

群小ボイラーに係る窒素酸化物排出量実態調査

Investigation of Nitrogen Oxides in Flue Gases Emitted from Small Scale Boiler

井上 俊明 Toshiaki INOUE
 広瀬 健二 Kenji HIROSE

1 はじめに

窒素酸化物に係る大気汚染の現状は、依然として改善の傾向はみられず、平成2年度の二酸化窒素濃度の状況においても、一般環境測定局9局中1局を除いて環境基準達成に至っていない。

窒素酸化物の固定発生源対策としては、工場等のばい煙発生施設に対する規制は強化されつつあるが、法規制対象外の小規模ボイラーについては排出実態も未知の現状である。

しかし、都市域における二酸化窒素の冬期高濃度の現象はここ数年顕著である。(図1参照) これらの高濃度対策として、環境影響が相対的に高まっている法規制対象外の群小発生源についても窒素酸化物の排出状況を把握し、窒素酸化物対策面からの最適な運転管理手法のあり方等の検討を行い、排出量削減を図る必要がある。

本調査は、この対策の推進に資することを目的とし、平成2年度から3年度にわたり実施する計画であるが、ここでは平成2年度に実施した窒素酸化物排出量実態調査結果について報告する。

日平均値が0.06ppmを超えた出現頻度数
 (環境9測定所のべ日数) 項目: No.2

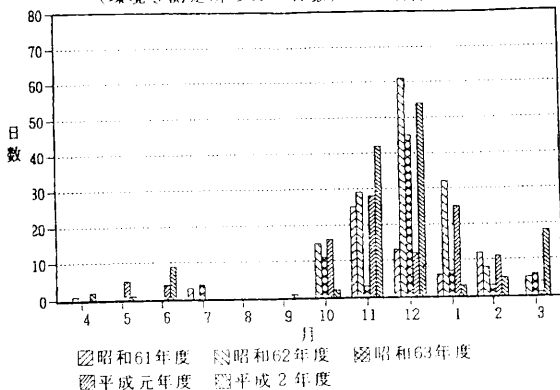


図1 二酸化窒素の高濃度出現日数

2 調査対象施設

使用燃料種類別に都市ガス、灯油、LSA重油の3種類に分け、各燃種ごとに8施設を抽出し、合計24施設について調査を行った。

調査対象施設一覧表を表1に示した。

ここで、ボイラー規模については、伝熱面積及び定格熱出力で表し、測定方法の違い及び使用燃料の流量計の有無についても表示した。

表1 窒素酸化物排出量実態調査対象施設

No	用途	伝熱面積 m ²	定格熱出力 Kcal/h	測定方法	燃料 流量計
1	燃料 都市ガス クリーニング	3.45	136000	スポット	有
2	クリーニング	2.25	54000	スポット	有
3	クリーニング	4.98	289500	連続	有
4	クリーニング	9.20	325000	連続	有
5	暖房	2.85	120000	連続	有
6	冷暖房・洗浄	7.90	404250	連続	有
7	暖房	5.70	150000	連続	有
8	給湯	5.40	190000	連続	有
9	燃料 灯油 クリーニング	2.80	53900	スポット	無
10	給湯	3.14	80000	連続	無
11	暖房・給湯	4.60	130000	連続	有
12	暖房・給湯	3.00	130000	連続	有
13	給湯	3.88	188200	連続	有
14	クリーニング	2.50	53800	スポット	無
15	暖房・給湯	9.20	404000	連続	有
16	暖房	5.60	300000	連続	有
17	燃料 LSA重油 暖房・給湯	2.80	100000	スポット	無
18	暖房・給湯	4.75	200000	スポット	無
19	暖房・給湯	5.90	250000	スポット	無
20	暖房	3.96	180000	連続	有
21	給湯	6.11	250000	連続	有
22	暖房・給湯		300000	連続	有
23	暖房・給湯	9.50	323500	連続	有
24	暖房・給湯	9.79	389700	連続	有

3 調査方法

3.1 測定方法

窒素酸化物濃度及び酸素濃度測定は、自動計測

器による1時間以上の連続測定を基本に行った。

窒素酸化物自動計測器の搬入出来ない施設については、真空瓶によるスポットサンプリングを行い4点の平均値を採用した。但し、残存酸素濃度は、自動計測器で連続モニターし、ボイラー稼働状況を把握しながら窒素酸化物のスポットサンプリングを行った。

表1の測定方法覧に連続またはスポットで行った施設の内訳を示した。

3.2 分析方法

3.2.1 連続測定

窒素酸化物濃度：JIS B 7982 (1988)

「排ガス中の窒素酸化物自動計測器」

化学発光方式

酸素濃度：JIS B 7983 (1979)

「排ガス中の酸素自動計測器」

磁気力方式

3.2.2 スポットサンプリング

窒素酸化物濃度：JIS K 0104 (1984)

「排ガス中の窒素酸化物分析方法」に準拠し、試料採取は真空瓶法で行い、分析は、NEDA法で行った。

酸素濃度：連続測定と同様

4 燃焼計算

使用燃料別に主成分、比重、熱量、理論空気量

(A₀)、理論燃焼排ガス量 (G₀) について次に示した。

(1) 都市ガス

主成分 CH₄ : 88.5%, C₂H₆ : 4.6%,
C₃H₈ : 5.4%, C₄H₁₀ : 1.5%

比重 0.655 (air=1)

熱量 11,000 Kcal/m³_N

A₀ = 10.945 m³_N/m³_N

G₀ = 9.846 m³_N/m³_N

(2) 灯油

主成分 C : 85.61%, H : 13.78%,
S : 0.006%

比重 0.802

熱量 11,000 Kcal/kg

A₀ = 11.29 m³_N/kg

G₀ = 10.517 m³_N/kg

(3) LSA重油

主成分 C : 86.11%, H : 13.80%,
N : 0.01%, S : 0.09%

比重 0.871

熱量 10,725 Kcal/kg

A₀ = 11.343 m³_N/kg

G₀ = 10.569 m³_N/kg

5 結果と考察

窒素酸化物排出量実態調査結果を施設、燃料種類別に表2に示した。

表2 窒素酸化物排出量実態調査結果

	メーカー	燃料使用量 Nm ³ /h	使用熱量 Kcal/h	NOx平均 ppm	O ₂ 濃度 %	NOxO ₂ =0 ppm	NOx排出量 Nm ³ /h	原単位 g/1000Kcal	NOxO ₂ =5 ppm
		都市ガス	x10 ³						
1	A	6.1	67.1	69.1	4.1	85.9	0.0052	0.158	65.4
2	A	3.2	35.2	44.6	5.5	60.4	0.0019	0.111	46.0
3	B	29.5	324.5	50.4	8.0	81.4	0.0236	0.149	62.0
4	A	19.0	209.0	69.2	6.2	98.2	0.0184	0.180	74.8
5	C	3.5	38.6	54.0	8.5	90.7	0.0031	0.166	69.1
6	D	26.0	286.0	55.0	8.4	91.7	0.0235	0.168	69.8
7	L	14.5	159.8	147.0	6.4	211.4	0.0302	0.388	161.1
8	E	5.3	57.8	40.4	5.6	55.1	0.0028	0.101	42.0
		灯油 L/h							
9	D	2.4	21.2	43.1	8.6	73.0	0.0015	0.144	59.1
10	F	11.7	103.2	29.9	11.7	67.5	0.0067	0.132	54.7
11	G	7.5	66.3	44.9	8.0	72.5	0.0046	0.142	58.7
12	H	9.5	83.8	33.7	13.4	93.1	0.0075	0.182	75.4
13	E	7.6	67.0	84.2	3.8	102.8	0.0066	0.201	83.2
14	B	2.5	22.1	53.4	7.1	80.7	0.0017	0.158	65.3
15	A	23.0	202.0	75.1	5.3	100.5	0.0195	0.197	81.3
16	H	14.0	123.5	77.6	6.7	114.0	0.0135	0.223	92.3
		LSA重油							
17	I			26.7	2.4	30.1			
18	C			21.0	9.3	37.7			
19	J	5.6	52.2	33.2	15.2	120.2	0.0062	0.244	97.3
20	K	9.6	89.4	65.0	6.7	95.5	0.0084	0.193	77.3
21	E	26.6	247.0	70.5	8.2	115.7	0.0283	0.234	93.6
22	H	25.0	233.0	54.0	13.3	147.3	0.0339	0.298	119.2
23	A	21.0	195.7	76.8	7.5	119.5	0.0231	0.242	96.7
24	B	45.3	422.1	66.9	11.0	140.5	0.0586	0.285	113.7

ここで、NO_x濃度の内No.1,2,9,14,17,18,19の施設については、真空瓶によるスポットサンプリングで行い、その他の施設については、自動計測器による連続測定を行った。O₂濃度については、全て自動計測器により測定した濃度である。

但し、No.17,18の施設については測定条件が整わず、ここのNO_x、O₂濃度は、参考値とした。

また、燃料使用料のうち流量計の設置されていない施設については、O₂濃度モニターより1時間当たりの稼働率を算出し、定格燃料使用量を基に推定した値である。

O₂換算値については、O₂ = 0%換算のほか大気汚染防止法上の規制値との対応を見るためにO₂ = 5または4%換算NO_x濃度についても表示した。

全施設の、NO_x濃度を比較する為に、O₂ = 0%換算NO_x濃度を施設別、燃種別に図2に示した。

5.1 使用熱量に対するNO_x排出量

(1) 都市ガス燃焼ボイラーにおけるNO_x排出量
原単位は、No.7の施設が異常に高く0.388g/1000

Kcalであったが、それ以外の施設については、0.101~0.180g/1000Kcalであった。

ここでNo.7施設がこの様な高濃度を示す理由としては、ボイラーの構造上の問題が考えられる。

このボイラーは、1984年に設置されたJ社製の暖房用であり、燃焼空気は自然通風のセクショナルボイラーである。

測定は、炉の真上の煙道入口で行い、O₂ = 6.4%であった。

今回調査対象の施設には同様タイプのものはなく、本ボイラー固有の結果と思われる。

また、使用熱量とNO_x排出量の関係について、回帰分析結果及び散布図を図3及び図4に示した。

図3は、No.7施設を入れたもの、図4は、それを除いたものである。

ここから解るように図4では、相関係数rが0.991で良い直線性を示している。

従って、ここでは都市ガス燃焼ボイラーにおけるNO_x排出原単位は、No.7施設を除いたもので評価した。

(2) 灯油燃焼ボイラーに5おけるNO_x排出量

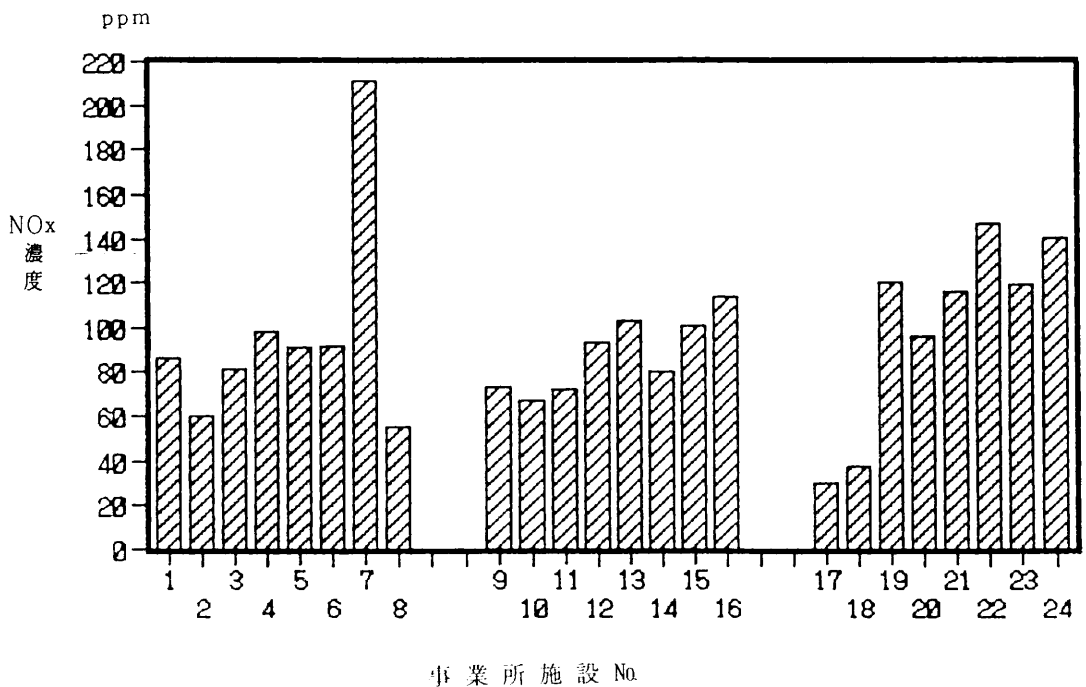


図2 施設別NO_x濃度 (O₂ = 0%換算値)

原単位は、0.132~0.223g/1000Kcalであった。

また使用熱量とNOx排出量の関係について、
回帰分析結果及び散布図を図5に示した。

ここで相関係数 r は、0.973であったが、使用

熱量範囲が21~200×1000Kcalと狭いながらも良い直線性を示している。

No.16施設がやや高い結果であった。

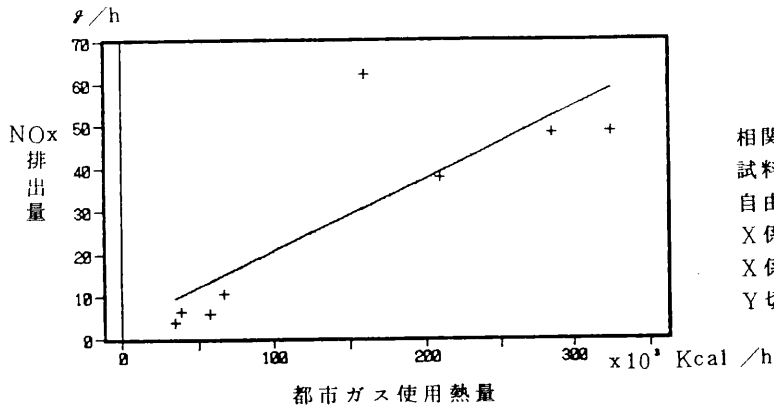


図3 使用熱量とNOx排出量の関係（都市ガス・No.7含む）

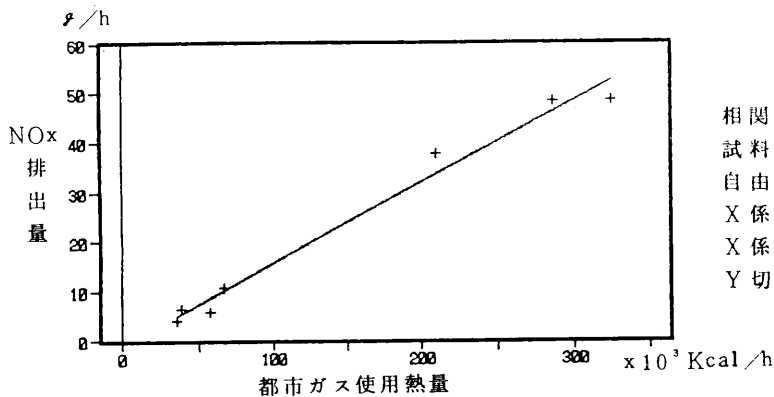


図4 使用熱量とNOx排出量の関係（都市ガス・No.7除く）

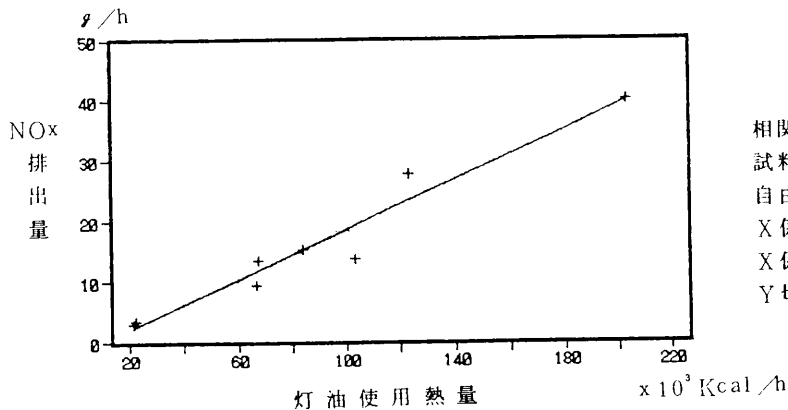


図5 使用熱量とNOx排出量の関係（灯油）

(3) LSA重油燃焼ボイラーにおけるNO_x排出量原単位は、0.193~0.298 g/1000Kcalであった。

また使用熱量とNO_x排出量の関係について、回帰分析結果及び散布図を図6に示した。

ここで相関係数rは0.989で良い直線性を示している。

No.22施設が、やや高い結果であった。

これらの回帰直線を燃料種類別にまとめて図7に示した。

使用熱量とNO_x排出量の関係は、都市ガスが低く、灯油、LSA重油の順に高くなっており、燃料種類によるNO_x低減効果がここに表れている。

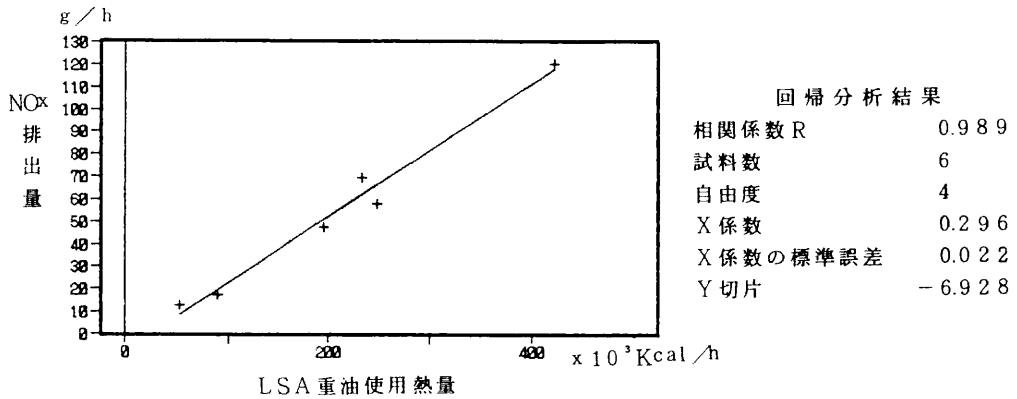


図6 使用熱量とNO_x排出量の関係 (LSA重油)

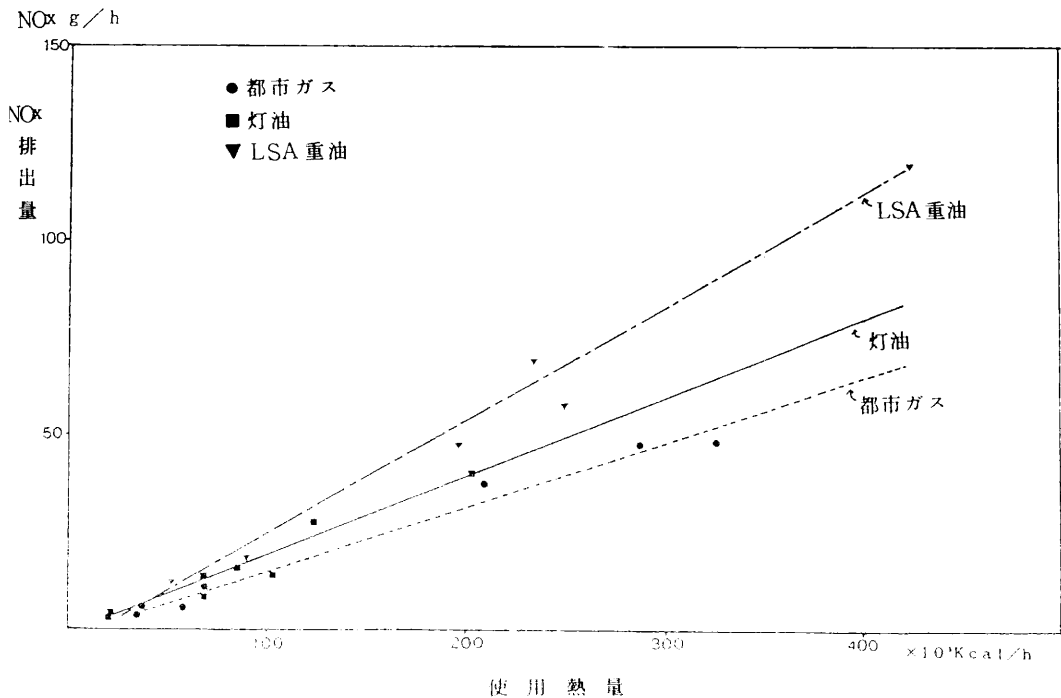


図7 燃種による使用熱量とNO_x排出量の関係

5.2 空気比 m ($m=21/21-O_2$) と NO_x 濃度の関係

空気比と NO_x 濃度の関係について見たものを図8～10に燃料種類別に示した。

都市ガス燃焼施設では、空気比は1.2～1.7と低めであり、 NO_x 濃度もNo.7施設を除いて55～98 ppmであり、燃焼管理が良くされているものと思われる。

灯油燃焼施設では、空気比は1.2～2.8で NO_x 濃度も67～114 ppm とばらつきが有るが、空気比と NO_x 濃度との関係は見られなかった。

LSA 重油燃焼施設では、空気比は1.5～3.6の範囲で NO_x 濃度も95～147 ppmであり、No.19施設を除いて、空気比の増加と共に NO_x 濃度も増加している傾向を示している。

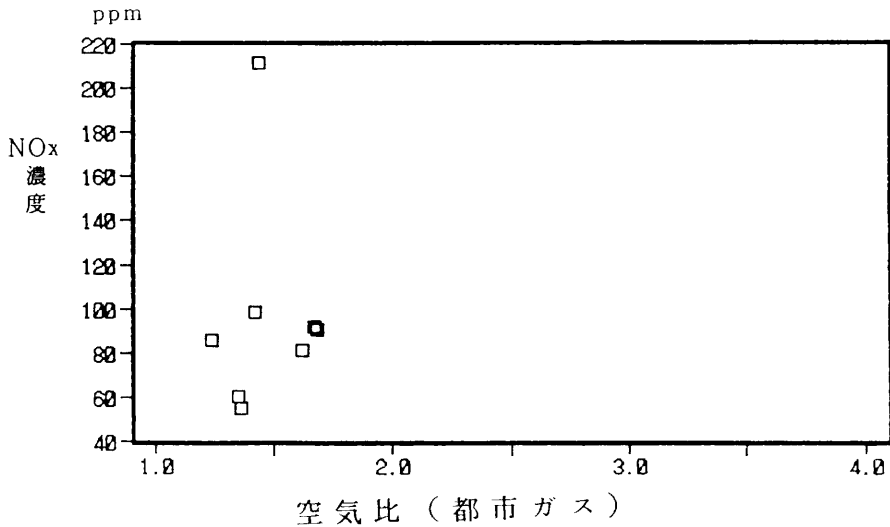


図8 空気比と NO_x 濃度の関係

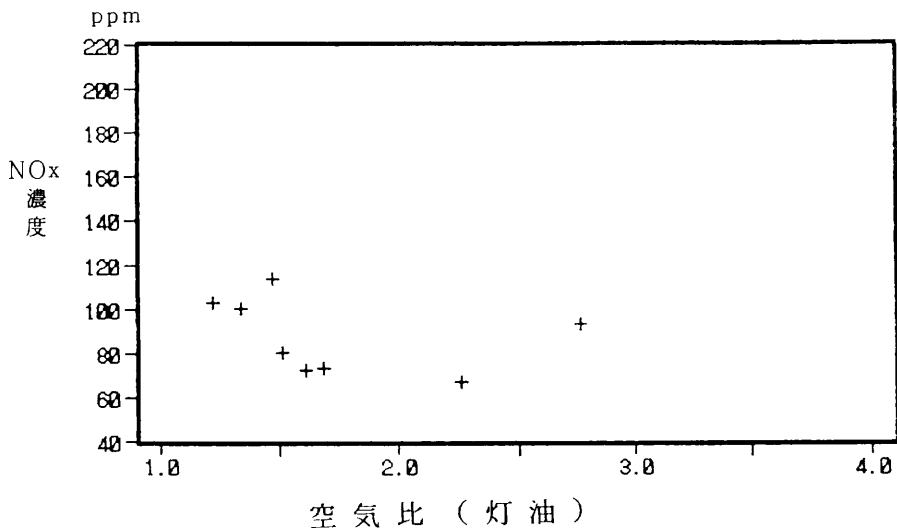


図9 空気比と NO_x 濃度の関係

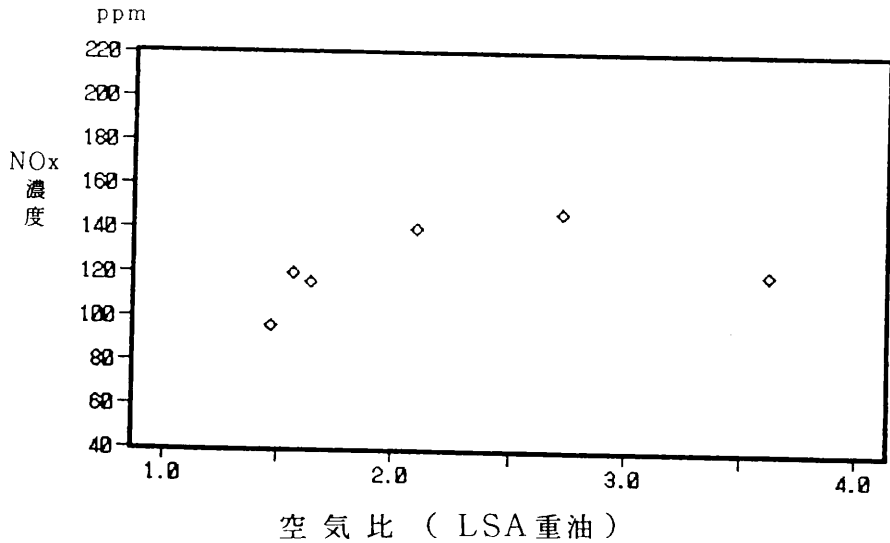


図10 空気比とNOx濃度の関係

6 ま と め

(1) 本調査において、NOx 排出量原単位が最も高かったNo.7施設の暖房用ボイラーの結果については、本ボイラー固有の結果と思われ、今後同型施設の使用状況調査をすると共に更新時には、注意をする必要がある。

(2) 使用熱量とNOx 排出量の関係では、都市ガスが最も低く、灯油、LSA重油の順に高くなっ

ており、燃料種類によるNOx 低減効果がここに表れていた。

(3) 空気比とNOx濃度の関係については、LSA重油燃焼施設で空気比の増加と共にNOx濃度も増加する傾向が見られたが、都市ガス、灯油燃焼施設では、この傾向が見られなかった。

今後は、調査対象施設の数を増やしボイラー固有の適正空気比について検討していく必要がある。