

京都大学 工学部

正員 平岡 正勝

学生員 藤田 勝康

〃 〃 酒井 伸一

1. はじめに

近年、都市ごみ焼却処理に伴い発生する有害ガスが大気汚染物質として問題となっている。なかでも焼却場周辺の環境に与える影響、焼却処理コストなどの面から重要となるのが窒素酸化物(以下 NO_x と呼ぶ)である。従来、廃棄物焼却炉から発生する NO_x は規制対象外であったが、新設施設について昭和52年6月より規制対象とし、その排出基準はガス流量 $4\text{万Nm}^3/\text{h}$ 以上の新設施設に対して O_2 12%換算で250ppmである。このような状況にあって、ごみ焼却に伴う NO_x の発生機構はほとんどわかっておらず十分なデータもない。そこで、ごみ中の窒素含有量を定量化し、窒素分の挙動を推察するための実験を行った。

2. 実験概要

M市清掃工場において1978年10月23日～10月28日の期間、ごみ分析、 NO_x 、 O_2 、 CO_2 、 CO の各排ガス濃度の連続測定、ばいじん量、ガス流量等を測定、焼却灰等の分析を行い焼却炉における窒素分の収支をとり、ごみ中の窒素分の NO_x への変換率を試算し、その変換過程を推察した。なお、当工場の焼却能力は150ton/日で、排ガスを冷却には水噴射を行っている。

3. 実験結果、考察

実験期間中、1日1回ごみピットより100～150kgのごみを採取し、ごみ組成分析を行った結果を表1に示し、さらに各組成の代表的品目について元素組成分析し、この結果よりごみ100ton当りに各組成に含まれる全窒素量を求めた結果を表2に示す。含水率、各組成比、窒素含有率等のばらつきを考えるとごみ100ton当りの窒素量で500kg前後の変動はあるものと予想される。また表2より窒素含有率として高い値を示すものは繊維、厨芥であり、量的な側面から紙類も高い窒素含有量を示している。

表1 ごみ組成分析結果

組成 品目	紙類	厨芥		繊維	ゴム	プラスチック	草木	たばこ	金属	ガラス	土砂	細粒	その他
		植物性	動物性										
1	49.8	25.3	1.7	3.8	0.2	6.0	0.9	0.7	5.8	2.6	1.2	2.0	0.0
2	59.7	18.5	2.6	5.4	1.0	8.0	1.0	0.5	1.2	1.0	0.1	0.2	0.8
3	47.7	17.0	0.3	11.9	0.3	14.9	4.2	0.2	1.8	1.1	0.0	0.6	0.0
4	39.6	31.7	3.2	3.0	1.2	14.8	0.9	0.4	3.8	1.3	0.0	0.0	0.1
平均	49.2	23.1	1.9	6.0	0.7	10.9	2.0	0.4	3.1	1.5	0.3	0.7	0.2

も高い窒素含有量を示していることがわかる。焼却処理に伴う排ガス、焼却灰、冷却排水、ばいじん中の窒素量と各種分析法により求め、ごみ焼却処理における窒素分収支を推定したのが図1である。ただしこの推定過程において2、3点仮定を用いている。

表2 ごみ100ton当りの窒素含有量

組成	項目	湿重量 (ton)	含水率 (%)	乾重量 (ton)	元素組成			窒素含有量 (kg)
					H (%)	C (%)	N (%)	
紙類		49.2	30.2	34.3	5.28	39.7	1.38	473
植物性厨芥		23.1	71.8	6.5	6.05	41.1	3.83	249
動物性厨芥		1.9	42.5	1.1	3.55	28.4	5.11	56
繊維		6.0	25.0	4.5	5.08	52.6	15.08	679
ゴム類		0.7	14.5	0.6	7.92	58.1	1.21	7
プラスチック		10.9	24.1	8.3	9.01	65.0	0.84	70
草木		2.0	34.5	1.3	5.71	45.8	0.90	12
たばこ		0.7	52.1	0.3	5.75	49.2	1.74	5
計		94.5		56.9				1551

まず第1に、今回測定し得なかったアモニア、シアニ化水素各ガス濃度もEロ出口において5ppm、1ppmとした。この値は同型式炉において過去測定したほぼ平均的な値である。第2に排ガス組成の N_2 はごみ中の窒素分に寄与するものだから

り、何らかの反応過程を経た上で窒素ガスとして不活性化されたもので、大気中の窒素ガスが含まれていないこととは言うまでもない。図1よりごみ中の窒素分の9割程度が窒素ガスに変換されることかわかるが、図中の排出量よりごみに寄与する N_2 濃度を試算すると1078 ppmとなった。山口らの行った可燃性都市廃棄物の熱分解生成ガス組成の測定結果によるとごみ混合試料の熱分解ガス窒素濃度は0.2~0.9%である。この熱分解はシトルト炉を用いて、炉内モヘリウムガスで置換後、約1時間行っており、この N_2 濃度はすべて廃棄物中の有機性窒素が熱分解によって不活性化された窒素ガスといえる。この測定値は炉内モヘリウムガスに完全に置換されていることや空気のモヘリウム濃度を考えると相当大きな値であることが予想される。そこで次のような反応過程を考えれば先程の1078 ppmが妥当性をもってくる。即ち、熱分解は焼却プロセスの一段階とみなすことができ、この段階でごみ中の有機性窒素化合物のアミノ基などが分解され、一部はアンモニア、シアニ化水素になり、他は直接窒素ガスになる。こうして生成した窒素ガスは1000℃以上の高温でなければ NO_x 生成に結びつかない。そのためこの窒素ガスは不活性化された状態でEP出口に運ばれる。とすれば、混合試料の熱分解窒素ガス0.2~0.9%が焼却処理排ガスにもあてはまると考えられ、先程の試算結果にほぼ一致するとみて差支えない。

以上の考察をもとに焼却処理に伴う窒素分の挙動を推定してみる。ごみ中の有機性窒素化合物およびアンモニア性窒素をはじめとする無機性窒素はトータルで約1500 kgであり、その95%がガス化され、他は大部分焼却灰に移行する。灰に残る3.7%はほとんどが未燃分としての有機性化合物によるものと思われる。ガス化される経路は非常に複雑であり、さまざまな反応モデルが予想されるが、燃焼条件、焼却対象物の変化等により大きく変わるものと思われる。また図1に示した通り、ごみ中の窒素分の NO_x への変換率は4.3%となった。ごみ中の窒素分のばらつきなどを考えても3~10%であると思われる。ボイラー等における重質油燃焼の際の NO_x への変換率は実プラントでは15~25%、実プラント類似の装置でも20%前後であり、 NO_x への変換率はインフォットの窒素分には左右されるが濃度との相関関係があるといわれている²⁾。この変換率20%と比較すると、ごみの変換率は小さいが、重質油とごみという燃料としての本質的な相違、特にごみの焼却においては灰分が10%前後であること、また重質油燃焼は通常1400~1500℃の高温で行われることを考え合わせると、ごみの NO_x の変換率としてはほぼ妥当な値であるといえる。

4. おわりに

以上、焼却処理に伴い発生する NO_x に対する考察として NO_x への変換率を含めて焼却システムにおける窒素分の収支およびその挙動を簡単に述べてきた。さらに NO_x 発生に対して空気比、炉温等の条件が深い関連をもつことが予想され、 NO_x の抑制、制御を打ち出すために筆者らは別に焼却操作条件との関連を検討している³⁾。

参考文献

- 1) 山口 潔 他: 都市国形廃棄物の固定床熱分解技術の研究 公害資源研究所報第6巻第2号, 1976
- 2) 瀬間 徹 他: 燃料中の窒素分が窒素酸化物の生成におよぼす影響 電力中央研究所技術第1研究所報告, 1972
- 3) M. Hiraoka, N. Takeda, et al., "An Experimental Study on Automatic Control of Incinerator"

2nd Int. Recycling Congress CRE/MER in Berlin (1979) (発表予定)

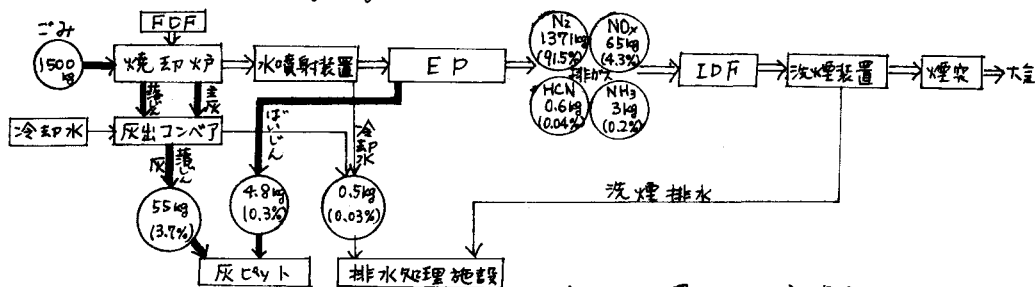


図1. ごみ100 tonあたりの窒素排出量および変換率