【特集：循環型社会，低炭素化に 대응する都市ごみ焼却処理—焼却研究部会特集—】

都市ごみ焼却施設の窒素酸化物自主規制値緩和による 発電量向上に関する検討

古 林 通 孝*・安 田 直 明**

【要 旨】 都市ごみ焼却施設の発電量向上策の一つの考え方として、窒素酸化物自主規制値緩和を取り上げ、窒素酸化物排出濃度の違いによる周辺環境への影響の度合いと、期待される発電増加量や温室効果ガス削減効果について整理した。

都市ごみ焼却施設からの窒素酸化物排出濃度は、触媒脱硝装置などを採用しなくても、100~120 ppm 程度が期待される。そこで、簡易な大気拡散計算により、国内の建設予定施設の周辺地域の大気環境濃度を推算したところ、排出濃度が 50 ppm（触媒脱硝装置を採用）から 120 ppm（触媒脱硝装置を不採用）に緩和されても、二酸化窒素の環境基準に対して、1~4%程度の増加にとどまることが推測された。また、施設規模 150 ton/day×2 炉の都市ごみ焼却施設について、自主規制値が 50 ppm から 120 ppm まで緩和されると、発電量として 2,205 MWh/年の増加が見込め、この発電増加量は 1,237 ton/年の二酸化炭素削減量に相当することが推察された。

キーワード：都市ごみ焼却施設，窒素酸化物，自主規制値緩和，発電量向上

1. 緒 言

2008 年度の一般廃棄物排出量は 4,811 万 ton/年であり、その内 79.2% が焼却処理されている¹⁾。一方、一般廃棄物処理分野における 2008 年度の温室効果ガス排出量は 930 万 ton/年（二酸化炭素換算）程度であり²⁾、国内で排出される温室効果ガス総排出量の 0.7% 程度を占めているが、2008 年度の一般廃棄物焼却処理における総発電量は 6,935 GWh/年であり¹⁾、これから推算される温室効果ガス削減量は 389 万 ton/年（二酸化炭素換算：二酸化炭素の排出係数に 0.561 kg-CO₂/kWh を使用）となる。しかしながら、2008 年度の一般廃棄物焼却処理の発電効率率は平均 11.19% と¹⁾、十分な値とはい

がたいことから、低炭素社会・循環型社会形成に向け、より一層の発電量向上が望まれている。

このような中、ごみの燃焼に伴い生じるエネルギーのより一層の有効利用をおこなう高効率ごみ発電施設に対して、交付率 1/2 の積極的な拡充支援をおこなうことが、2009 年度より「循環型社会形成推進交付金」のメニューに加わった。また、この制度の充実および強化を踏まえ、高効率ごみ発電施設の計画に資する情報を市町村等に対して提供し、ごみ発電施設の高効率化を推進することを目的に、「高効率ごみ発電施設整備マニュアル」が策定された³⁾。このマニュアルでは、発電量向上策の一つとして、低温触媒脱硝を採用することにより排ガス再加熱器を削除し、そこで使用する蒸気を発電に供する方法が記載されている。

一方、大気汚染防止法に基づく廃棄物焼却炉の窒素酸化物（以下、NO_x）排出基準は、総量規制指定地域を除いて 250 ppm（酸素 12% 換算、連続炉以外は排ガス量が 4 万 m³/h 以上に限る）であるため、都市ごみ焼却施設では触媒脱硝に代表される NO_x 低減技術を採用しなくても、本基準をほぼ満足することができる。しかし、新しく建設されるほとんどの焼却施設では、立地が困難

原稿受付 2010. 10. 2

* 日立造船(株) 事業・製品開発本部技術研究所
環境・ソリューション技術グループ

** (株)IHI 環境エンジニアリング エンジニアリング部
連絡先：〒 551-0022 大阪府大正区船町 2-2-11

日立造船(株) 事業・製品開発本部技術研究所
環境・ソリューション技術グループ 古 林 通 孝
E-mail : furubayashi@hitachizosen.co.jp

であることなどを理由に、法定基準値よりも厳しい自主規制値が設定され、この値を満足するためのNO_x低減技術が付加されている。したがって、NO_x自主規制値が緩和されれば、低温触媒脱硝などを採用しなくても、排ガス再加熱器を削除でき、発電量を向上させることが可能になる。

そこで、本報では、都市ごみ焼却施設におけるNO_x自主規制値緩和によって増加するNO_x排出量とそれに伴う周辺地域の大气環境濃度を予測するとともに、NO_x自主規制値緩和によって期待される発電増加量や温室効果ガス削減効果について検討した。

2. 大气環境におけるNO_x濃度

大气環境におけるNO_x濃度の年平均の推移を図1に⁴⁾、二酸化窒素（以下、NO₂）濃度の環境基準達成率の推移を図2に示す⁴⁾。なお、2008年度のNO₂の有効測定局数（年間測定時間が6,000時間以上の測定局）は

1,787局（うち、一般環境大气測定局（一般環境大气の汚染状況を常時監視する測定局、以下「一般局」）：1,366局、自動車排出ガス測定局（自動車走行による排出物質に起因する大気汚染の考えられる交差点、道路および道路端付近の大气を対象にした汚染状況を常時監視する測定局、以下「自排局」）：421局）である。

2008年度の一般局のNO_x濃度（年平均値）は、一酸化窒素（以下、NO）で0.005 ppm、NO₂で0.013 ppmである。一方、2008年度の自排局のNO_x濃度（年平均値）は、NOもNO₂も0.024 ppmである。また、一般局、自排局とも、近年、緩やかな改善傾向がみられる。

2008年度の環境基準達成局は、一般局で1,366局（100%）、自排局で402局（95.5%）であり、一般局では近年ほとんどすべての有効測定局で環境基準を達成し、自排局では2007年度と比較すると達成率が1.1ポイント改善した。

図1 大气環境におけるNO_x濃度の年平均の推移

図2 NO₂濃度の環境基準達成率の推移

3. 国内の NO_x 排出状況

国内の NO_x 排出状況の推移を図 3 に示す⁵⁾。

国内の NO_x 総排出量は、2002 年度以降は減少傾向にあり、2005 年度では 934,735 km³_N/年 (1,919,545 ton/年) であった。

NO_x の排出元は、ばい煙発生施設やビル・家庭の厨房・暖房施設などの固定発生源と、自動車・船舶・飛行機などの移動発生源に大別される。それぞれの発生源の NO_x 排出状況について、代表例を以下に示す。

3.1 大気汚染防止法に定めるばい煙発生施設の NO_x 排出状況

大気汚染防止法に定めるばい煙発生施設からの NO_x 排出状況の推移を図 4 に示す⁶⁾。

NO_x 排出量は、1978 年以降、320,000～440,000 km³_N/年で推移している中、1986 年以降は増加傾向にあり、2005 年度では 433,483 km³_N/年 (890,188 ton/年) で

あった。

大気汚染防止法に定めるばい煙発生施設別の NO_x 排出状況の推移を表 1 に示す⁶⁻⁸⁾。また、廃棄物焼却炉からの NO_x 排出状況の推移を表 2 に示す⁵⁻¹¹⁾。

廃棄物焼却炉の NO_x 排出量は、1999 年度以降、国内のばい煙発生施設の中で上位 4 番目に位置している。し

表 1 ばい煙発生施設別の NO_x 排出状況の推移

[km ³ _N /年]			
業種	1999 年度	2002 年度	2005 年度
ボイラ	173,304	179,687	177,218
焼成炉 ^{※1}	63,310	52,672	59,698
ディーゼル機関	59,823	78,613	80,612
廃棄物焼却炉	33,321	29,522	29,842
焙焼炉 ^{※2}	27,421	26,016	26,754
その他	50,530	56,711	59,359
合計	407,709	423,220	433,483

※1 2002 年度と 2005 年度は窯業製品製造用焼成炉等に相当する

※2 2002 年度は金属精錬用焙焼炉等、2005 年度は金属精錬・無機化学工業製品製造用焙焼炉等に相当する

図 3 国内の NO_x 排出状況の推移

※1 1987, 88 年度および 1990, 91, 93, 94 年度については抽出調査の結果である

※2 1997, 98, 2000, 01 年度は調査未実施である

図 4 大気汚染防止法に定めるばい煙発生施設からの NO_x 排出状況の推移

表2 廃棄物焼却炉からのNOx排出状況の推移

		1999年度	2002年度	2005年度
施設数	[施設]	10,116	7,361	6,584
NOx排出量	[$\text{km}^3\text{N}/\text{年}$]	33,321	29,522	29,842
国内のNOx総排出量に対する割合	[%]	3.4	2.9	3.2
大気汚染防止法に定めるばい煙発生施設からのNOx排出量に対する割合	[%]	8.2	7.0	6.9
1施設あたりのNOx排出量 ^{*1}	[$\text{km}^3\text{N}/(\text{年} \cdot 1 \text{施設})$]	3.29	4.01	4.53

※1 1施設あたりのNOx排出量 = NOx排出量/施設数

かし、2005年度における廃棄物焼却炉のNOx排出量は、1999年度に比べて1割ほど削減されており、また国内のNOx総排出量に対する割合も、大気汚染防止法に定めるばい煙発生施設からのNOx排出量に対する割合も減少傾向にある。なお、廃棄物焼却炉1施設あたりのNOx排出量が増加傾向にあるのは、施設規模の大型化によるものと考えられる。

3.2 自動車のNOx排出状況

自動車排出ガスの車種別NOx排出量の推計を図5に示す^{12,13)}。

自動車交通量の増加やディーゼル車の増加によって、大都市を中心に長い間、NOx排出量が改善されない状況が続いていた。しかしながら、大気汚染防止法に基づく自動車への度重なる排出ガス規制強化と、「自動車から排出される窒素酸化物及び粒子状物質の特定地域における総量の削減等に関する特別措置法（自動車NOx・PM法）」の制定などによって、図1～図3にも示すように、近年、自動車からのNOx排出量は減少傾向であり、自排局のNOx濃度も徐々に改善しつつある。

4. 都市ごみ焼却施設のNOx排出状況

4.1 都市ごみ焼却施設のNOx自主規制値

2006年度版ごみ焼却施設台帳^{14,15)}を参考に、施設規模もしくはNOx自主規制値が不明な施設を除く都市ごみ焼却施設(全連炉616施設、准連炉214施設)について、NOx自主規制値をヒストグラムで整理した。結果を図6に示す。

全連炉の場合、半数以上の施設が100ppm以下のNOx自主規制値を設けているのに対し、准連炉では8割以上の施設が120ppm以上のNOx自主規制値を採用している。

4.2 都市ごみ焼却施設におけるNOx低減技術

NOxの生成経路は、主にThermal NOx（燃烧空気中の窒素と酸素が高温状態で反応して生成するNOx）とFuel NOx（燃料中の窒素分が燃烧中に酸化されて生成するNOx）に分類され、都市ごみ焼却で生成するNOxの7～8割以上はFuel NOxといわれている¹⁶⁾。また、Fuel NOxの生成量は、燃烧温度が高くなるほど、また酸素濃度が高くなるほど増大する。

都市ごみ焼却施設で採用されている主なNOx低減技術とその性能を以下に紹介する。なお、これら以外にも、排煙脱硝技術として活性炭法や湿式酸化還元法がある

図5 自動車排出ガスの車種別NOx排出量の推計

図6 都市ごみ焼却施設のNOx自主規制値のヒストグラム

が¹⁷⁾、設備が大掛かりになるため、ほとんど採用されていない。

4.2.1 排ガス再循環システム

排ガス再循環システム（以下、EGR）とは、熱回収後の低酸素な排ガスを焼却炉に戻し、燃焼空気の代替として用いることで、ごみ中の可燃成分を緩慢燃焼させて、局所的な高温場や高酸素濃度場をなくす方法であり、NOxを従来燃焼の半分程度まで抑制する効果がある^{18,19)}。

4.2.2 無触媒脱硝技術

焼却炉内にアンモニア（以下、NH₃）や尿素などの還元剤を吹き込み、触媒を使用せずに脱硝する無触媒脱硝技術（以下、SNCR）は、設備コストおよびランニングコストが安価で、また尿素の場合は取り扱いも容易なことから、NOx低減対策として広く採用されている方法である。ただし、還元剤に尿素を用いる場合、温室効果ガスとして二酸化炭素の310倍の効果を持つ一酸化二窒素が、還元されたNOxの20%程度生成するとの報告がある²⁰⁾。

これまでのSNCRの脱硝性能は、NH₃/NOモル比1~2で脱硝率30~40%程度であり、また排ガス中のリークNH₃が10ppmを越えるとNH₃由来の白煙が発生するため²¹⁾、還元剤の吹き込み量を増やして脱硝率を向上させることが困難であった。しかし、最近では、脱硝に対して最適な温度域に還元剤を供給することで、白煙を発生させることなく60%以上の高い脱硝率を得ることができるとの報告がある²²⁾。

4.2.3 触媒脱硝技術

触媒脱硝技術（以下、SCR）とは、ろ過式集じん器出口の排ガスを210℃程度に昇温し、NH₃/NOモル比1.0以下のNH₃を混合させて、触媒に通すことにより、NOxとNH₃を窒素と水に変換させる技術である。この技術の場合、触媒充填量を増すことで、脱硝率を上げる

ことができる。

触媒には、酸化チタンに酸化バナジウムを担持させ、ハニカム状に成形加工したものが広く使用されている。この酸化バナジウム系触媒は、二酸化硫黄の酸化能力を持つため、排ガス温度が250℃以下で使用すると、未反応NH₃が硫酸化物と反応して、硫酸水素アンモニウムが生じ、その結晶が触媒面に付着して活性を低下させる原因となる。そのため、排ガスの低温化に対応するため、酸化バナジウムの量を少なくし、酸化タングステンや酸化モリブデンを加えることで、二酸化硫黄の酸化を抑えている。

4.2.4 性能比較

近年の都市ごみ焼却施設において、これらの技術の採否により期待されるNOx排出濃度を表3に示す。これらの値は、文献値^{18,19,22,23)}や廃棄物資源循環学会廃棄物焼却研究部会の調査に基づく値である。

燃焼技術の進歩によって、NOx排出濃度はいずれの技術も採用しない場合で100~120ppm程度が期待される。これに対し、EGRを採用すると40~70ppmまで低減でき、またSNCRを採用すると40ppmまで低減できる。一方、SCRについては、触媒充填量を増やすことで、20ppm以下まで低減可能である。

表3 都市ごみ焼却施設において期待されるNOx排出濃度

条 件	NOx 排出濃度 (酸素 12% 換算) [ppm]
a) いずれの技術も採用しない場合	100~120
b) EGR を採用	40~70
c) SNCR を採用	40
d) SCR を採用	20 以下

5. 都市ごみ焼却施設における NOx 自主規制値緩和による影響

5.1 NOx 自主規制値緩和による排出増加量の推定

都市ごみ焼却施設からの NOx 排出濃度は、前章の NOx 低減技術を活用することによって、最大 20 ppm 以下までの低減が可能である。しかし、いずれの技術も付帯設備が必要である上、特に SNCR の場合は、運転時に還元剤が必要であるとともに、N₂O 排出の懸念があり、また SCR の場合は、運転時に還元剤や排ガスを数十℃程度に昇温するための熱源が必要となる。そのため、都市ごみ焼却施設における NOx 自主規制値が 80 ppm まで緩和されれば、EGR の付加のみで対応可能となり、さらに 120 ppm まで緩和されれば、いずれの NOx 低減技術も不要となる。

そこで、前述の全連炉 616 施設と準連炉 214 施設を対象とし、その内、総量規制指定地域外で、触媒脱硝装置を備えた全連炉 138 施設について、現行の NOx 自主規制値が最大 120 ppm まで緩和されたときの NOx 排出量の増加割合を式(1)から算出した。結果を図 7 に示す。

$$R = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^{N_b} W_i (C_s - C_i)}{\sum_{i=1}^{N_a} W_i C_i} \quad (1)$$

ここで、 C_i ：現行の NOx 自主規制値 [ppm]
 C_s ：緩和後の NOx 自主規制値 [ppm]
 ($C_i < C_s$ のときは、 $C_s - C_i = 0$ とする)
 N_a ：全施設数 (全連炉 616 施設 + 準連炉 214 施設) [-]
 N_b ：NOx 自主規制値の緩和対象となる施設数 (全連炉 138 施設) [-]
 R ：NOx 排出量の増加割合 [%]
 W_i ：施設規模 (定格) [ton/day]

図 7 NOx 自主規制値緩和による NOx 排出量の増加割合

NOx 自主規制値が 80 ppm まで緩和されれば、NOx 排出量は 7.4% の増加となり、また最大 120 ppm まで緩和されても、NOx 排出量は 17.6% の増加にとどまる。ここで、2005 年度における廃棄物焼却炉の NOx 排出量 29,842 km³/年が 17.6% 増加すると仮定すると、このときの増加分は、国内の NOx 総排出量に対しては 0.6% の上昇に、また大気汚染防止法に定めるばい煙発生施設からの NOx 排出量に対しては 1.2% の上昇に相当する。

5.2 NOx 自主規制値緩和による周辺地域の大気環境濃度の予測

前節において、NOx 自主規制値緩和が国内の NOx 総排出量へ与える影響は少ないことを確認したが、その一方で都市ごみ焼却施設が設置された周辺地域の大気環境影響についても考慮する必要がある。そこで、下記の条件を基に、いくつかの事例において大気拡散計算をおこない、NOx 排出濃度の増加が周辺地域の大気環境濃度に及ぼす影響について検討した。得られた結果を表 4 に示す。

NOx 最大着地濃度は、NOx 排出濃度が 50 ppm では 0.00023～0.0011 ppm に対し、120 ppm では 0.00060～0.0029 ppm と 2.6 倍程度の増加になるが、周辺地域の大気環境濃度 (バックグラウンド濃度 0.013～0.032 ppm) は、NOx 排出濃度が 50 ppm の場合では 0.014～0.033 ppm に対し、120 ppm でも 0.015～0.034 ppm と、わずかに増加する程度であり、また NO₂ 環境基準の 0.04～0.06 ppm に対して、1～4% 程度の増加にとどまることが推算された。

〈検討条件〉

- ① 対象施設：2010 年 9 月現在において、国内で建設が検討されている熱回収施設の中から 14 施設を選択した。また、周辺地域の大気環境のバックグラウンド濃度には、2008 年度の日平均値の年間 98% 値を用いた²⁴⁾。
- ② 排ガス量、排ガス密度および排ガス比熱の算出：環境省「一般廃棄物処理実態調査結果 平成 20 年度調査結果 施設整備状況」²⁵⁾に記載されているデータから、対象施設地域のごみの三成分と組成分析結果を抽出し、簡易推算法²⁶⁾により、元素組成を推算して、空気過剰率 1.8 で排ガス量を算出した。また、排ガス密度と排ガス比熱は、このときの排ガス組成を基に算出した。なお、簡略化のため、燃焼室以降にて供給される空気やガス冷却用水は考慮していない。
- ③ 大気拡散計算：有効煙突高さの計算には CONCAWE 式を、拡散計算にはブルーム式を用い

表4 都市ごみ焼却施設の周辺地域の大気環境濃度の推算結果

施設名	施設規模	2008年度の 日平均値の 年間98%値 [ppm]	最大着地濃度 [ppm]		周辺地域の大気環境濃度 ^{*1} [ppm]	
			NOx 排出濃度	NOx 排出濃度	NOx 排出濃度	NOx 排出濃度
			50 ppm	120 ppm	50 ppm	120 ppm
A	435 ton/day×3 炉	0.026	0.0011	0.0029	0.027	0.029
B	282 ton/day×3 炉	0.022	0.00079	0.0021	0.023	0.024
C	143 ton/day×2 炉	0.021	0.00043	0.0011	0.021	0.022
D	117 ton/day×3 炉	0.025	0.00039	0.00099	0.025	0.026
E	450 ton/day×3 炉	0.023	0.00088	0.0023	0.024	0.025
F	100 ton/day×1 炉	0.023	0.00023	0.00060	0.023	0.024
G	149 ton/day×2 炉	0.017	0.00037	0.00095	0.017	0.018
H	200 ton/day×2 炉	0.025	0.00057	0.0015	0.026	0.027
I	200 ton/day×2 炉	0.022	0.00046	0.0012	0.022	0.023
J	339 ton/day×3 炉	0.032	0.00077	0.0020	0.033	0.034
K	174 ton/day×3 炉	0.024	0.00059	0.0015	0.025	0.026
L	330 ton/day×3 炉	0.013	0.00073	0.0019	0.014	0.015
M	150 ton/day×2 炉	0.017	0.00037	0.00096	0.017	0.018
N	300 ton/day×2 炉	0.020	0.00062	0.0016	0.021	0.022

※1 周辺地域の大気環境濃度 = 2008年度の日平均値の年間98%値 + 最大着地濃度

て、NOx 最大着地濃度を算出した。計算条件を以下に示す。

- ・煙突実体高さ：59 m
- ・天候条件：大気安定度 D，風速 6 m/s，大気温度 15℃
- ・平均化時間：1 時間
- ・NOx 排出濃度：50 ppm と 120 ppm の 2 ケース
- ・排ガス温度（触媒脱硝装置の有無を考慮）：NOx 排出濃度が 50 ppm のときは 210℃，120 ppm のときは 170℃

表5 NOx 自主規制値緩和による効果

発電増加量	[MWh/年]	2,205
二酸化炭素削減量	[ton/年]	1,237
NOx 増加量	[km ³ _N /年]	35.3
設備コスト		
排ガス再加熱器	[百万円]	41
触媒脱硝装置	[百万円]	106
削減費用の合計	[百万円]	147
ランニングコスト		
発電収益	[百万円/年]	15.4
NH ₃ 消費削減	[百万円/年]	6.1
触媒交換削減	[百万円/年]	22.4
削減費用の合計	[百万円/年]	43.9

5.3 NOx 自主規制値緩和によって期待される効果

NOx 自主規制値緩和により得られる利点は、排ガス再加熱器と触媒脱硝装置が不要になることであり、これに伴って、設備コストおよび NH₃ 消費や触媒交換に関するランニングコストの低減、さらには排ガス再加熱で使用分の蒸気を発電に供することによる発電量向上が期待できる。そこで、下記の条件を基に、これらの効果を定量的に評価した結果を表5に示す。

NOx 自主規制値が 50 ppm から 120 ppm まで緩和されると、NOx 排出量は 35.3 km³_N/年増加する。しかし、排ガス再加熱器と触媒脱硝装置が不要になるため、施設更新を触媒脱硝なしで計画すると、設備コストとして 147 百万円削減できる。また、ランニングコストについては、新設、既設に限らず、発電量が 2,205 MWh/年増加することで、15.4 百万円/年の発電収益が見込め、さらに NH₃ 消費分として 6.1 百万円/年、触媒交換分として 22.4 百万円/年が削減でき、合計で 43.9 百万円/年の

コストメリットが見出せる。また、この発電増加量は 1,237 ton/年の二酸化炭素削減量に相当する。

〈試算条件〉

① 施設条件

施設規模：150 ton/day×2 炉，稼動日数：280 日

② 排ガス性状

排ガス量（乾き，酸素 12% 換算）：6,000 m³_N/ton-
ごみ，水分：20%，酸素：9%・dry，排ガス比熱：
1.4 kJ/(m³_N・K)

③ 排ガス再加熱器の運転条件

排ガスを 170℃ から 210℃ まで昇温

④ 触媒脱硝装置に関する条件

触媒充填量：7.5 m³×2 炉，触媒交換頻度：4 年/回

⑤ NOx 自主規制値

緩和前：50 ppm（酸素 12% 換算），緩和後：120
ppm（酸素 12% 換算）

⑥ 各種単価

電力価値：7 円/kWh, NH₃ 単価：55 円/kg-25%NH₃
水, 触媒単価：6,000 千円/m³

⑦ 排ガス再加熱器で不要となる蒸気熱量が電力に変換される割合

30%

⑧ 二酸化炭素の排出係数

0.561 kg-CO₂/kWh

6. ま と め

都市ごみ焼却施設の発電量向上策の一つの考え方として、窒素酸化物自主規制値緩和を取り上げ、NO_x 排出濃度の違いによる周辺環境への影響の度合いと、期待される発電増加量や温室効果ガス削減効果について整理した。得られた結果を以下に示す。

- ① 廃棄物焼却炉の NO_x 排出量は、1999 年度以降、国内のばい煙発生施設の中で上位 4 番目に位置している。また、2005 年度における廃棄物焼却炉の NO_x 排出量は、1999 年度に比べて 1 割ほど削減されている。
- ② 都市ごみ焼却施設からの NO_x 排出濃度は、いずれの NO_x 低減技術も採用しない場合で、100～120 ppm 程度が期待される。
- ③ 都市ごみ焼却施設の NO_x 自主規制値が最大 120 ppm まで緩和されても、NO_x 排出量は 17.6% の増加にとどまる。この増加分は、国内の NO_x 総排出量に対しては 0.6% の上昇に、また大気汚染防止法に定めるばい煙発生施設からの NO_x 排出量に対しては 1.2% の上昇に相当する。
- ④ 国内で建設が検討されている都市ごみ焼却施設について、NO_x 排出濃度が 50 ppm（触媒脱硝装置を採用）から 120 ppm（触媒脱硝装置を不採用）に緩和されても、周辺地域の大気環境濃度は、NO₂ 環境基準の 0.04～0.06 ppm に対して、1～4% 程度の増加にとどまることが推算された。
- ⑤ 施設規模 150 ton/day×2 炉の都市ごみ焼却施設について、NO_x 自主規制値が 50 ppm から 120 ppm まで緩和されると、NO_x 排出量は 35.3 km³_N/年増加するが、排ガス再加熱器が不要になるため、発電量として 2,205 MWh/年の増加が見込める。また、この発電増加量は 1,237 ton/年の二酸化炭素削減量に相当する。

参 考 文 献

- 1) 環境省：平成 22 年度版 環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書（2002）
- 2) 独国立環境研究所：日本国温室効果ガスインベントリ報告書（2010）
- 3) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課：高効率ごみ発電施設整備マニュアル 平成 22 年 3 月改訂（2010）
- 4) 環境省水・大気環境局：平成 20 年度大気汚染状況について（2008）
http://www.env.go.jp/air/osen/jokyo_h20/
- 5) OECD：OECD Environmental Data Compendium
http://www.oecd.org/document/40/0,3343,en_2649_34283_39011377_1_1_1_1,00.html
- 6) 環境省水・大気環境局大気環境課：平成 19 年度大気汚染防止法施行状況等調査 大気汚染物質排出量総合調査（平成 17 年度実績）（2008）
http://www.env.go.jp/air/osen/kotei/haishutsu/h18_rep.pdf
- 7) 環境省水・大気環境局：大気環境に係る固定発生源状況調査結果（2000）
<http://www.env.go.jp/air/osen/kotei/haishutsu/h12.pdf>
- 8) 環境省水・大気環境局：大気環境に係る固定発生源状況調査結果（2003）
<http://www.env.go.jp/air/osen/kotei/haishutsu/h15.pdf>
- 9) 環境省水・大気環境局：平成 12 年度大気環境に係る固定発生源状況調査（結果概要）（2000）
<http://www.env.go.jp/air/osen/kotei/h12.pdf>
- 10) 環境省水・大気環境局：平成 16 年度大気環境に係る固定発生源状況調査（結果概要）（2004）
<http://www.env.go.jp/air/osen/kotei/h16.pdf>
- 11) 環境省水・大気環境局：平成 18 年度大気汚染防止法施行状況調査結果概要（平成 17 年度実績）（2006）
<http://www.env.go.jp/air/osen/kotei/h18.pdf>
- 12) 独国立環境研究所：自動車排ガス対策技術（脱触媒、DPF）（2007）
<http://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=35>
- 13) 株式会社：平成 19 年度環境省委託業務結果報告書 自動車排出ガス原単位及び総量算定検討調査（2008）
- 14) 独廃棄物研究財団：ごみ焼却施設台帳 全連続燃焼方式編 平成 18 年度版（2008）
- 15) 独廃棄物研究財団：ごみ焼却施設台帳 準連続燃焼方式編 平成 18 年度版（2008）
- 16) 四阿秀雄，沼野敏樹，西山七郎，小沢敏朗：窒素酸化物の低減対策，東京都清掃局 清掃技報，第 9 号，pp. 37-55（1984）
- 17) 独産業環境管理協会：新・公害防止の技術と法規 2010 大気編，丸善，II-107（2010）
- 18) 片畑 正，加藤定史，臼井勝久，岩崎陽介：次世代ストーク式焼却炉における低空気比燃焼運転の達成，第 28 回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集，pp. 168-170（2007）
- 19) 吉永健太郎，横山唯史，中川知紀，小俣孝二：次世代

- 型ストーカ式焼却炉の運転状況報告, 第31回全国都市清掃研究・事例発表会講演論文集, pp. 193-195 (2010)
- 20) 辻本雄次, 渡辺信久, 井上三郎: ごみ焼却工場排ガス中の N_2O に対する排ガス脱硝の影響, 大阪市立環境科学研究所報告 調査・研究年報, 第61集, pp. 22-25 (1999)
- 21) 岩本健二, 関川朋樹, 中島義男, 藤井邦一: 無触媒脱硝に関する基礎調査について, 都市清掃, 第43巻, 第176号, pp. 296-300 (1990)
- 22) 松本暁洋, 鈴木智子, 長谷川直人, 金子正利, 天尾正夫, 大下和徹, 高岡昌輝: 無触媒脱硝システムの最適化, 第19回廃棄物学会研究発表会講演論文集, pp. 558-600 (2008)
- 23) 秋山 仁, 大森耕作, 玉邑隆年, 劉 大偉: 還流式ごみ焼却技術実証試験, 第13回廃棄物学会研究発表会講演論文集, pp. 636-638 (2002)
- 24) 独国立環境研究所: 環境 GIS 大気汚染状況の常時監視結果
<http://www-gis2.nies.go.jp/taiki/>
- 25) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課: 一般廃棄物処理実態調査結果 平成20年度調査結果 施設整備状況 (2008)
http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/h20/index.html
- 26) 社全国都市清掃会議: ごみ処理施設整備の計画・設計要領 2006改訂版, p. 145 (2006)

The Effects of Easing the Self-regulation of Nitrogen Oxides Emitted by MSW Incinerators to Improve Power Generation

Michitaka Furubayashi* and Naoaki Yasuda**

* Environmental Solution Technology Group, Technical Research Institute, Business & Product Development Headquarters, Hitachi Zosen Corporation

** Engineering Division, IHI Kankyo Engineering Co., Ltd.

† Correspondence should be addressed to Michitaka Furubayashi :
Environmental Solution Technology Group, Technical Research Institute,
Business & Product Development Headquarters, Hitachi Zosen Corporation
(2-11 Funamachi 2 Chome, Taisho-ku, Osaka 551-0022 JAPAN)

Abstract

This paper focuses on easing the self-regulation of nitrogen oxides (NO_x) as a method for improving the efficiency of power generation in MSW incinerators. It shows about degree of impact to the surrounding environment, due to differences in NO_x emission levels, the improvement of power generation and the reduction of green house gas.

With recent advances in MSW combustion technology, it is expected that the NO_x concentration in exhaust emissions will reach between 100 to 120 ppm, without selective catalytic reactor (SCR). Here, we simply simulated the atmospheric diffusion of NO_x at about a dozen of planned plants that were randomly selected for the experiment. Our results showed that the environmental concentration of NO_x , calculated using emission that does not employ SCR, is about 1-4% higher than the environmental standards of those that do employ SCR. In addition, the amount of power generated when the self-imposed restraint value was eased from 50 to 120 ppm was calculated. This appears to correspond to the carbon dioxide reduction level of 1237 ton/year, which correlates to an expected increase of 2205 MWh/year at the MSW incinerators using 150 ton/day $\times 2$ furnaces scale.

Keywords: MSW incinerator, nitrogen oxide, easing the self-regulation, improvement of power generation