

7 鳥取県における大気中の窒素酸化物濃度と気象との関係について

【大気騒音科】

洞崎和徳・山田裕平・栗村幸子
佐藤白

1 はじめに

鳥取県の環境大気は概ね清浄であるが、一般環境大気測定局の窒素酸化物濃度は近年漸増傾向を示しており、時期的には初冬が高濃度となっている状況である。今回、平成3年度の高濃度時を中心に窒素酸化物濃度と地上及び上層の気象との関係について検討したので、報告する。

2 解析に用いたデータ

窒素酸化物濃度は図1に示す衛生研究所局（衛研）、米子保健所局（米保）の平成3年度測定結果を用いた。地上の気象データは、鳥取地方气象台、米子測候所の日平均気温、日平均風速、日降水量、日照時間のデータ¹⁾を用い、上層の気象データは、米子測候所のラジオゾンデの気温、風向、風速のデータ²⁾を用いた。



図1 一般環境大気測定局位置図

3 結果及び考察

(1) 窒素酸化物濃度の経月変化

衛研・米保の経月変化を図2に示す。月平均値で見ると、春から夏にかけて低く、秋から冬にかけて高くなっている。局間の濃度レベルでは米保が衛研より高濃度となっている。

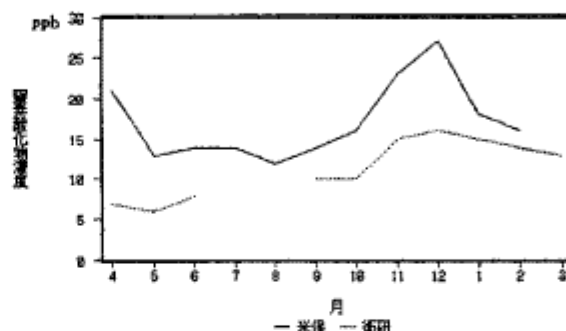


図2 平成3年度窒素酸化物濃度経月変化図

なお、衛研の7、8月及び米保の3月は庁舎の改修工事による欠測となっている。

(2) 経日変化

窒素酸化物濃度の月平均値が高い12月と低い8月の経日変化を図3、4に示す。

なお、 ΔT_{1000} はAM 9:00のラジオゾンデにおける1000hPaの気温から地上の気温を引いた値であり、 ΔT_{900} は同様に900hPaの気温から地上の気温を引いた値である。

これによると、12月の窒素酸化物濃度は8月に比較して、日変化が大きく、6日、16日、23・24日と周期的にピークとなっており、このピーク濃度が月平均値に大きく寄与している。米保が衛研より高濃度となっており、ピーク濃度日には、その濃度差が拡大している。窒素酸化物濃度が極大になるときは、風速は極小を示し、上層と地上との温度差は極大を示している。このことは米保でより顕著となっている。

(3) 窒素酸化物高濃度日の状況

窒素酸化物濃度が高濃度となる日の気象状況を検討するため、米保の日平均値の上位5% (16日、濃度37ppb以上) を用いた。上位5%のうち、9日間は12月に発生しており、この9日間の気象状況を表1に示す。

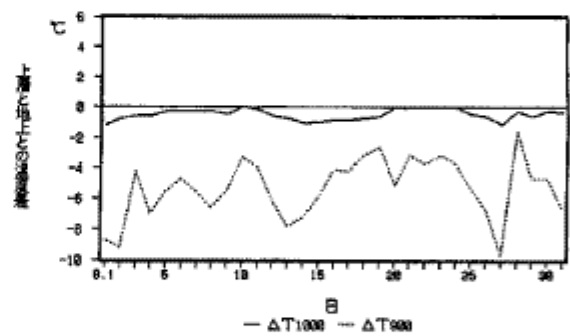
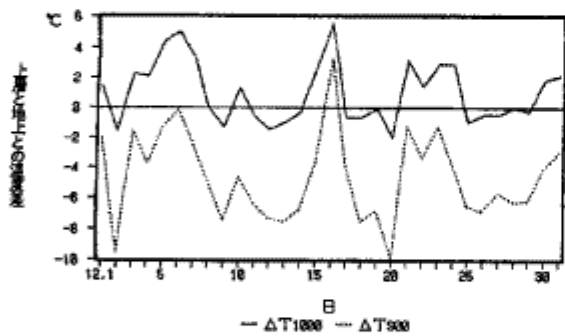
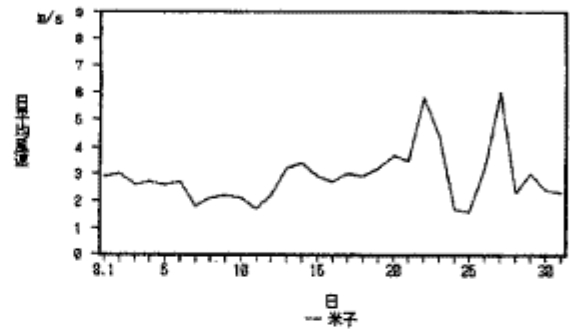
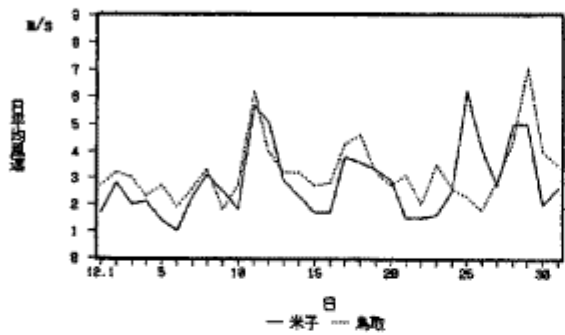
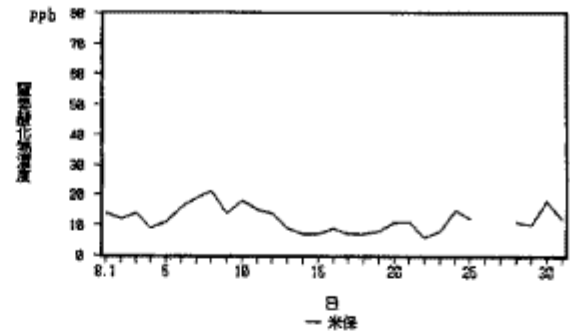
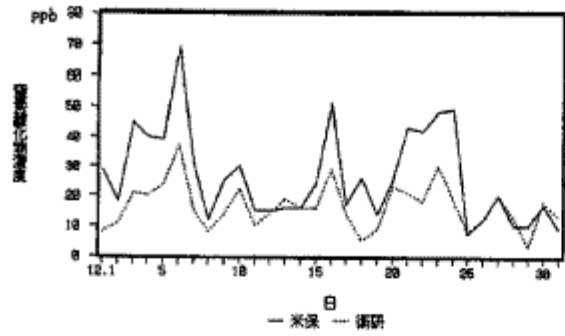


図3 12月の経日変化図

図4 8月の経日変化図

表1 米保の窒素酸化物高濃度日の気象状況 (12月)

日	NOx (ppb)	ΔT_{1000} (°C)	ΔT_{900} (°C)	日平均気温 (°C)	日平均風速 (m/s)	日降水量 (mm)	日照時間 (h)	天気概況	
								6h~18h	18h~翌6h
3	45	2.2	-1.6	9.9	2.0	0.0	1.7	曇時々雨	曇後晴
4	40	2.1	-3.7	9.1	2.1	-	7.2	晴	快晴
5	39	4.4	-1.3	8.7	1.4	-	8.4	快晴	快晴
6	69	5.0	-0.2	9.5	1.0	-	2.5	晴後曇	晴一時曇
16	51	5.5	3.2	8.8	1.7	-	7.7	晴一時曇	曇後一時雨
21	43	3.1	-1.3	8.3	1.5	0.0	3.7	晴後曇	曇後雨
22	42	1.4	-3.3	10.9	1.5	0.0	4.3	曇後晴	晴
23	48	2.9	-1.3	11.2	1.6	11.5	-	雨一時曇	曇時々晴
24	49	2.9	-3.9	11.7	2.5	6.5	2.0	曇時々雨	雨

(注) 気象データは米子測候所のデータ

これによると、これらの日は ΔT_{1000} が $+1.4^{\circ}\text{C}$ 以上かつ日平均風速が 2.5m/s 以下の日となっており、この気象条件となった日は平成3年度で29日間（窒素酸化物濃度の有効測定日）出現していた。この29日間の内訳は 37ppb 以上13日間、 $36\sim 17\text{ppb}$ （年平均値）13日間、 17ppb 未満3日間であった。こうしてみると ΔT_{1000} が $+1.4^{\circ}\text{C}$ 以上かつ日平均風速が 2.5m/s 以下の気象条件の日は概ね濃度が高くなっている。

また、高濃度が継続している時の上層の気温分布を調べるため、12月3日から7日、21日から24日における9時、21時のラジオゾンデのデータから作成した上層の気温の等温度線図及び立体図²⁾を図5に示す。

これによると、上層 1000hPa 付近で地上より温度が高くなる気温逆転層が生じている。これらの日では晴夜放射逆転、前線性逆転等による逆転層が出来て継続したため、大気汚染物質が上層に拡散できにくくなり、さらに、地上の風速が弱いため汚染物質が地上に停滞しやすくなっていたものと考えられる。

つまり、地上付近から大気中に排出された汚染物質は、上下方向にも水平方向にもあまり拡散できず下層に漂うため高濃度になるものと考えられる⁴⁾。

(4) 窒素酸化物濃度と気象との相関

窒素酸化物濃度(NO_x)と気象との関係を検討するため、春から夏(4~9月)と秋から冬(10~3月)に分けて平日(月~金曜日、祝祭日を除く)における窒素酸化物濃度と気象との相関マトリックスを表2-1、2-2に示す。

これによると、窒素酸化物濃度と ΔT_{1000} 及び ΔT_{900} との相関関係は10~3月期が4~9月期より正の相関が高くなっている。また、地上の風速とは負の相関となっている。このことは経日変化図、高濃度日の状況と合致するものである。

次に、窒素酸化物濃度を目的変数とし、表2の気象の項目を説明変数として変数増減法により平成3年度平日の全データを用いて重回帰分析を行った結果を表3に示す。これによると、 ΔT_{1000} が+の寄与をしており、風速、気温が-の寄与をしている。重相関係数は米保で 0.734 、衛研で 0.756 であった。

4 ま と め

(1) 窒素酸化物濃度は春から夏にかけて低く、秋から冬にかけて高くなっていることがわかる。

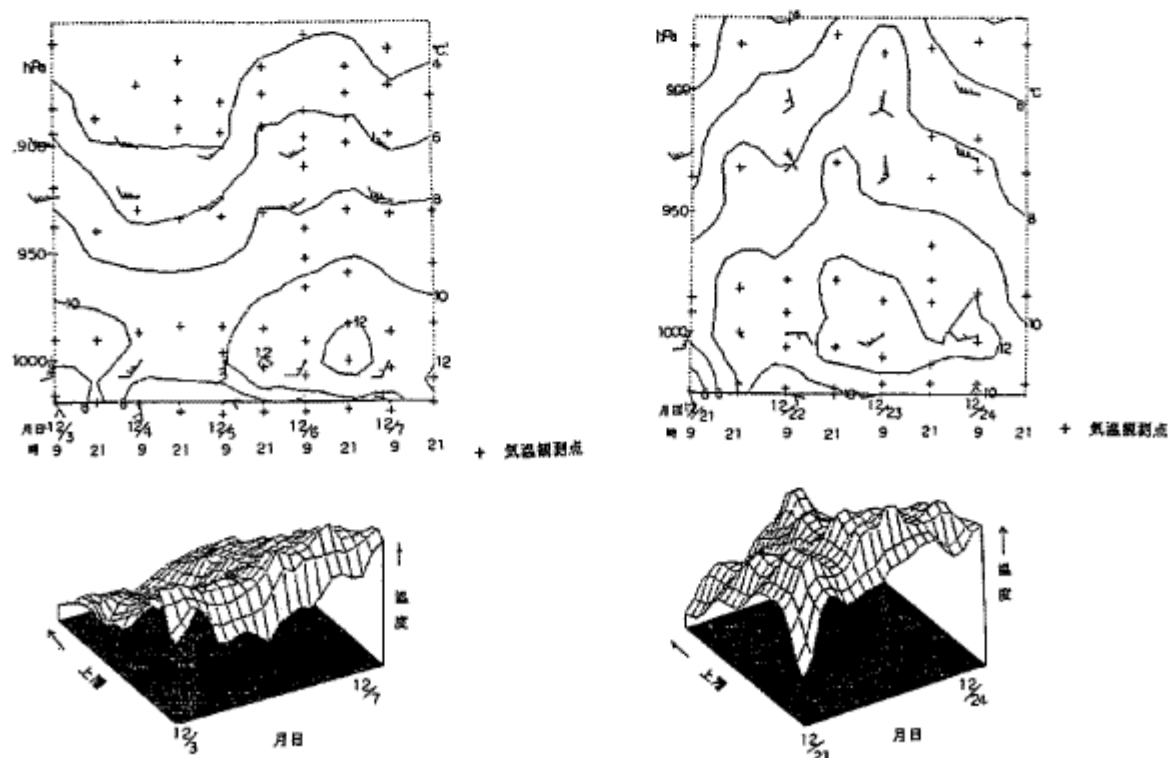


図5 上層の等温度線図及び立体図

表2-1 窒素酸化物濃度と気象との相関マトリックス (米保)

項目	NOx	ΔT_{1000}	ΔT_{900}	日平均風速	日平均気温	日照時間
NOx		0.26**	0.36**	-0.59**	-0.39**	-0.19 4
10 ΔT_{1000}	0.65**		0.35**	-0.15	0.23	-0.29** 3
3 ΔT_{900}	0.56**	0.82**		-0.42**	-0.16	-0.27** 9
3 日平均風速	-0.57**	-0.45**	-0.43**		0.17	0.11 月
月 日平均気温	-0.00	-0.03	-0.01	-0.02		-0.12
日照時間	0.03	0.21	0.14	-0.37**	0.22	

(注) 1 日平均風速、日平均気温、日照時間は米子測候所の地上のデータ
2 n=118 (4~9月)、n=96 (10~3月) **有意水準1%で有意

表2-2 窒素酸化物濃度と気象との相関マトリックス (衛研)

項目	NOx	ΔT_{1000}	ΔT_{900}	日平均風速	日平均気温	日照時間
NOx		0.16	0.36**	-0.36**	0.11	-0.26 4
10 ΔT_{1000}	0.53**		0.34**	0.04	0.29	-0.12 3
3 ΔT_{900}	0.54**	0.79**		-0.17	0.09	0.09 9
3 日平均風速	-0.49**	-0.11	-0.21		0.08	0.07 月
月 日平均気温	-0.21	0.06	0.06	-0.09		-0.15
日照時間	0.02	0.24**	0.19	-0.14	0.18	

(注) 1 日平均風速、日平均気温、日照時間は鳥取地方気象台のデータ
2 n=63 (4~9月)、n=122 (10~3月) **有意水準1%で有意

表3 重回帰分析

項目	米 保		衛 研	
	偏回帰係数	標準偏回帰係数	偏回帰係数	標準偏回帰係数
ΔT_{1000}	0.354	0.438	0.187	0.400
ΔT_{900}	-	-	0.032	0.131
日平均風速	-0.373	-0.399	-0.188	-0.322
日平均気温	-0.026	-0.201	-0.038	-0.383
日照時間	-0.025	-0.099	-0.023	-0.134
定数	34.596		25.859	
重相関係数	0.734**		0.756**	
決定係数	0.539		0.572	

**有意水準1%で有意

(2) 月平均値が高い12月の経日変化を見ると周期的に変動しており、窒素酸化物濃度が極大になるときは、風速は極小を示し、上層と地上との温度差は極大を示していることがわかる。

(3) 逆転層が継続し、風速が弱いときに高濃度となっており、目安としては ΔT_{1000} が $+1.4^{\circ}\text{C}$ 以上かつ日平均風速が 2.5m/s 以下の気象条件の日が挙げられる。

(4) 窒素酸化物濃度と ΔT_{1000} 及び ΔT_{900} との相関関係は10~3月期が4~9月期より正の相関が高くなっている。また、窒素酸化物濃度と地上の風速とは負の相関となっている。このことは経日変化図、高濃度日の状況と合致するものである。次に、平成3年度の重相関係数を求めたところ米保で0.734、衛研で0.756であった。

今後は数年分のデータを用いて窒素酸化物濃度高濃度時及び年度間の解析を行うほか、他の汚染物質と気象との関係についても検討することとしている。

文 献

- 1) 鳥取地方気象台：鳥取県気象月報、平成3年4月(1991) - 平成4年3月(1992)
- 2) 大阪管区気象台技術部：高層気象観測資料の提供について(平成5年2月12日付大気調第12号)
- 3) 塩野清治ほか：情報地質、10、65-78(1985)
- 4) 大気汚染研究全国協議会第三小委員会編：大気汚染ハンドブック(3)気象編、57-71、コロナ社(1965)
- 5) 水野建樹ほか：大気汚染学会誌、25(2)、143-154(1990)