₂O排出量の推定(1993年度)

都市ごみ焼却炉の階段火格子炉、流動床炉、固定床炉およびロータリーキルン炉について、連続式、準連続式、バッチ式別に測定したN₂O排出係数の結果⁷⁾を表11に示す。排出係数は流動床炉で大きくなったが、連続式、

表 11 都市ごみ焼却炉の亜酸化窒素排出係数

炉形式・運転条件	n	排出係数 (g-N ₂ O/t)			
		平均値	標準偏差	最大値	最小値
階段火格子炉・連続式	20	87	110	440	6.2
同上	6	93	96	270	8.5
階段火格子炉・準連続式	3	100	110	230	26
同上	4	62	76	160	1.7
階段火格子炉・バッチ式	3	58	50	110	16
同上	4	120	61	190	59
流動床炉・連続式	3	230	250	520	65
同上	2	210	120	290	130
流動床炉・準連続式	1	250			
同上	3	130	26	150	97
流動床炉・バッチ式	2	650	15	660	640
固定床炉・連続式	1	240			
ロータリーキルン炉・連続式	2	150	21	170	140

表 12 産業廃棄物焼却炉の亜酸化窒素排出係数

炉形式・運転条件	n	排出係数 (g-N ₂ O/t)			
		平均値	標準偏差	最大値	最小値
固定床炉・バッチ式(廃木材)	1	15			
流動床炉・連続式(汚泥)	3	1,900	1,400	3,100	580
同上(汚泥、塗料カス)	1	220			
流動床炉・バッチ式(汚泥)	1	280			
同上(汚泥、し尿)	1	2,400			
多段炉・連続式(汚泥)	5	390	460	1,100	2.4
その他・連続式(汚泥)	1	230			
その他・バッチ式(汚泥、可燃物)	1	210			
ロータリーキルン炉・連続式(廃油)	1	34			
同上(廃油、汚泥)	1	180			
火格子炉・連続式(廃タイヤ)	1	72			
固定床炉・バッチ式(廃プラ)	1	240			
ロータリーキルン炉・バッチ式(廃プラ)	1	250			

準連続式およびバッチ式の間に明確な差は認められなかった。流動床炉の排出係数は130～650 g-N₂O/t、階段火格子炉では同じく58～120 g-N₂O/tであった。

各産業廃棄物焼却炉におけるN₂Oの排出係数⁷⁾を表12に示す。産業廃棄物の種類としては、汚泥を主体として塗料カス、廃油、廃プラスチック類、廃木材、廃タイヤ等である。産業廃棄物の場合、法に定められた廃棄物が19種類と多いため、汚泥焼却炉を除いて同一施設の測定数が都市ごみ焼却炉に比べて少なかった。排出係数は、表12から明らかのように、流動床式汚泥焼却炉が際だって大きかった。このほかの施設では、廃プラスチック類、廃油、廃タイヤなどの比較的発熱量が高く、不完全燃焼が生じやすい焼却炉で排出係数が大きかった。

都市ごみ焼却炉からのN₂O排出量は、これまでに調査した炉形式別のN₂O排出係数に1993年度の炉形式別焼却量⁸⁾をかけて求めた。また、固定床炉の焼却量については量が少ないことから、燃焼形態が類似している階段火格子炉の焼却量に加算した。結果を表13に示す。表から明らかのように、都市ごみ焼却炉からのN₂O排出量は4.1 Gg-N₂Oと推定した。

表 13 都市ごみ焼却炉からの亜酸化窒素排出量 (1993年度)

炉形式	都市ごみ焼却量 (×10 ⁴ t/年)	N ₂ O排出係数 (g-N ₂ O/t)	N ₂ O排出量 (Gg-N ₂ O/年)
階段火格子炉	3,360	92	3.1
流動床炉	307	340	1.0
合計	3,667		4.1

表 14 産業廃棄物焼却炉からの亜酸化窒素排出量 (1993年度)

廃棄物の種類	産業廃棄物焼却量 (×10 ³ t/年)	N ₂ O排出係数 (g-N ₂ O/t)	N ₂ O排出量 (Gg-N ₂ O/年)
木くず、紙くず	3,057	15	0.05
汚泥	4,100	760	3.1
廃油、廃液	1,490	70	0.10
廃プラスチック類	1,410	180	0.25
合計	10,057		3.5

一方、産業廃棄物焼却炉からのN₂O排出量は、産業廃棄物の種類別における排出係数と焼却量⁹⁾から算定した。結果を表14に示す。産業廃棄物焼却炉から排出されているN₂Oは3.5 Gg-N₂Oと推定された。したがって、廃棄物の焼却における1993年度のN₂O排出量は合計で7.6 Gg-N₂Oとなる。

1993年度におけるわが国の人為発生源からのN₂O総排出量は80.9 Gg-N₂Oと推定されているので¹⁰⁾、廃棄物の焼却処理にともなうN₂Oの排出量は全体の約10%近くを占めていることになる。この排出割合はCO₂、CH₄の場合と比べて3～10倍も高い。

5. ま と め

廃棄物の焼却処理にともなうCO₂、CH₄およびN₂Oの排出状況について調査、検討を行った。その結果、以下の事柄が明らかとなった。

- (1) 1993年度における廃棄物焼却炉からのCO₂排出量は12,653 Gg-C (46,395 Gg-CO₂)と推定され、これは同年度の人為発生源全体の約3.6%に相当する。
- (2) 1993年度に廃棄物焼却炉から排出されたCH₄の量は13.1 Gg-CH₄と算定された。この排出量は人為発生源からのCH₄排出量の約1%を占めている。
- (3) 廃棄物の焼却にともなうN₂Oの排出については、汚泥の焼却時に高濃度となった。また炉形式別では、流動床炉で濃度が高くなる傾向が認められた。
- (4) 1993年度における廃棄物焼却炉からのN₂O排出量は7.6 Gg-N₂Oと推定され、同年度における人為発生源全体の約10%近くを占めるなど、排出割合が他のガスと比べて高かった。

参考文献

- 1) 厚生省による調査結果
- 2) 厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課：日本の廃棄物 '96, 全国都市清掃会議発行 (1996)
- 3) 厚生省による調査結果
- 4) 厚生省：産業廃棄物処理業者等の実態及び産業廃棄物の排出・処理状況について (1996)
- 5) 環境庁：二酸化炭素排出量調査報告書 (地球温暖化防止行動計画における二酸化炭素排出量の算定等について) (1992)
- 6) 環境庁：温室効果ガス等排出・吸収目録 (1997)
- 7) ㈱大気環境学会：温室効果ガス排出量推計手法調査報告書, 平成7年度環境庁委託業務結果報告書 (1996)
- 8) 厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課編集：廃棄物処理施設データブック平成7, 環境産業新聞社, (1995)
- 9) 田中 勝, 井上雄三, 松沢 裕, 大迫政浩, 渡辺征夫：廃棄物処理場からの放出量の解明に関する研究, 地球環境研究総合推進費 平成6年度終了研究成果報告書, 環境庁地球環境部研究調査室 (1993)
- 10) 安田憲二, 高橋通正：都市ごみ焼却にともなう亜酸化窒素の排出挙動, 廃棄物学会論文誌, Vol. 7, No. 1, pp. 36-41 (1996)
- 11) 上野広行, 辰市祐久, 岩崎好陽：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, Vol. 29, No. 2, pp. 24-31 (1994)
- 12) NEDO, (財)地球環境産業技術研究機構：亜酸化窒素(N₂O)の低減対策に関する調査, 平成8年度調査報告書, (1997)

Greenhouse Gas Emissions from Waste Incineration in Japan

Kenji Yasuda

Kanagawa Prefectural Environmental Research Center Environmental Engineering Division
(842 Nakahara-Shimojuku, Hiratsuka-city, 254 Japan)

Abstract

To estimate the amount of greenhouse gases generated by waste incineration in Japan, the emission behavior and flux of carbon dioxide(CO₂), methane(CH₄) and nitrous oxide(N₂O) were observed at municipal solid waste and industrial waste incinerators.

Estimated CO₂ emissions in 1993 were 12,653 Gg-C (46,395 Gg-CO₂) in Japan, which is almost 3.6% of annual CO₂ emissions. Waste incineration CH₄ emissions were estimated to be 13.1 Gg-CH₄, only 1% of the total. The emissions of N₂O were higher at sludge incineration plants than that of other plants, especially those with fluidized bed incinerators. The total N₂O emissions from waste incineration in 1993 was estimated to be 7.6 Gg-N₂O, or about 10% of the annual total.

Key words: greenhouse gases, waste incineration, emission factor, emission, emission rate