

煙道排ガス中の大気汚染物質の実態について

稲村正博 宮田年彦 永美敏正
畦崎俊敬

はじめに

近年、高度経済成長の過程で生じた環境汚染が社会的に問題となっている。その法的規制として、昭和42年に公害対策基本法が制定され、人の健康や生活環境を保全するという基本理念・原則等が提示された。その後、各種の汚染防止法が制定され現在に至っている。

大気汚染の防止については、昭和37年のばいじん、硫黄酸化物(SO_x)の排出規制に始まり、昭和46年に塩素(Cl)、塩化水素(HCl)、フッ素(F)、鉛(Pb)、カドミウム(Cd)の5成分が、昭和48年には窒素酸化物(NO_x)の排出基準が定められ、ばい煙発生施設からの排出濃度、排出量が規制された。また、環境基準については、昭和44年の硫黄酸化物<昭和48年に二酸化硫黄(SO₂)として改定>に始まり、一酸化炭素(CO)、浮遊粒子状物質(SPM)、二酸化窒素(NO₂)、光化学オキシダントの環境濃度が規制され、自動車排ガスについても、CO、炭化水素(HC)、NO_x等の排出基準が定められた。その後、漸次基準の強化改定が成されている。

著者らは、昭和48年以降各種ばい煙発生施設について、排ガス中のばいじん、SO_x、NO_x、HClの排出状況を調査しているが、最近4年間の調査結果をまとめたので報告する。

調査方法

- 1 調査期間
昭和53～56年度
- 2 調査施設
調査した施設を表1に示す。

表1 調査対象施設

重油燃焼ボイラー	炉筒煙管式	19施設(伝熱面積 19.9～141.7m ²)
	水管式	8施設(" 17.4～126m ²)
	セクショナル	12施設(" 10.6～39.4m ²)
木屑燃焼ボイラー		6施設(" 21.7～156m ²)
骨材乾燥炉		6施設(乾燥能力 22～100t/H)
都市ゴミ焼却炉	連続式	2施設(焼却能力 180、290t/D)
	バッチ式	17施設(" 6～50t/D)

ボイラー(重油及び木屑)については、伝熱面積が40m²以下(排ガス量5,000m³N/H未満)の小型ボイラーが32施設(70%)で、他は中型のボイラーであった。骨材乾燥炉は、100t/Hの乾燥能力を有するものが1施設で、他の5施設(22～60t/H)は一般的なアスファルトプラントであった。また、都市ゴミ焼却炉については表1の通りである。

3 採取及び分析方法

採取および分析はJISの定めるところによ

った。

- (1) ばいじん：JIS-Z 8808に準ずる。
- (2) 硫酸酸化物：JIS-K 0103(比濁法)に準ずる。
- (3) 窒素酸化物：JIS-K 0104(亜鉛還元ナフチルエチレンジアミン法)に準ずる。
- (4) 塩化水素：JIS-K 0107(硝酸銀法)に準ずる。

結果と考察

調査した施設における大気汚染物質の排出基準値を表2に示す。

1 排ガスの温度、流速、水分量

本調査における各種ばい煙発生施設の排ガス温度、流速、水分量は図1に示す通りである。

排ガス温度(図1-a)については、測定位置

表2 大気汚染物質の排出基準値

		On値 %	ばいじん g/m ³ N	SOx m ³ N/h	NOx* ppm	HCl	
重油燃焼 ボイラー	排煙(m ³ N/h) 1万~4万未満	4	0.30	q = K × 10 ⁻³ · He ² K: 鳥取県の場合17.5 He: 有効煙突高(m)	150		
	1万未満		0.30		180		
木屑燃焼ボイラー		6	0.40		400		
骨材乾燥炉		16	0.80		230		
連続式 廃棄物 焼却炉	4万以上	12	0.20	q = 硫酸酸化物の量 (m ³ N/h)	250	700	
	4万未満		0.70		250	700	
バッチ式	4万以上		0.70			250	700
	4万未満		0.70				700

* 第4次規制基準値(昭和54年総理府令第37号)

の燃焼室からの距離、煙道中での空気漏込み、洗煙等の影響により、かなり幅広い範囲を示し、重油燃焼ボイラー114~390℃、骨材乾燥炉50~154℃、木屑燃焼ボイラー135~215℃、都市ゴミ焼却炉54~295℃であった。

排ガス流速(図1-b)についても、送風機能力、煙道の断面積等に左右されて広範囲を示し、重油燃焼ボイラー0.9~16.1m/s、骨材乾燥炉6.0~15.6m/s、木屑燃焼ボイラー4.7~12.4m/s、都市ゴミ焼却炉0.8~7.7m/sであった。

排ガスの水分量(図1-c)については、燃料

及び処理物に由来し、特に、重油燃焼ボイラー以外の施設では、木屑、骨材、都市ゴミ等の含水量、及び洗煙処理の有無等によりかなり変動した。本調査での水分量は、重油燃焼ボイラー4.8~12.4%、骨材乾燥炉3.4~28.0%、木屑燃焼ボイラー1.9~12.1%、都市ゴミ焼却炉3.1~42.1%であった。

2 ばいじんについて

各施設でのばいじんの発生は、燃焼物の種類と燃焼室の状態等に影響される。本調査におけるばいじん濃度を図2に示すが、ばいじんが基準(表

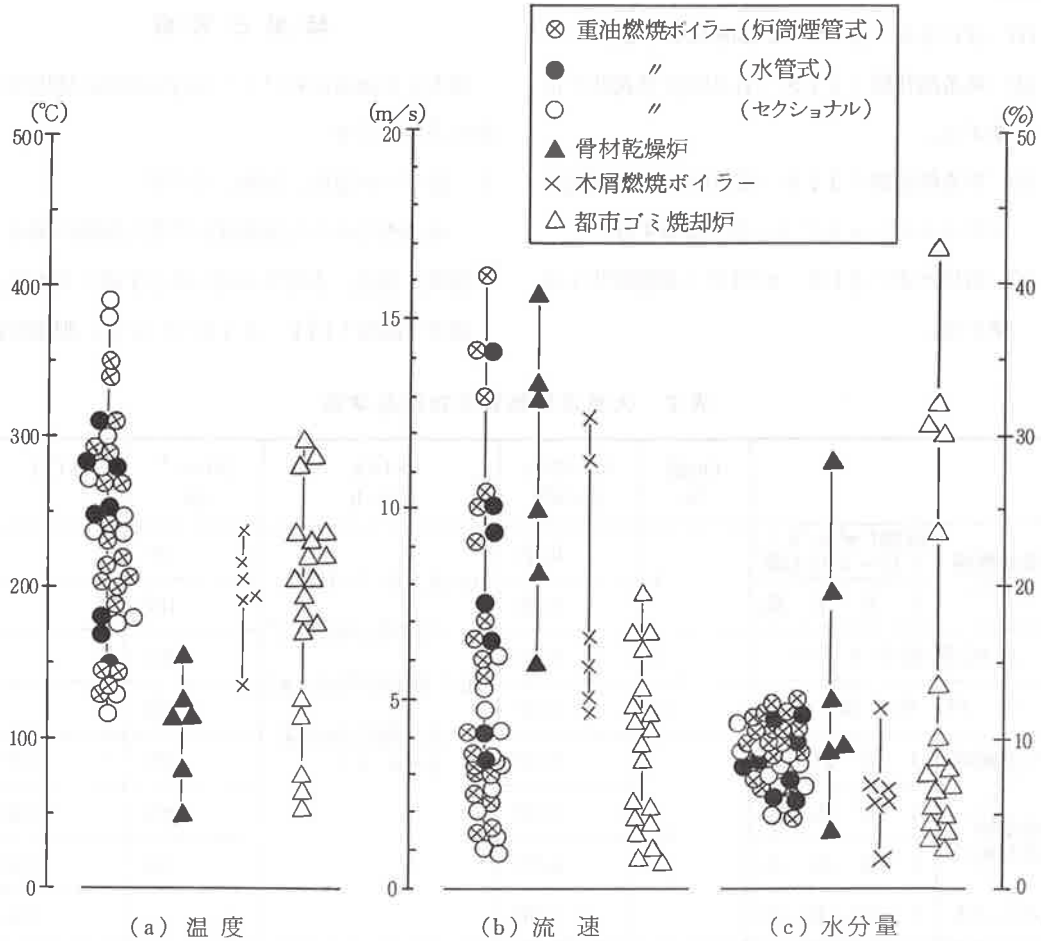


図1 施設別排ガスの温度、流速、水分量

2 参照)を超えた施設(○印)は、重油燃焼ボイラー5/37(基準を超えた施設数/調査施設数、以下同様)、木屑燃焼ボイラー2/6、骨材乾燥炉1/6、都市ゴミ焼却炉(バッチ式)4/18施設であった。その原因としては、集じん装置の整備不良、バーナーチップの不良、燃焼用空気の調整不良等であった。

また、ばいじんの規制が濃度假制であることから、空気による希釈効果があると考えられるので、各施設のOn値(表2参照; NO_x濃度算出における最適燃焼時の排ガス中の酸素濃度)で、実測ば

いじん濃度の補正を行った。その結果、On換算値(NO_xの項参照)が基準を超える施設(□印)は、重油燃焼ボイラー4、木屑燃焼ボイラー1、都市ゴミ焼却炉(バッチ式)6施設であった。このことは、燃焼室における発生ばいじんが、煙道内で空気希釈されて、基準値内の濃度となって排出されることを示唆している。特に、残存酸素濃度が高いバッチ式焼却炉で顕著であった。なお、各施設での実測値は、重油燃焼ボイラー0.00~0.56 g/m³N、木屑燃焼ボイラー0.03~0.90 g/m³N、骨材乾燥炉0.00~2.36 g/m³N、都市ゴミ焼却炉

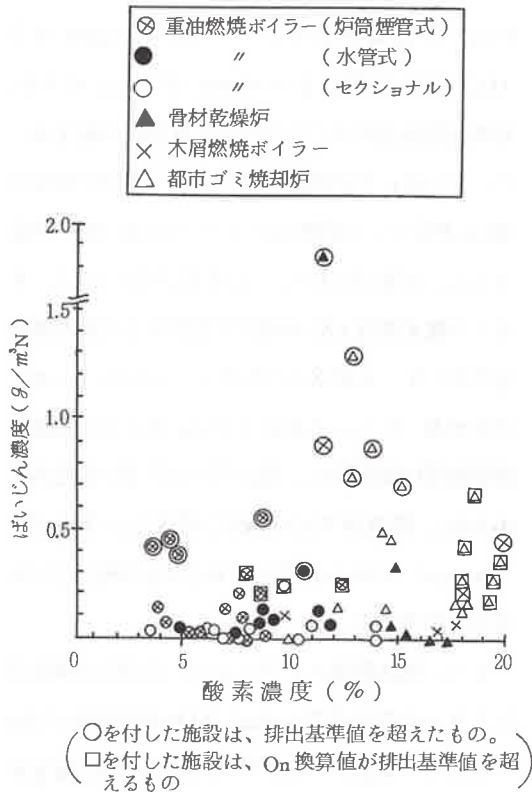


図 2 排ガス中の酸素濃度とばいじん濃度

0.01~1.31g/m³の範囲であった。

3 硫酸化物について

各施設から発生する硫酸化物 (SO_x) は、燃料の硫黄分 (原油 0.5~3%、石炭 0.3~4.5%) に由来し、その排出形態は、SO₂が大部分を占め SO₃は僅かである¹⁾。また、SO_xの規制方式には、K値規制、燃料規制、総量規制があるが、本県の場合は、K値を17.5と定めたK値規制方式 (表2参照)が適用されている。

本調査において、重油燃焼ボイラーと骨材乾燥炉では、SO_xの排出量が基準を超えた施設は無く、K値は0.3~9.1 (平均3.3)で、本県のK値と比べてはるかに低値であった。また、図-3(a)に示すように、SO_x濃度は、ばいじんと同様に空気希釈効果が認められ、A重油 (0.72~0.95% S) 燃焼施設 50~470ppm、B・C重油 (1.76~2.15% S) 燃焼施設 500~1,200ppmであった。しかし、図3-(b)に示すように、 $O_n (=4)$ 換算濃度は、A重油燃焼ボイラー 220~530ppm (平均380)、B・C重油燃

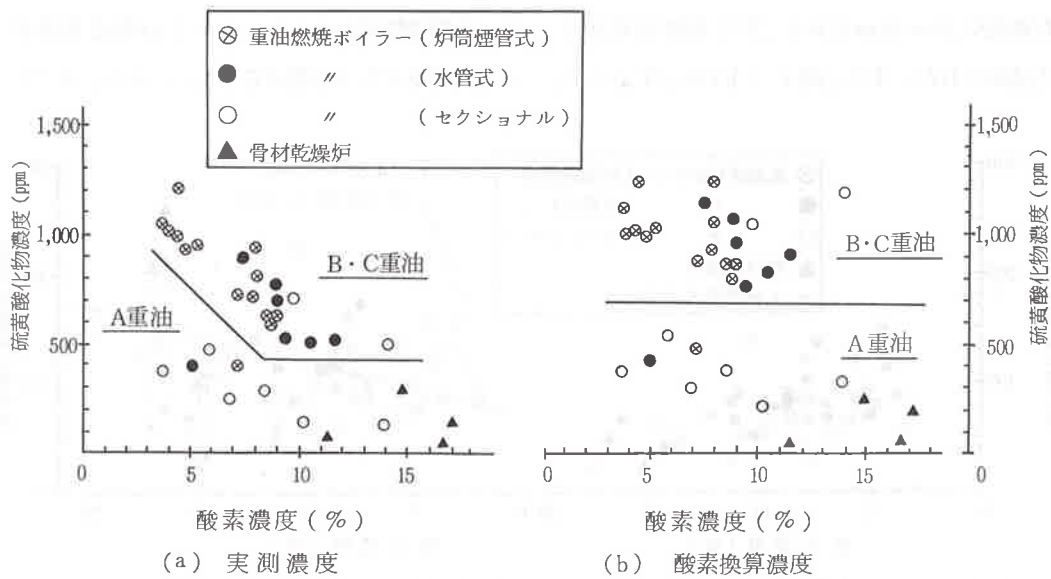


図 3 排ガス中の酸素濃度と硫酸化物濃度

(注) ⊗●○は $O_n (=4)$
▲は $O_n (=16)$

焼ボイラー 760～1,240 ppm (平均 1,000) と、明らかに重油の硫黄含有率により排出濃度に差異が認められた。また、A重油燃焼骨材乾燥炉の $O_n (=16)$ 換算濃度は、40～250 ppm (平均 130) であった。

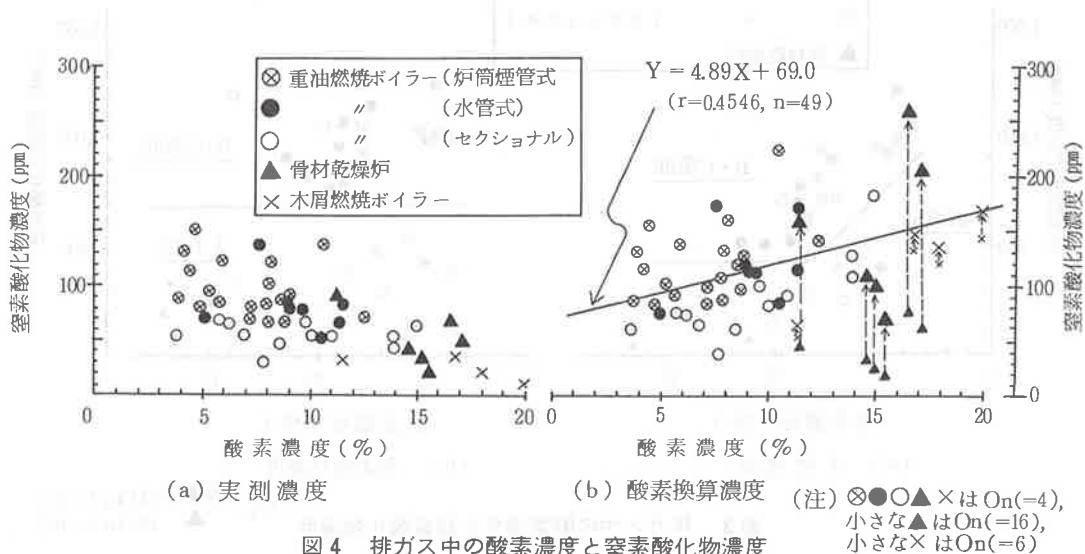
4 窒素酸化物について

各施設から発生する窒素酸化物 (NO_x) には、燃料の窒素分 (原油 0.1～0.3%、石炭 0.5～2.3%) に由来する Fuel NO_x と、燃焼空気に由来する Thermal NO_x 等があり、その排出形態は、NO が大部分を占め NO_2 は数% である。^{2),3)} また、 NO_x の排出基準 (表 2 参照) は、排ガスを空気希釈して基準に適合させることのないように、施設別に O_n 値 (表 2 参照) を定め、 $C (cm^3/m^3 N) = 21 - O_n / 21 - O_s \times C_s$ (O_s : 排ガス中の酸素濃度%, C_s : 実測 NO_x 濃度 $cm^3/m^3 N$) で算出した値 (O_n 換算濃度) で規制してある。

本調査における実測 NO_x 濃度を図 4-(a) に示すが、その濃度は、重油燃焼ボイラー 30～150 ppm (炉筒煙管式 70～150、水管式 50～140、セクショナル 30～70)、木屑燃焼ボイラー 10～40 ppm、骨材乾燥炉 20～90 ppm であり、空気希釈効果の傾向も認められた。また、図 4-(b) に示すように、

O_n 換算濃度は、重油燃焼ボイラー 40～220 ppm (平均 110)、木屑燃焼ボイラー 60～140 ppm (平均 110)、骨材乾燥炉 20～80 ppm (平均 40) であり、基準適用施設についてはすべて基準内の値であった。さらに、木屑燃焼ボイラーと骨材乾燥炉の NO_x 濃度を、重油燃焼ボイラーの O_n で統一換算すると、各施設の $O_n (=4)$ 換算濃度 (Y) は、排ガスの酸素濃度 (X) が増すと増加する傾向が認められた [$Y = 4.89X + 69.0$ ($r = 0.4546$, $n = 49$; 有意水準 1%)]。このことから、排ガス中の酸素濃度の高い施設では、煙道内での空気の漏込みもあるが、燃焼室での過剰空気等に由来して、Thermal NO_x の発生があることを示唆しているものと推察する。

また、重油燃焼ボイラーでは、燃焼室の構造等により、発生する Thermal NO_x 量に差異が認められるとの報告がある。^{2),4)} 本調査での燃焼室の構造別に見た O_n 換算 NO_x 濃度は、炉筒煙管式 80～220 ppm (平均 120)、水管式 70～170 ppm (平均 120)、セクショナル 40～80 ppm (平均 90) であり、炉筒煙管式とセクショナルとの間に有意差 (有意水準 5%) が認められた。しかし、セクシ



ョナルボイラーの殆どがA重油燃焼であり、他のボイラーはB・C重油燃焼であることから、重油中の窒素分によるものか、燃焼室の構造等によるものかは不明であった。

5 塩化水素について

都市ゴミ焼却炉から発生する塩化水素(HCl)は、有機塩素化合物(プラスチック類、合成皮革類等)と無機塩素化合物(厨芥中の水溶性塩類等)に由来し、その排出濃度は、一般的に100~800ppm程度であるが、時刻等によっては高濃度のHClが排出されると指摘されている。^{5), 6)} また、排出基準(表2参照)は、On (=12)換算値で700mg/m³N(約430ppm)と定められている。

本調査における都市ゴミ焼却炉でのHCl濃度を図5に示す。その実測濃度(●印)は0~220mg/m³N(0~130ppm)であり、On換算濃度(△印)は0~650mg/m³N(0~400ppm)であった。このように、全般的に低値を示したことが、洗煙冷却等によるものか、或はゴミの組成等によるものか、

本調査では明らかにできなかった。

ま と め

- (1) ばいじんについては、調査施設数67のうち12施設が基準を超えていた。また、On換算値から判断すると、煙道内で空気希釈され、基準内の濃度となって排出される施設もかなりあることが認められた。
- (2) SO_xについては、On換算値から、重油中の硫黄分による排出濃度の差異が明らかに認められた。また、各施設のK値は、0.3~9.1で本県の基準K値17.5よりかなり低値であった。
- (3) NO_xについては、排ガス中の酸素濃度の増加に伴いNO_x濃度も増加する傾向が認められた。また、On換算濃度は、重油燃焼ボイラー40~220ppm、木屑燃焼ボイラー60~140ppm、骨材乾燥炉20~80ppmで、基準適用施設ではすべて基準内の値であった。
- (4) HClについては、都市ゴミ焼却炉で0~650mg/m³N(On換算値)と全般的に低値であった。

参 考 文 献

- 1) 日本化学会編：“硫黄酸化物”，丸善，1975.
- 2) 日本化学会編：“窒素酸化物”，丸善，1977.
- 3) 設楽正雄：NO_x防除技術開発の現況と今後の実用化(I)，公害と対策13(10)，1073~1083，1977.
- 4) 形見武男，大野勝弘，早川友邦：重油燃焼による中小ボイラーから排出される窒素酸化物について，岐阜県公害研究所年報第9号，23~25，1980.
- 5) 平岡正勝，武田信生，藤田勝康：都市ゴミ焼却炉における塩化水素ガスの発生と挙動，公害と対策15(8)，1102~1109，1979.
- 6) 平岡正勝，武田信生：廃棄物処理と大気汚染，大気汚染学会誌16(6)，357~370，1981.

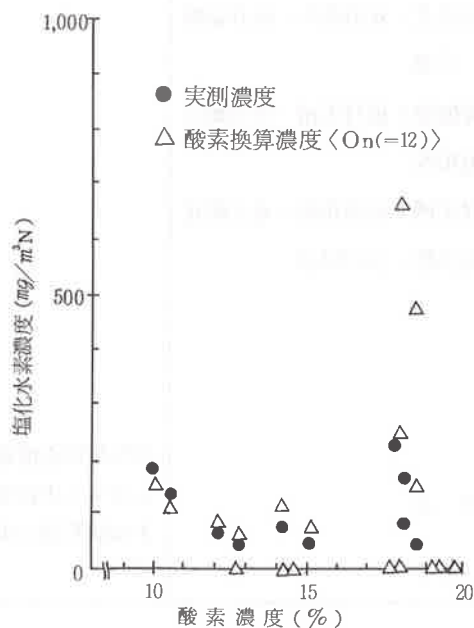


図5 排ガス中の酸素濃度と塩化水素濃度(都市ゴミ焼却炉)