

VIII 報 文

環境大気中のアスベスト濃度について

井島 辰也 真壁江田男* 石郷岡 晋**

1 はじめに

アスベストは耐熱性、耐摩耗性、耐薬品性等優れた物理化学特性と、大量に算出し安価なことから、工業材料として特に1950年代以降急激に使用されてきた。一方で職業性暴露による肺疾患だけでなく、アスベスト工場周辺の住民への暴露等、非職業性の低濃度暴露によっても中皮腫が生じることが明らかになっている¹⁾。さらに、防火防音用として、アスベストが吹き付けられた公共建築物等が多数存在することが確認され、近年大きな社会問題となった。

そこで本県でも昭和63年度に、内陸山間地域及び住宅地域のバックランド地域、廃棄物最終処分場周辺及び幹線道路周辺の発生源周辺地域、さらにアスベスト使用建築物解体改修工事現場周辺の環境大気中のアスベスト濃度の実態について調査を実施した²⁻³⁾。平成元年度には、63年度に引き続き、アスベスト使用建築物改修工事現場周辺の環境大気中のアスベスト濃度調査に加え、バックランド地域における四季別のアスベスト濃度調査を実施したので報告する。

2 調査方法

2. 1 調査地点及び調査期間

バックランド調査は、地域特性別に内陸

山間地域(秋田市仁別)、住宅地域(秋田市將軍野)の2地域(各2地点)について、春期(平成元年5月22日~29日)、夏期(9月13日~29日)、秋期(11月21日~27日)、冬期(平成2年2月26日~28日)の四季別に調査した。アスベスト使用建築物改修工事現場としては、県中央部のK野球場を平成元年10月24日~12月6日の間に、また県南部のN小学校を平成元年8月1日~10日の間に調査した。図-1にバックランド調査地点を示した。

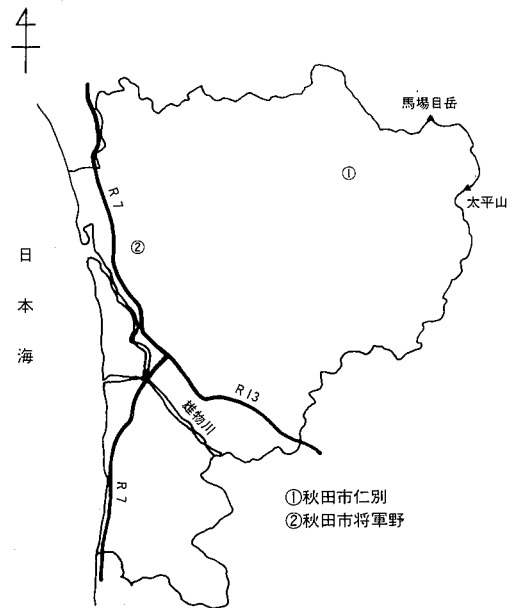


図-1 バックランド調査地点

* 現大館保健所 ** 現本荘保健所

2. 2 測定方法

環境庁の「アスベストモニタリングマニュアル」⁴⁾に準拠して実施した。

2. 2. 1 補集方法

$\phi 47\text{mm}$ 、孔径 $0.8\mu\text{m}$ のMILLIPORE AAタイプのフィルターをオープンフェイス型のフィルターホルダー(採じん面 $\phi 35\text{mm}$)に取り付け、補集地上高約1.5mで吸引ポンプを用い10ℓ/分の流量で原則として4時間補集した。

2. 2. 2 計測方法

位相差顕微鏡及び生物顕微鏡を用い、倍率400倍(接眼10×対物40)で、長さ $5\mu\text{m}$ 以上かつ長さとの幅の比が3:1以上の繊維状の粒子について50視野(顕微鏡にモニターテレビを接続し、画面で計数したため、画面上では210視野)計数した。

3 調査結果と考察

3. 1 バックランド地域の四季別調査各地域のアスベスト濃度測定結果を表-1に、アスベスト濃度の四季別変化を図-2に

示した。内陸山間地域の秋田市仁別における春期の幾何平均値(以下単に平均値という)は 0.27 f/l (最低 $0.00\sim$ 最高 1.14 f/l 、以下同じ)、夏期 0.27 f/l ($0.00\sim 1.07\text{ f/l}$)、秋期 0.46 f/l ($0.00\sim 1.86\text{ f/l}$)、冬期 0.34 f/l ($0.00\sim 1.04\text{ f/l}$)であった。また住居地域の秋田市將軍野においては、春期 0.25 f/l ($0.00\sim 1.00\text{ f/l}$)、夏期 0.49 f/l ($0.00\sim 0.80\text{ f/l}$)、秋期 0.39 f/l ($0.00\sim 0.80\text{ f/l}$)、冬期 0.22 f/l ($0.00\sim 0.52\text{ f/l}$)であった。

季節別では、内陸山間地域では秋期が、住居地域では夏及び秋期にアスベスト濃度がやや高くなる傾向にあるが、例数が少ないのとデータのばらつきが大きいことにより、これが一般的な傾向であるとは必ずしも言えない。通年の値でみると両地点の濃度はほとんど同じであり、昭和62年度の環境庁のモニタリング結果⁵⁾と比較しても、両地点とも下回っている。

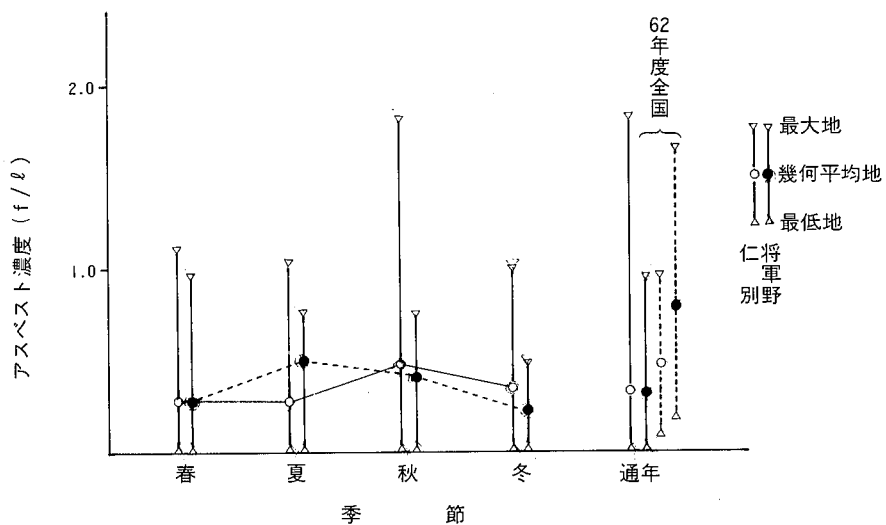


図-2 アスベスト濃度の季節変化

表一1 アスベスト濃度測定結果

地域別	調査地点	季別	調査月日	風向	風速	温度	湿度	アスベスト濃度	日平均	季節平均	地域平均
内陸山間	秋田市 仁別	春	'89. 5. 22	WSW	2.9	21.0	34	0.00	0.28	0.13	0.33
			'89. 5. 23	WSW	3.0	18.1	68	0.00	0.49	0.17	
			'89. 5. 24	W	2.1	19.0	63	0.68	1.14	0.88	
		夏	'89. 9. 13	C	C	22.4	76	1.07	0.53	0.75	
			'89. 9. 14	C	C	21.3	93	0.80	0.26	0.46	
			'89. 9. 29	N	2.1	18.8	59	0.00	0.00	0.00	
		秋	'89. 11. 21	WSW	2.8	9.9	71	0.53	1.86	0.99	
			'89. 11. 24	NNW	2.2	8.4	77	0.80	0.26	0.46	
			'89. 11. 27	SSE	0.7	11.9	77	0.80	0.00	0.22	
		冬	'90. 2. 26	W	2.0	5.5	64	0.50	1.01	0.71	
			'90. 2. 27	NNW	1.8	2.6	59	0.80	1.04	0.91	
			'90. 2. 28	WSW	1.7	2.1	66	0.00	0.00	0.00	
住居	秋田市 将軍野	春	'89. 5. 25	WNW	3.1	16.5	73	0.75	1.00	0.87	0.32
			'89. 5. 26	SSE	1.6	14.7	83	0.00	0.31	0.14	
			'89. 5. 29	WNW	2.9	14.1	73	0.31	0.00	0.14	
		夏	'89. 9. 13	NNE	1.4	21.1	86	0.80	0.80	0.80	
			'89. 9. 14	SE	2.6	21.5	90	0.80	0.53	0.65	
			'89. 9. 29	NW	3.1	17.8	59	0.80	0.00	0.22	
秋	'89. 11. 21	NW	3.2	9.8	52	0.53	0.00	0.18			
	'89. 11. 24	N	2.9	7.9	57	0.53	0.53	0.53			
	'89. 11. 27	S	3.1	9.1	72	0.53	0.80	0.65			
冬	'90. 2. 27	N	3.4	2.2	58	0.52	0.26	0.37			
	'90. 2. 28	WNW	2.7	1.5	53	0.27	0.00	0.13			

注) 気象データはサンプリング時間中の1時間値の日平均値(風向の場合は最多出現頻度)である。
 ただし、将軍野地点の気温、湿度は平均値(秋田気象台)である。
 アスベスト濃度単位はf/l、平均値はいずれも幾何平均である。幾何平均値の算出には0は定量下限値(0.06 f/l)をあてて計算した。

風向と日平均値の関係を図-3に示した。最多風向に片寄りはあるが、内陸山間地域、住居地域ともアスベスト濃度はばらついており、特定の方向からの風に影響を受けているとは言い難い。また、風が強くなると地表や建造物に堆積付着したアスベストが飛散し、大気中のアスベスト濃度に影響することが考

えられるが、図-4から明らかなおり、平均風速とアスベスト濃度の間にはほとんど関係が無い。

これらのことから、内陸山間地域の秋田市仁別、住居地域の秋田市将軍野の両地域とも、アスベスト濃度については発生源の影響を全く受けない地点と言える。

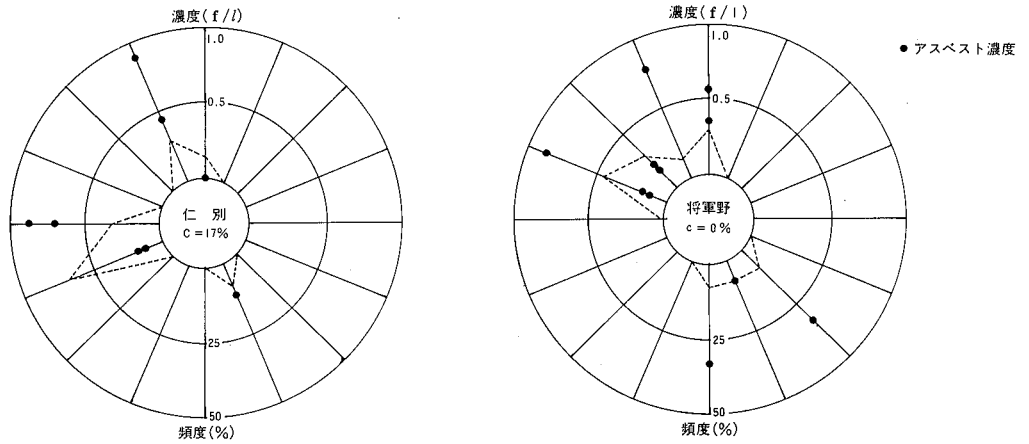


図-3 日最多風向出現頻度とアスベスト日平均濃度

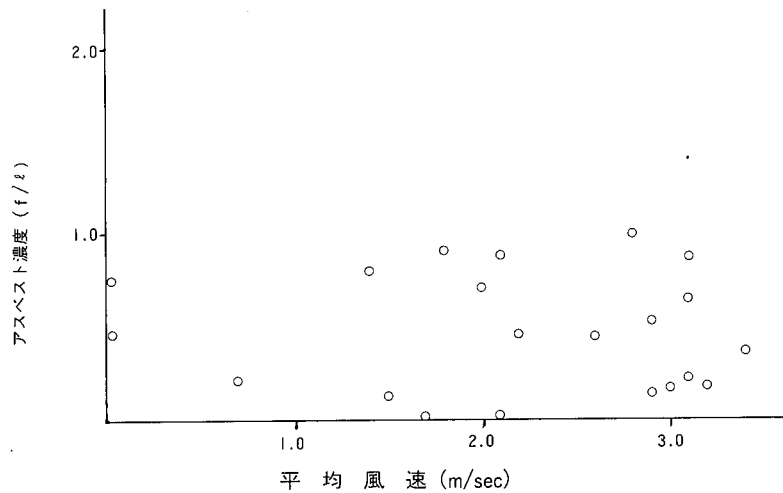


図-4 アスベスト濃度(日平均)と平均風速の関係

3. 2 アスベスト使用建築物改修工事現場の調査

K野球場の測定地点を図-5に、調査結果を表-2に示した。

工事期別のアスベスト濃度は、工事前1.23 f/l (0.64~2.60 f/l)、工事中1.60 f/l (0.48~6.34 f/l)、工事後2.87 f/l (1.84~4.77 f/l)であった。一般的には工事後に濃度がほぼ工事前以下に収まるものと思われるが、工事後がより高い結果になった。最多風向をみてみると、WNW~NNWとSE~SWの2グループに分かれており、それぞれのグループのアスベスト濃度の平均値は、2.76 f/lおよび0.89 f/lとなり、前者の方が後者に比べ3倍となっている。本地域のNW~N方向は県内でも有数の工場地帯であり、

測定期間中の最高値(6.34 f/l)が測定地点の中でNW方向にあるE地点で観測された事と合わせ、これからの影響も考慮する必要がある。

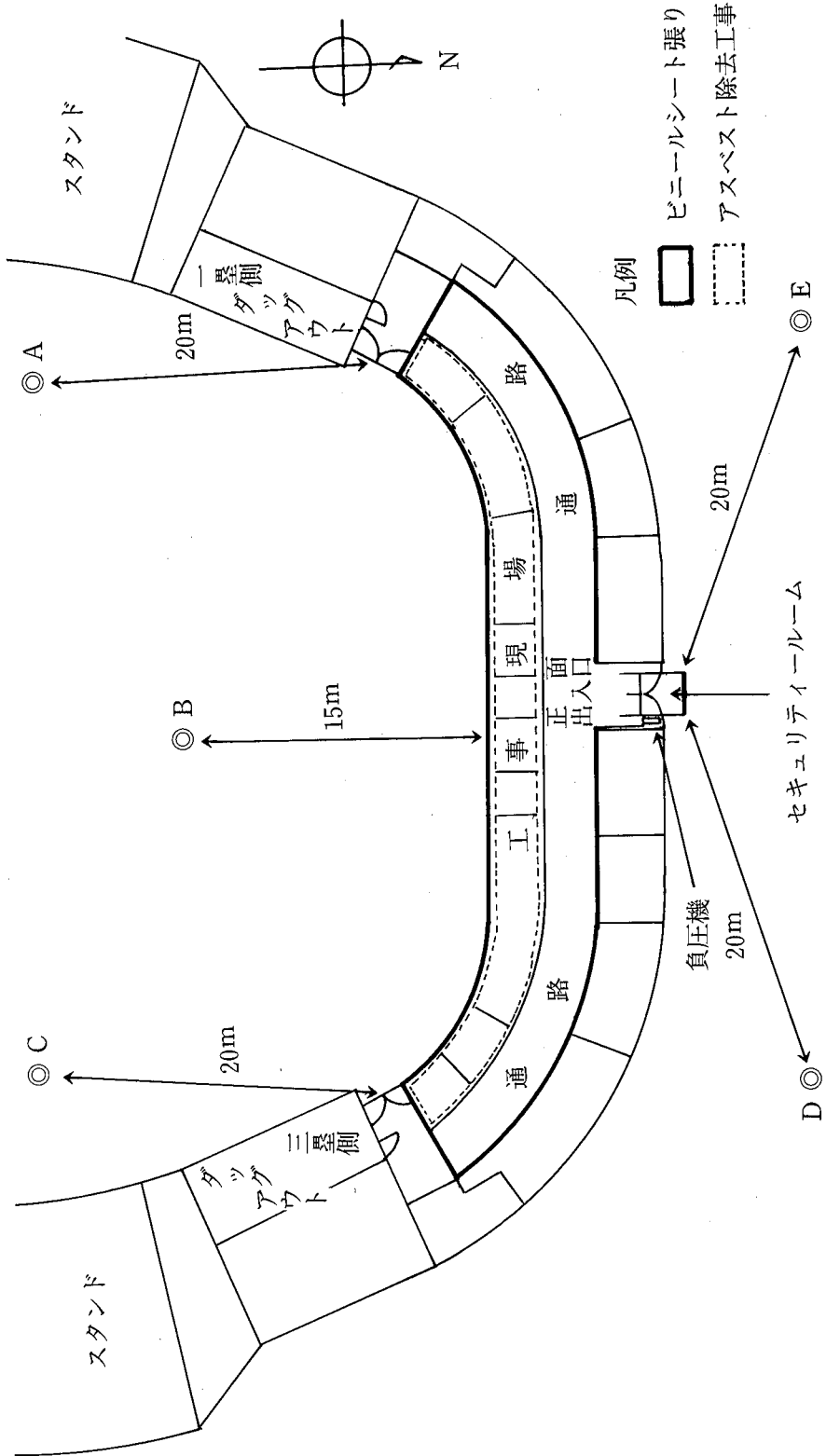
N小学校の測定地点を図-6に、調査結果を表-3に示した。

工事期別のアスベスト濃度は、工事前0.97 f/l (0.57~1.72 f/l)、工事中1.45 f/l (0.69~2.54 f/l)、工事後1.11 f/l (0.76~1.65 f/l)であった。工事中が工事前及び工事後に比べてやや高い傾向があり、工事前-工事中で有意(5%)な差があった。また、地点別では工事現場の出入口に近いD地点で平均値が高いが、地点間ごとの有意差はみられなかった。

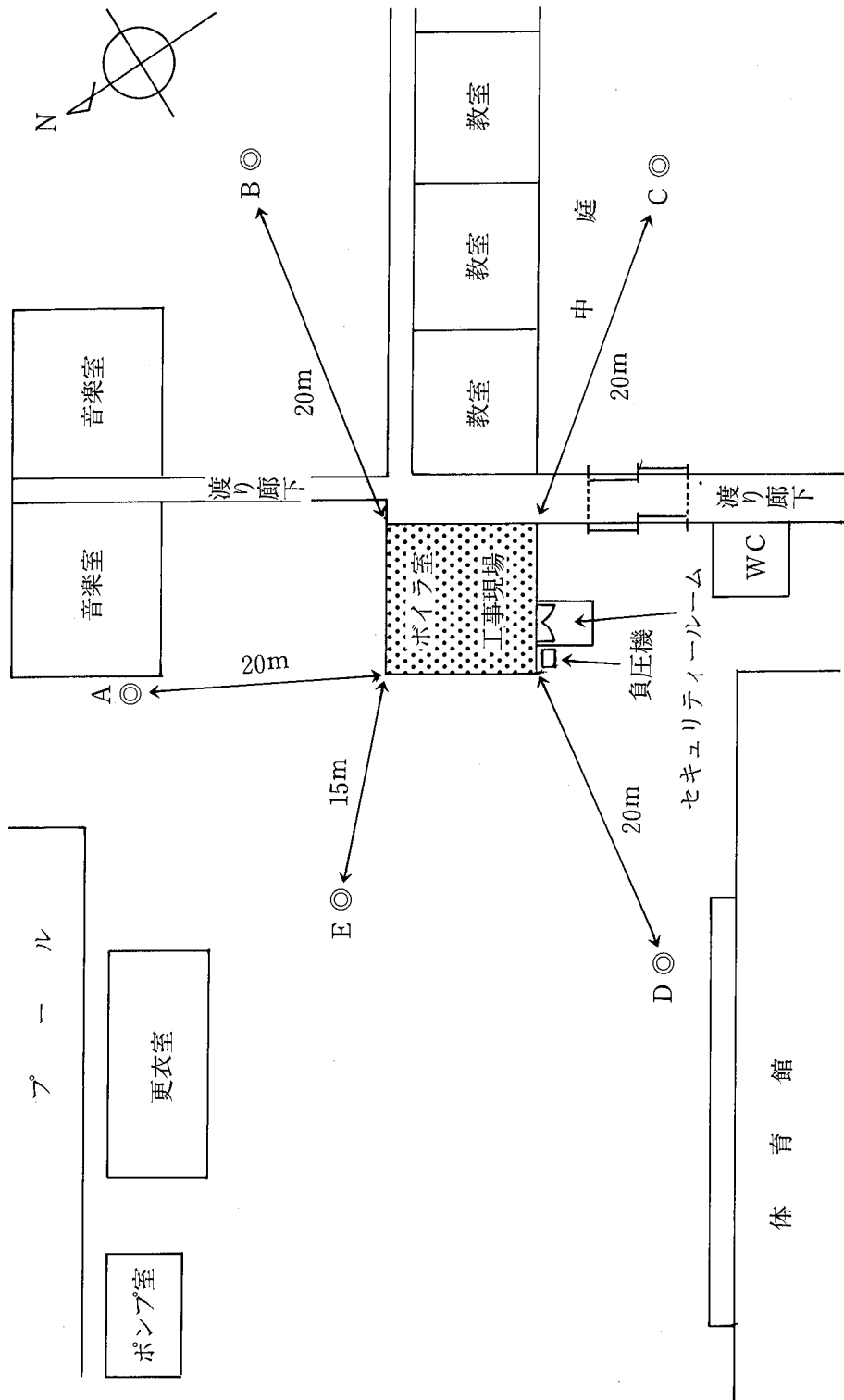
表-2 野球場スタンド屋内アスベスト除去工事アスベスト濃度測定結果

項目 種別	測定月日	最多 風向	平均 風速 (m/s)	アスベスト濃度 (f/l)					日平均 (f/l)	工事期 別平均 (f/l)
				A地点	B地点	C地点	D地点	E地点		
工事前	10月24日	WNW	2.0	1.41	2.60	1.84	1.53	1.15	1.64	1.23
	10月25日	SSE	3.0	0.95	1.84	1.02	1.27	1.46	1.27	
	10月26日	SW	5.5	0.64	0.76	0.70	1.85	0.89	0.89	
工事中	11月6日	SE	3.0	0.70	0.63	0.64	0.70	0.48	0.62	1.60
	11月7日	WNW	2.0	3.14	4.08	4.14	3.56	6.34	4.13	
工事後	12月1日	WNW	3.5	1.84	2.99	欠測	2.29	3.94	2.65	2.87
	12月5日	NW	4.0	2.80	2.93	3.63	3.76	4.77	3.51	
	12月6日	NNW	4.0	2.10	2.99	2.55	1.84	3.50	2.53	
地点別平均				1.46	1.99	1.64	1.86	2.04	1.78	1.78

注) 平均値は幾何平均値である。



図一5 測定地点配置図



図一6 測定地点配置図

表－3 小学校ボイラー室アスベスト除去工事アスベスト濃度調査結果

項目 種別	測定月日	最多 風向	平均 風速 (f/ℓ)	アスベスト濃度 (f/ℓ)					日平均 (f/ℓ)	工事期 別平均 (f/ℓ)
				A地点	B地点	C地点	D地点	E地点		
工事前	8月1日	S	1.0	0.63	0.96	1.21	1.47	0.96	1.01	0.97
	8月2日	E	1.0	0.89	0.83	1.14	1.72	1.59	1.18	
	8月4日	Calm		0.90	0.63	0.57	1.02	0.83	0.77	
工事中	8月5日	S	1.5	1.59	2.54	2.61	2.03	2.17	2.15	1.45
	8月6日	S	2.5	1.65	0.82	1.91	1.78	1.47	1.47	
	8月7日	Calm		1.01	1.15	1.15	0.89	0.69	0.96	
工事後	8月8日	W	1.0	1.14	欠測	0.83	1.47	1.08	1.11	1.11
	8月9日	Calm		0.89	0.89	0.76	1.15	1.40	0.99	
	8月10日	W	1.0	1.65	1.27	1.02	1.21	1.14	1.24	
地点別平均				1.09	1.03	1.13	1.37	1.19	1.16	1.16

注) 平均値は幾何平均値である。

4 まとめ

バックランド地域におけるアスベスト濃度の四季別変化をみるため、内陸山間地域及び住居地域で調査を行った。この結果、両地域とも季節による大きな変化は確認できないものの、発生源の影響を全く受けておらず、1年を通じて低い濃度レベルにあった。

アスベスト使用建築物改修工事現場2カ所の周辺のアスベスト濃度調査を行った。内1カ所は比較的高いレベルの濃度が観測されたが、地域環境からの影響が考えられ、改修工事そのものによる影響は明らかでなかった。もう1カ所については、工事中に濃度が高くなる傾向はあるものの、全体的に低く問題はなかった。

参考文献

- 1) 環境庁大気保全局企画課監修：大気汚染物質レビュー 石綿・ゼオライトのすべて、(財)日本環境衛生センター(1988)

- 2) 石郷岡 晋、真壁江田男、斎藤 学：秋田県環境技術センター年報，No.16，83(1988)
- 3) 石郷岡 晋、真壁江田男、斎藤 学：秋田県環境技術センター年報，No.16，85(1988)
- 4) 環境庁大気保全局大気規制課：アスベストモニタリングマニュアル(昭和62年5月)
- 5) 環境庁大気保全局大気規制課：昭和62年度未規制大気汚染物質モニタリング調査結果(昭和63年12月)

沿道地域の浮遊粉じんに関する調査研究

齋藤 学 真壁江田男* 石郷岡 晋**
井島 辰也 佐々木 誠 久米 均

1 はじめに

積雪寒冷地における沿道地域の環境問題として、スパイクタイヤ使用に伴う浮遊粉じん量の増大化がある。本県においては昭和58年11月に「スパイクタイヤ使用自粛指導要綱」を定めるなど、この問題にとりくんできた。

当センターでは昭和57年から浮遊粉じん等の実態に関する調査を行ってきており、その結果は「道路近傍における浮遊粉じんの実態について」¹⁻⁷⁾として、毎年年報に掲載している。

この間、スパイクタイヤ使用規則への国内の動きは、昭和63年6月公害等調整委員会においてスパイクタイヤの製造、販売の中止が決定され、さらに平成2年6月「スパイクタイヤ粉じんの発生防止に関する法律」が制定されるにいたった。このことにより、今後

はスタッドレスタイヤ、非金属チェーン等の普及が進み、道路粉じんの状況が質的、量的にも変化していくものと考えられる。

当センターでは、今年度から4年間にわたりスタッドレスタイヤ移行期間及び完全転換後の浮遊粉じんの濃度変化、成分変化等を把握し、沿道地域の大気環境に与える影響を調査することとしている。今年度はこれまで調査を実施してきた地点において、浮遊粉じん等の濃度を継続調査するとともに、これまでの調査結果から経年変化について報告する。

2 調査方法

2.1 調査地点

調査地点は図-1及び図-2の3地点で、その概要は表-1のとおりである。

表-1 調査地点の概要

地点No.	調査地点名		設置位置の状況			面する道路の状況			
	地点名	略称	設置面	道路端からの路離(m)	地上からの高さ(m)	路線名	車線数	舗装状況	交通量(台/24h)
1	茨島自動車排出ガス測定局	茨島	局舎上	5	2.5	国道7号線	4	アスファルト	32,010
2	環境技術センター	八橋(0m)	地上(芝生)	2	0	国道7号線	4	アスファルト	43,230
3	環境技術センター	八橋(50m)	地上(芝生)	50	0	—	—	—	—

注 交通量は昭和63年度道路交通センサスによる。

* 現大館保健所

** 現本荘保健所

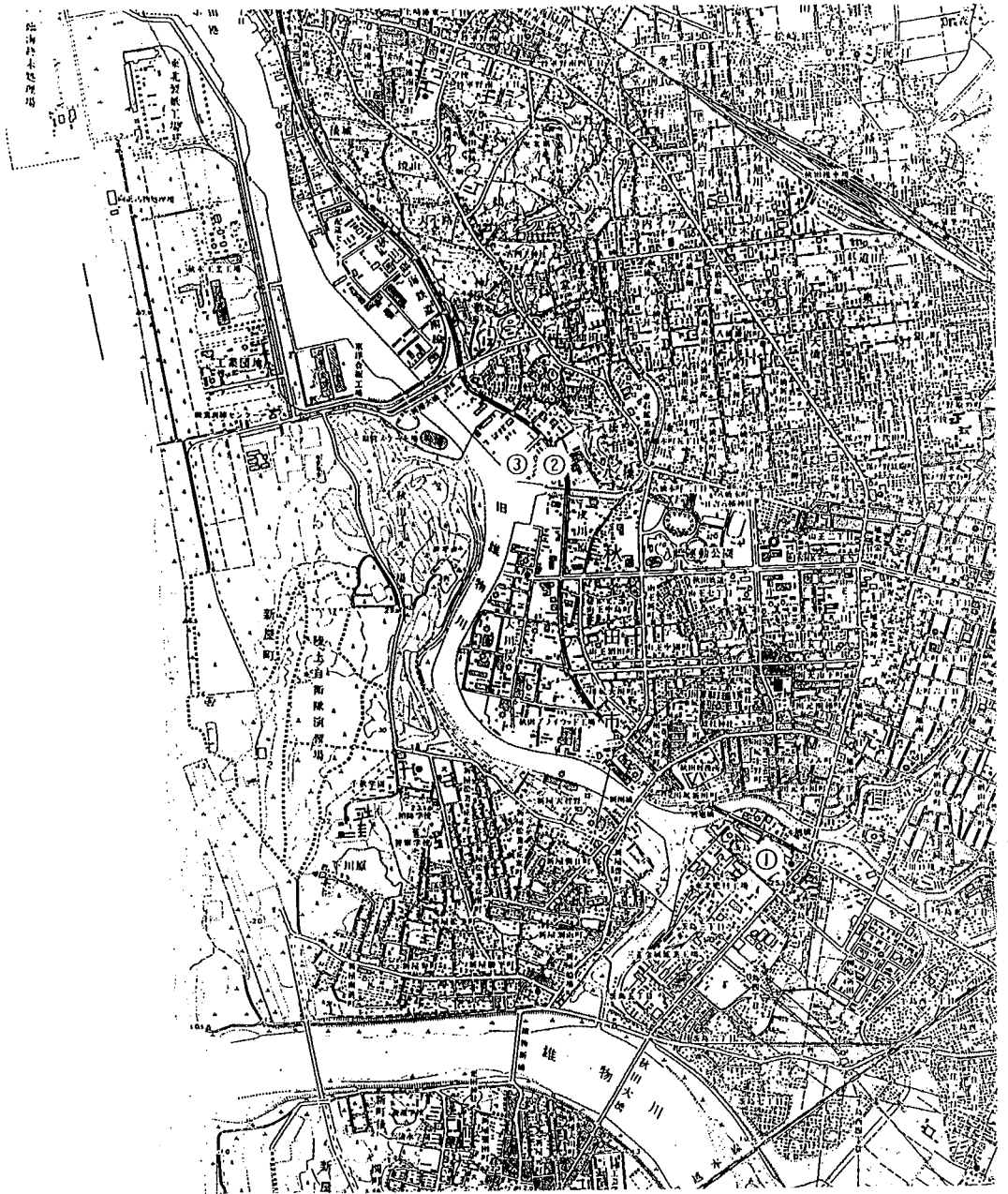
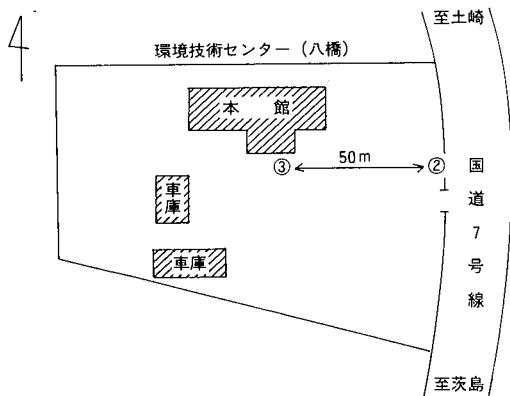


図-1 調査地点(1)



図一 2 調査地点(2)

表一 2 調査内容

調査項目	使用機器
浮遊粉じん濃度	ハイボリューム・エアサンプラー (ろ紙：石英繊維ろ紙2500QAST)
浮遊粒子状物質濃度	ローボリューム・エアサンプラー (ろ紙：ハイボリューム・エアサンプラーと同じ)

2. 2 調査時期及び調査内容
 調査時期は平成元年11月、12月、平成2年1月、3月であり、調査内容は表一2のとおりである。

3 調査結果及び考察

3. 1 浮遊粉じん濃度

各調査地点における浮遊粉じん濃度の経月変化は表一3及び図一3のとおりである。

浮遊粉じん濃度はスパイクタイヤ装着期では12月と3月が高い。八橋地点の道路端では平均値で3月が $429\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、12月が $488\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、茨島地点の3月では $401\mu\text{g}/\text{m}^3$ となっている。装着期間の1月は、各地点とも低い濃度を示しているが、1月の調査期間が他調査期間に比べて降雪などにより路面が湿潤または圧雪状態の日が多かったことが、その要因となっている。

表一 3 浮遊粉じん濃度の経月変化(平成元年度)

地点名	月	11月	12月	1月	3月
茨島		137 (64~230)	227 (69~478)	67 (41~99)	401 (339~441)
八橋(0m)		133 (98~143)	488 (124~960)	263 (90~470)	429 (99~650)
八橋(50m)		54 (44~70)	85 (23~235)	55 (32~75)	116 (31~183)

注1 単位は $\mu\text{g}/\text{m}^3$

注2 ()内は最低~最高値である。

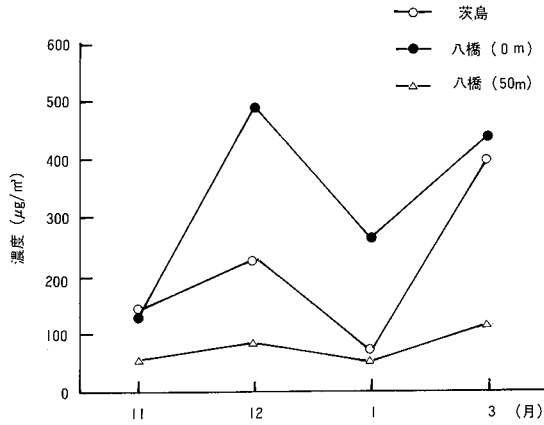


図-3 平成元年度浮遊粉じん濃度の経月変化

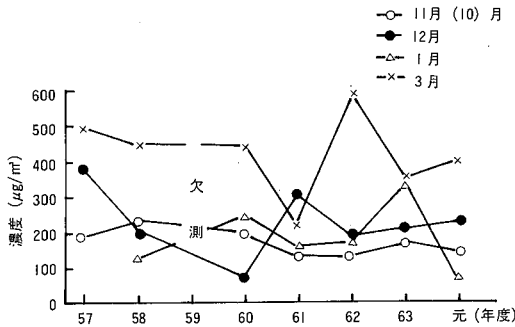


図-4 茨島地点における浮遊粉じんの経年変化

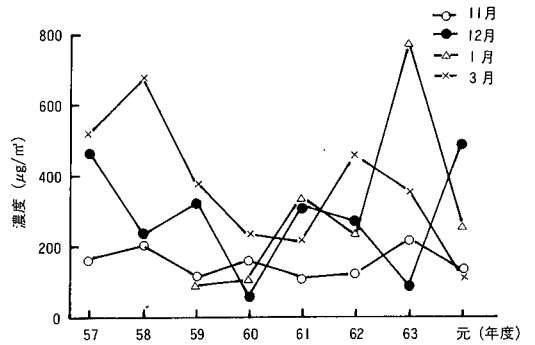


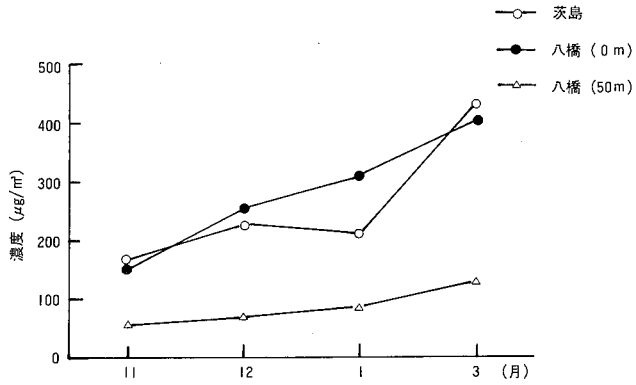
図-5 八橋(0m)地点における浮遊粉じんの経年変化

図-4、図-5に各月ごとによる茨島および八橋道路端地点の浮遊粉じん濃度の経年変化を示す。スパイクタイヤ非装着期の11月は年度による変動が小さいが、装着期における12月、1月、3月の変動が大きいことがわかる。

図-6に、昭和57年度以降の各地点の月ごとの濃度の平均値をプロットした経月変化図を示す。浮遊粉じん濃度は各調査年度の路面の乾湿状態などにより大きく変動するが、平均値からみると、各地点とも非装着期の11月

が最も低く、装着期の12月、1月、3月が高くなっている。特に積雪がほとんどなくなった3月は最も高く、各地点とも11月の2~2.7倍となっている。

道路端からの距離と濃度の関係についてみると、図-3、図-6に示すとおり、八橋道路端と同50m地点で濃度との対応がみられることから、50m地点では道路粉じんの影響を受けているといえる。しかし、その濃度が低いことから、浮遊粉じんは道路端からの距離による減衰が大きいことがわかる。

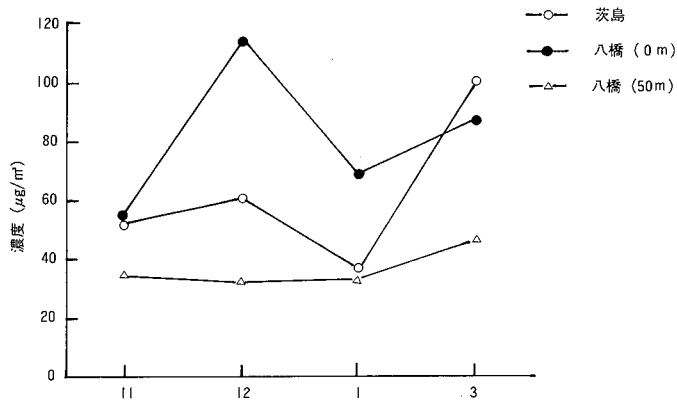


図一六 昭和57年度以降の浮遊粉じんの経月変化(平均値)

表一四 浮遊粒子状物質濃度の経月変化(平成元年度)

地点名 \ 月	11月	12月	1月	3月
茨島	52	60	37	100
八橋(0m)	55	114	69	88
八橋(50m)	35	32	33	47

単位は $\mu\text{g}/\text{m}^3$



図一七 平成元年度浮遊粒子状物質濃度の経月変化

3.2 浮遊粒子状物質濃度

各調査地点における浮遊粒子状物質濃度の経月変化は表一四および図一七のとおりである。各地点とも図一三に示した浮遊粉じん濃度と相似した推移となっており、スパイクタ

イヤ装着期の12月と3月の濃度が高い。装着期の1月が低い要因は、浮遊粉じんと同様、路面が湿潤、または圧雪状態になった日が多かったことに起因している。

図-8に、昭和57年度以降の浮遊粒子状物質の経月変化を示す。浮遊粉じんと同様、スパイクタイヤ装着期の3月がやや高くなっているが、他の月については浮遊粉じんほど装着期と非装着期との間に明確な差異が認められない。

道路端からの距離と濃度の関係を見ると、図-7に示すとおり50m地点では道路端に比べ濃度が約1/3~1/2程度となっている。また、図-7、図-8からみても、50m地点ではスパイクタイヤ装着期、非装着期間の濃度は30~50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と低く、変動幅も小さいことがわかる。このことから、浮遊粒子状物質は浮遊粉じんに比べて、スパイクタイヤ等に伴う道路粉じんの影響を受けないこと、また、道路端から離れるほど濃度が低くなるといえる。

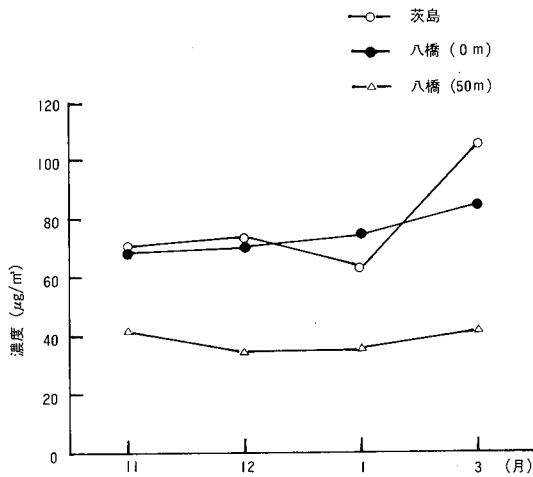


図-8 昭和57年以降の浮遊粒子状物質の経月変化 (平均値)

4 まとめ

スパイクタイヤ使用禁止に向かう今後の沿道地域の気環境調査として、今年度は浮遊粉じん濃度および浮遊粒子状物質濃度について調査を行った。その結果、両物質ともスパイクタイヤ装着期の12月、3月が高かった。また、1月は道路が湿潤または圧雪の状態の日が多く、非装着期の11月より低い地点もみられた。

昭和57年以降の各月について平均値をとり、経月変化をみてみると、両物質とも3月が最も高く、浮遊粉じん濃度では、非装着期の2~2.7倍となっていることがわかった。

参考文献

- 1) 吉田 昇ほか：秋田県環境技術センター年報, No.10, 72(1982)
- 2) 藤島 直司ほか：秋田県環境技術センター年報, No.11, 65(1983)
- 3) 藤島 直司ほか：秋田県環境技術センター年報, No.12, 63(1984)
- 4) 高橋 浩ほか：秋田県環境技術センター年報, No.13, 51(1985)
- 5) 高橋 浩ほか：秋田県環境技術センター年報, No.14, 55(1986)
- 6) 高橋 浩ほか：秋田県環境技術センター年報, No.15, 45(1987)
- 7) 石郷岡 晋ほか：秋田県環境技術センター年報, No.16, 88(1988)

沿道地域の窒素酸化物に関する調査研究

佐々木 誠 久米 均 齋藤 学

1 はじめに

近年の自動車交通量の増加に伴う環境中の窒素酸化物濃度の増加が懸念されている。

そこで、交差点周辺における窒素酸化物の分布状況を調査し、自動車排出ガスの道路周辺における挙動について検討した。

2. 2 調査地点

国道7号線臨海十字路を中心とし、その周辺をA～Dの4ブロックに区分し、各ブロック内に図1に示すとおり、道路端から50m間隔に9～16、計46の調査地点を設けた。

なお、昭和63年度道路交通センサスによると、国道7号線（図中①）の交通量は42,947台/日、山王通り（図中②）は30,749台/日となっている。

2 調査方法

2. 1 調査期間

平成元年4月18日～19日

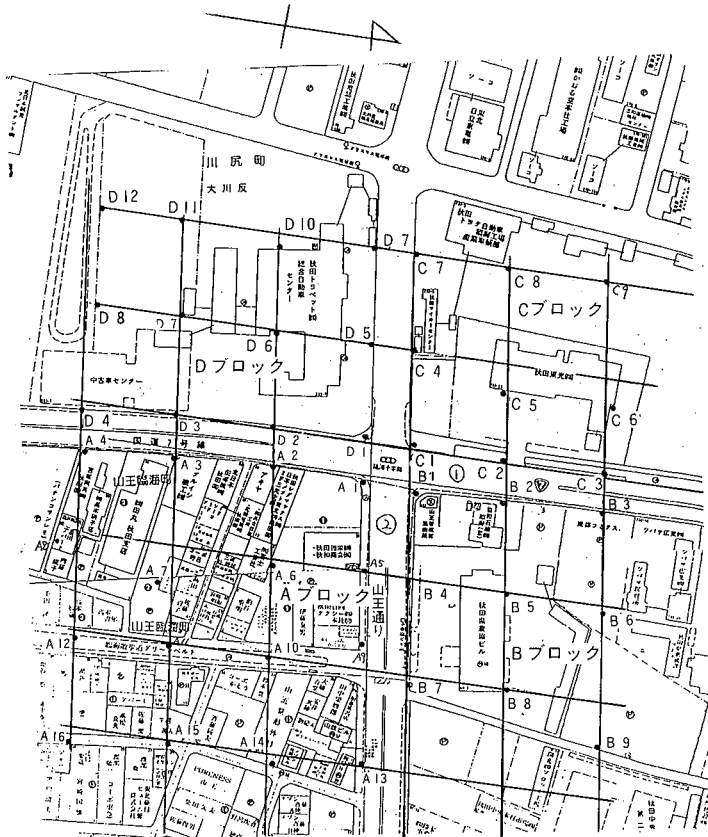


図1 調査地点

2. 3 調査方法

2. 3. 1 NO_xサンプラーによる窒素酸化物の測定

図1に示した調査地点の電柱もしくは樹木等を用い、地上約2mに平野^りの考案によるNO_xサンプラーを設置し、24時間放置した後回収し、NOおよびNO₂日平均濃度を求めた。なお、サンプラーは100ccの採水用ポリびんの底を取り去り、壁面に5mm径の穴を60個あけたシールドで保護した。

NO_xサンプラーは直径2cm、長さ3cm、重さ約10gのアクリル製短円筒である。円筒の一方にNOを選択的に酸化する有機酸化剤PTIO (2-Phenyl-4, 4, 5, 5-tetramethylimidazoline-3-oxide-1-oxyl) を添加したTEA (Triethanolamine) を捕集剤としたろ紙を取り付け、NO_xを測定し、他方には、TEAのみを捕集剤としたろ紙を取り付け、NO₂を測定するようになっており、この両方のろ紙を分析することによりNOとNO₂が同時に測定できる。

2. 3. 2 自動測定法(ザルツマン法)とNO_xサンプラーの同時測定

自動測定法とNO_xサンプラーとのNO及びNO₂の相関を調べるため、NO_x自動測定機を

設置している秋田市所管の茨島局、山王局、土崎局、将軍野局で同時測定を行った。

3 結果と考察

3. 1 自動測定法と簡易サンプラーとの相関

自動測定法と簡易サンプラーの1時間値の平均値の相関はNO及びNO₂について、それぞれ次のとおりであった。

(NOについて)

$$NO(z) = 0.69NO(s) + 6.42 \quad r = 0.970$$

(NO₂について)

$$NO_2(z) = 1.14NO_2(s) + 2.31 \quad r = 0.999$$

ここに、(z)はザルツマン法、(s)はサンプラー法を示す。

なお、以下の解析にあたりデータはすべてザルツマン法に換算してある。

3. 2 交差点周辺の窒素酸化物の分布について

3. 2. 1 測定期間中の風向、風速

図2は測定期間中の風配図であるが、NNW~WNWの風が卓越している。また、平均風速は2.2mで、calmは0%であった。

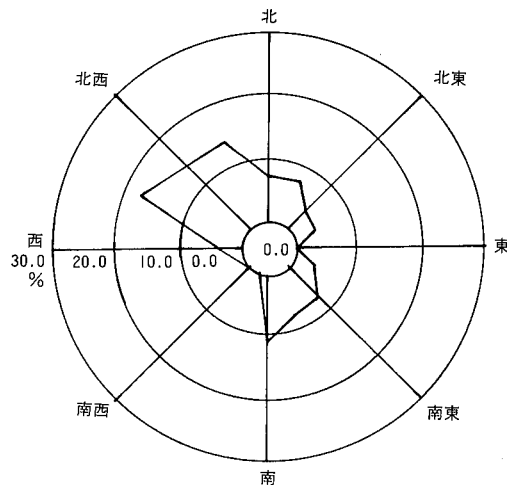


図2 測定期間中の風配図

3. 2. 2 国道7号線と山王通りの影響 度合について

表1に国道7号線及び山王通りの道路端の窒素酸化物濃度を示す。なお、表中のA1等は図1の道路端での調査地点を示す。

交通量の違いが示すとおり、窒素酸化物濃度は国道7号線が山王通りより明らかに高い濃度となっている。

また、風向の影響と考えられるが、国道7号線でも東側の道路端が西側より高い値となっている。

昨年度に実施したトンネル内の窒素酸化物の調査結果²⁾から、自動車から1次汚染物質

として排出されるNO₂は、NO_xの11.3%である。今回の調査において、道路端でのNO₂は最低でNO_xの32%であった。このことは自動車から排出されたNOの2割程度がわずか数mの拡散でNO₂に酸化されていることを示している。

3. 2. 3 NO、NO₂及びNO_x比(NO₂/NO_x)の水平分布について

図3～5にNO、NO₂及びNO_x比(NO₂/NO_x)の分布を示す。NO及びNO₂は交差点が最大濃度を示す。また、卓越したNW方向の風によるAブロックへの影響が認められる。

表1 道路端の窒素酸化物濃度

(単位:ppb)

国道7号線				山王通り			
調査地点	NO	NO ₂	NO _x	調査地点	NO	NO ₂	NO _x
A1	60	35	95	A1	60	35	95
A2	58	27	85	A5	63	27	90
A3	57	27	84	A9	27	25	52
A4	32	26	58	A13	27	28	55
B1	36	43	79	B1	36	43	79
B2	57	27	84	B4	19	30	49
B3	45	30	75	B7	35	24	59
C1	24	41	65	C1	24	41	65
C2	36	28	64	C4	11	19	30
C3	32	25	57	C7	16	17	33
D1	43	24	67	D1	43	24	67
D2	23	22	45	D5	15	18	33
D2	19	20	39	D9	11	23	34
D4	25	27	52				

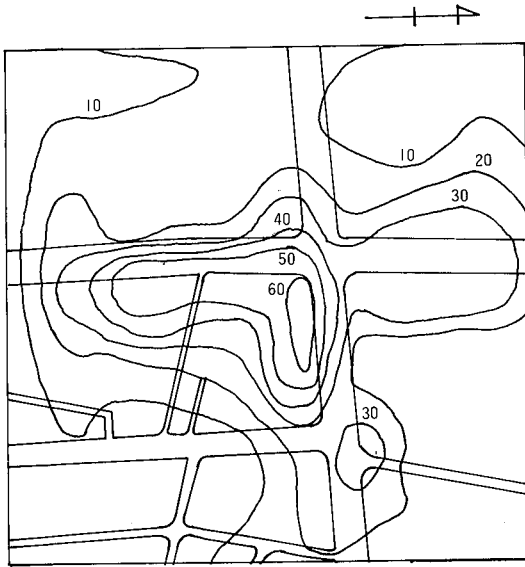


図3 NOの分布図(単位ppb)

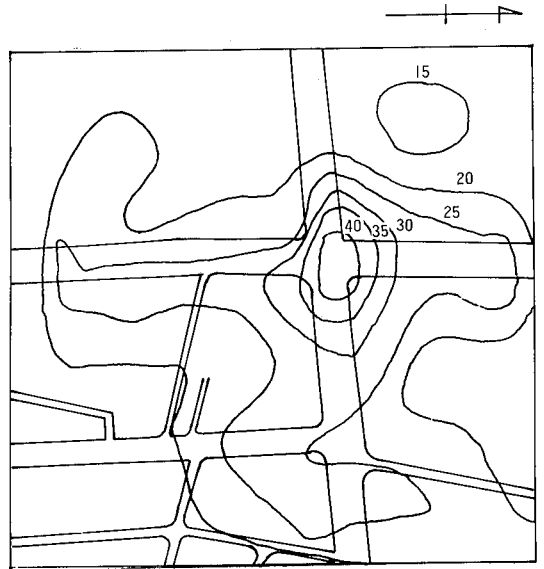


図4 NO₂の分布図(単位ppb)

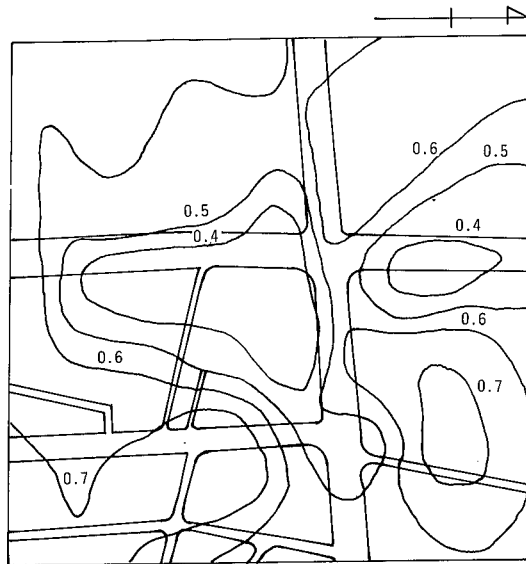


図5 NO₂/NO_xの分布図

3. 2. 4 NO、NO₂及びNO_x比 (NO₂/NO_x)の距離減衰について

国道7号線及び山王通りからのNO、NO₂及びNO_x比 (NO₂/NO_x)の距離減衰を図6～9に示す。なお、図中の横軸A2、B2等は、図1の調査地点に対応し、国道7号線道路端

または山王通り道路端から約50m間隔で離れた地点を示している。

前述3. 2. 2とも関連するが、これらの図を見ると山王通りの影響より国道7号線の影響が大きく、特に、図8～9に示されるようにC及びDブロックでは国道7号線の影響し

か受けていないことがわかる。

また、NO及びNO₂の減衰状況を見ると、NOは50~100mで急激に濃度が減少するのに対し、NO₂は150~200mで道路端のわずかに35~40%濃度が減少するだけである。NOについてはNO_x比からもわかるとおり、100mほどでほとんどNO₂に酸化されると考えられる。また、この距離は平均風速2.2m/sで計

算すると拡散時間にして1分以下であり、この距離内ではO₃との酸化反応のみを考えればよいことになる³⁾。

このように、自動車から排出された窒素酸化物のうち、NOは100m以内で消失し、2次汚染物質のNO₂となり、1次汚染物質のNO₂とともに一般環境に拡散していく。

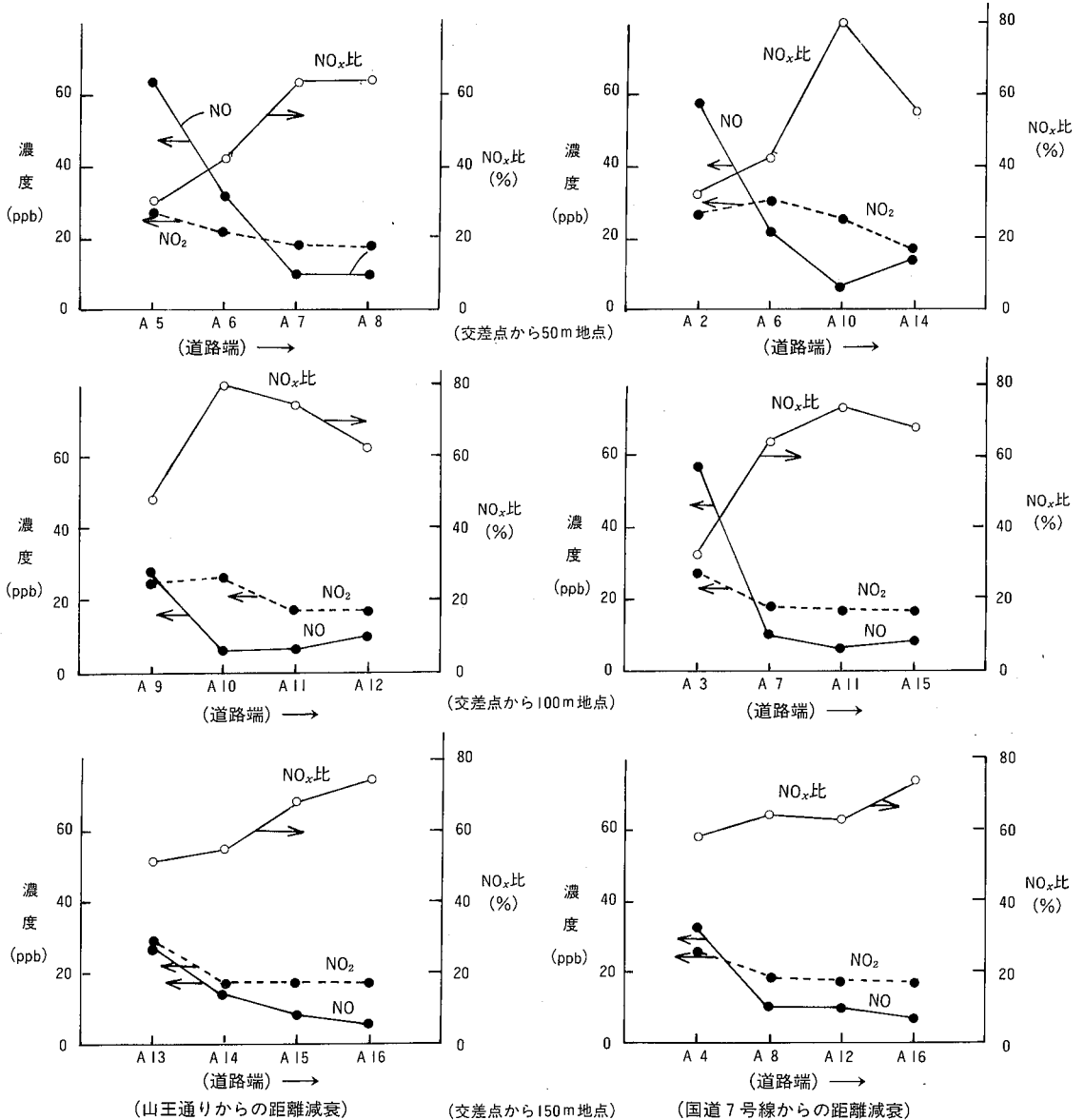


図6 NO, NO₂及びNO_x比(NO₂/NO_x)の距離減衰(Aブロック)

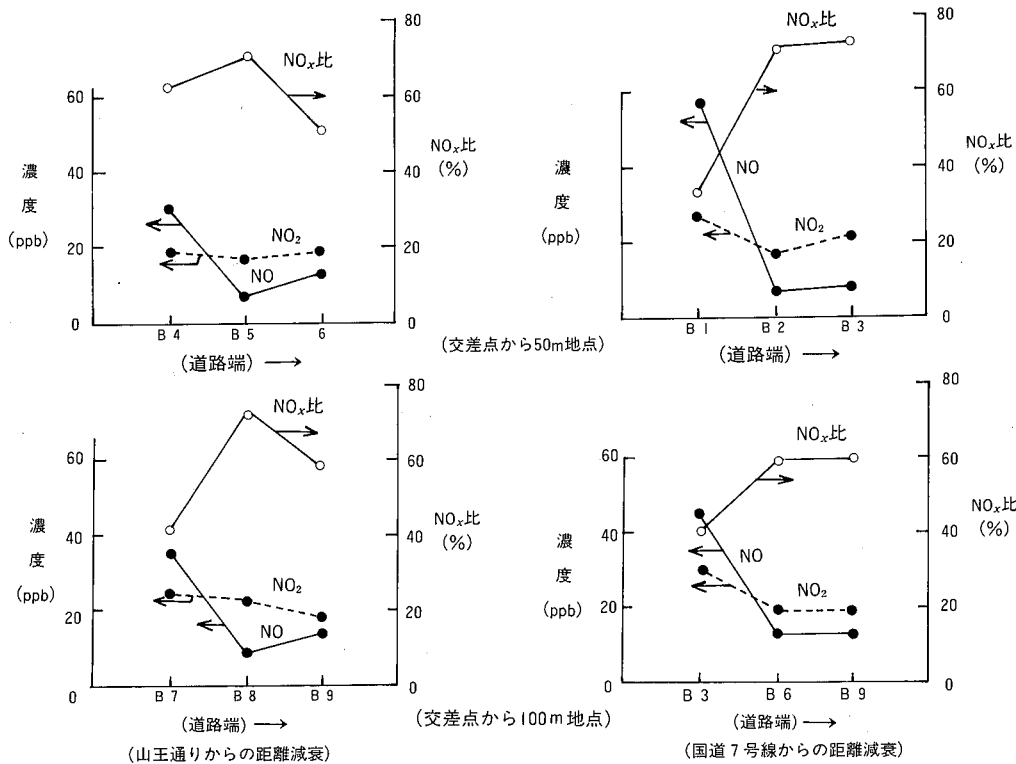


図7 NO, NO₂及びNO_x比(NO₂/NO_x)の距離減衰(Bブロック)

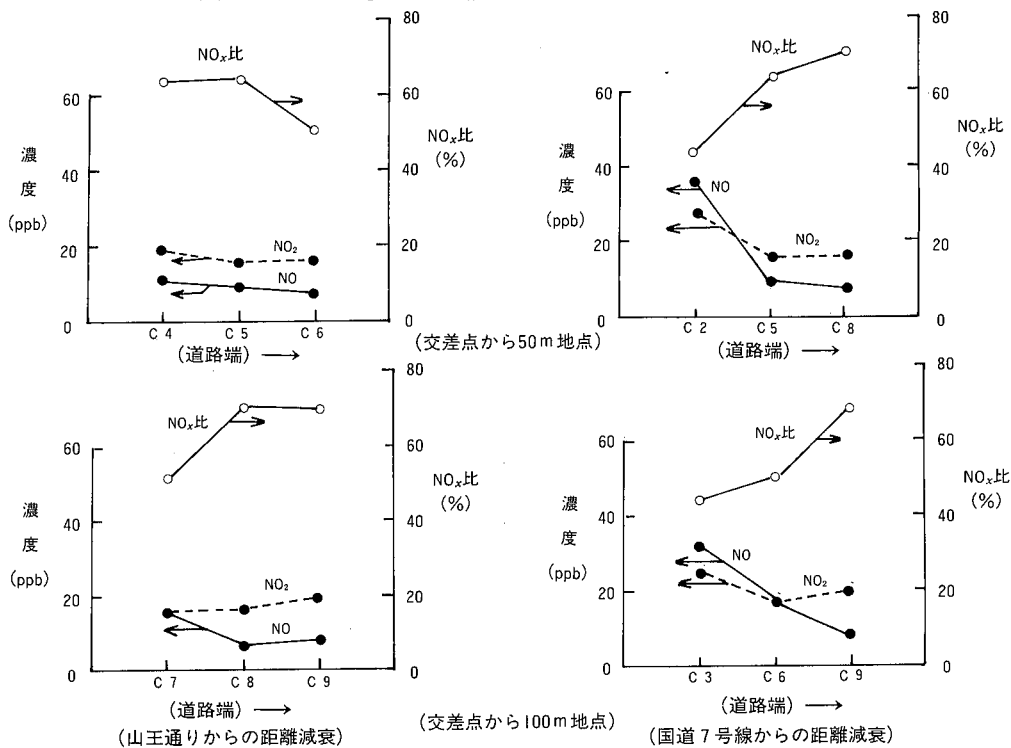


図8 NO, NO₂及びNO_x比(NO₂/NO_x)の距離減衰(Cブロック)

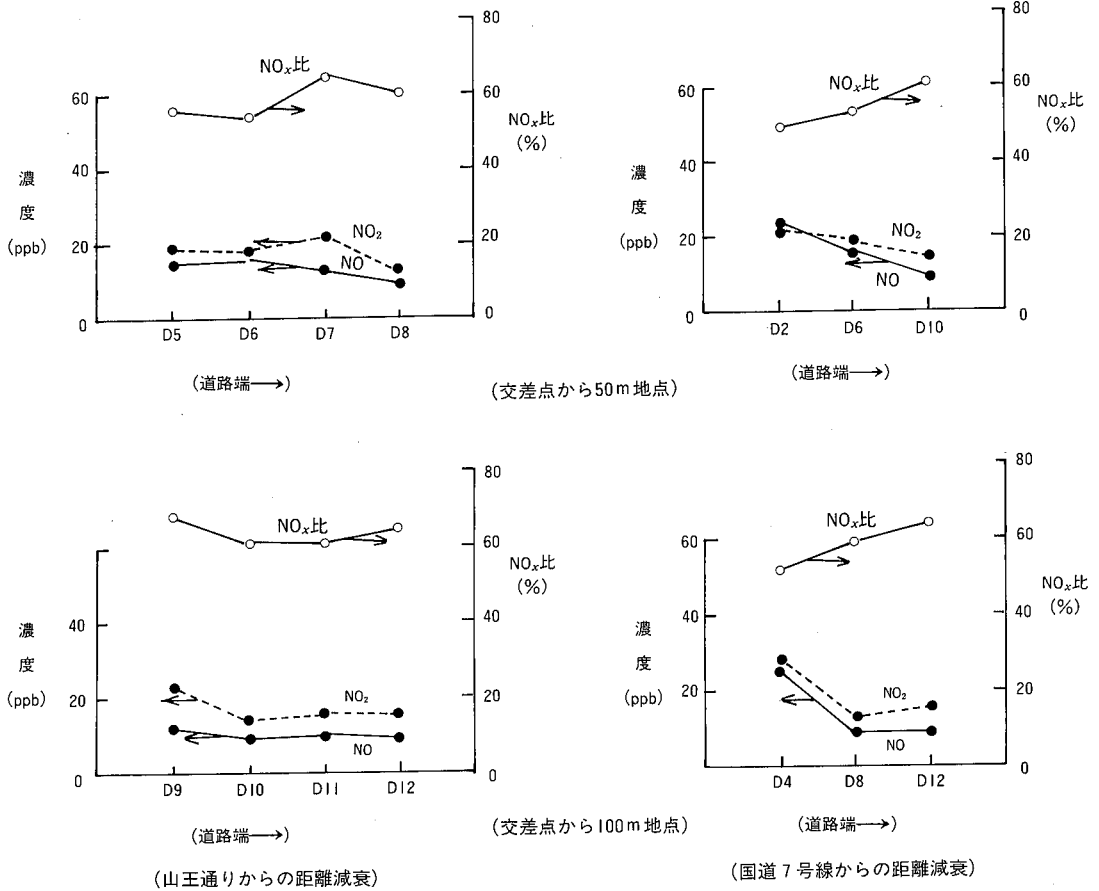


図9 NO, NO₂及びNO_x比(NO₂/NO_x)の距離減衰(Dブロック)

4 まとめ

- (1) NO及びNO₂を同時に測定できるNO_xサンプラーを用いることにより、簡便に窒素酸化物の分布状態を調査できた。
- (2) 調査地点である臨海十字路周辺においては国道7号線による影響が大きい。
- (3) NOは道路から100m以内でほぼ完全にNO₂に酸化され、1次汚染物質のNO₂とともに一般環境に拡散していく。

参考文献

- 1) 平野 耕一郎ほか (1985) : NO、NO₂簡易測定法, 分子拡散法によるNO、NO₂同時測定, 環境と測定技術, 12, 32~39
- 2) 佐々木 誠ほか (1988) : 沿道周辺における自動車排ガスの挙動に関する調査研究, 秋田県環境技術センター年報, 16, 75~82
- 3) 秋元 肇 (1985) : 大気中における窒素酸化物の化学的挙動, 第26回大気汚染学会講演要旨集, 91~99

梅雨明け時におけるSPM（浮遊粒子状物質）の高濃度現象について

佐々木 誠 久米 均 斎藤 学

1. はじめに

平成元年の梅雨明け時に、図1に示す本県の海岸部に位置する一般環境大気測定局（船川局、船越局（以上秋田県男鹿市）、本荘局（秋田県本荘市）でSPMが環境基準を超過した。そのため、高濃度の原因物質及び気象状況など高濃度をもたらす要因について検討した。

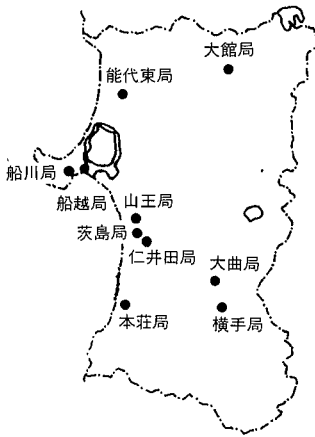


図1 県内の測定局位置図

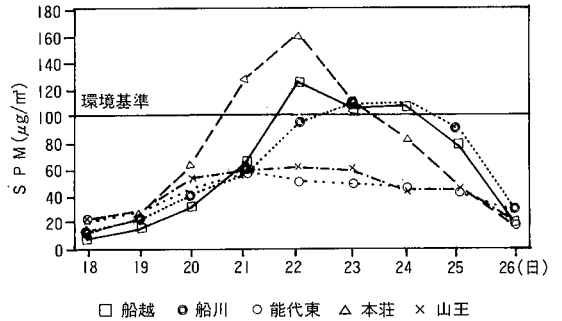


図2 SPM日平均値の推移
(1989年7月、海岸部)

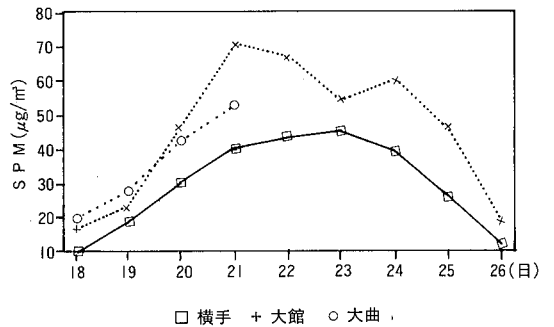


図3 SPM日平均値の推移
(1989年7月、内陸部)

2. SPM高濃度の状況

本県を含む東北地方の梅雨明けは7月21日（他地域は7月19日）であり、その前後の7月19日から25日夕刻にかけ、SPM濃度が上昇した。

この期間中の県内の海岸部及び内陸部のSPM日平均値は図2～図3のとおり、7月21日～23日にピークを持つ経日変化を示し、内陸部に比べ海岸部の濃度が高くなっている。

また、各都道県から提供していただいたSPMデータについては、北陸、東北、北海道及び関東の北部に同様の経日変化が見られた。図4～図5はそれぞれ日本海側及び太平洋側の経日変化を示している。

このように平成元年度のSPM高濃度現象は、同時期に広範囲に発生しており、日本海側の濃度の高いのが特徴である。

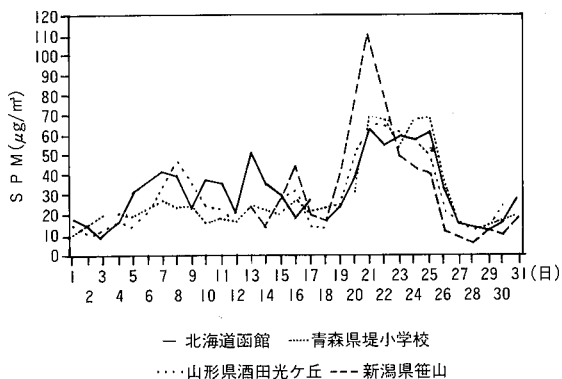


図4 SPMまたはSP日平均値の推移
(1989年7月、日本海側)

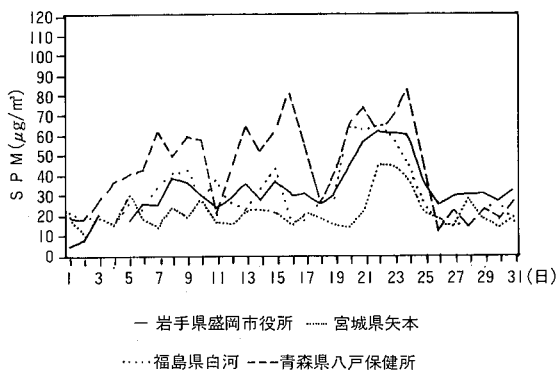


図5 SPM日平均値の推移
(1989年7月、太平洋側)

3. 高濃度の原因物質

高濃度をもたらした物質を調べるため、β線吸収法SPM自動測定機用ろ紙上に採取されたスポットの陽イオン、陰イオンの分析を行った。

分析に使用したろ紙は、秋田市内3局及び新潟県から提供していただいた3局について行なった。

また、補完調査のため、平成2年の梅雨明け時に船越局に3段(11μm以上、2.1~11μm、2.1μm以下)のアンダーセンエアースンプラーを設置し、石英繊維ろ紙上にエアロゾルを採取し、陰イオン、陽イオンを分析した。

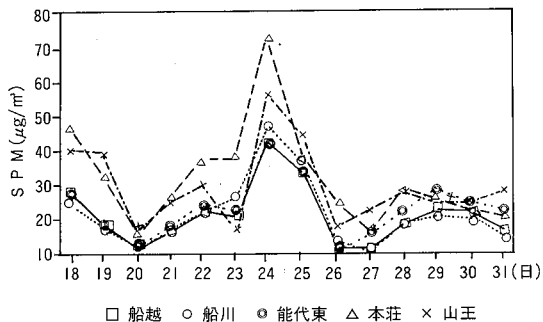


図6 SPM日平均値の推移
(1990年7月、海岸部)

平成2年の梅雨明けは7月23日であり、アンダーセンエアースンプラーによる測定は24日から雨の降りだした25日まで約28時間おこなった。

なお、平成2年の梅雨明け時のSPM濃度の日変化は図6のとおり、23日から24日にかけて濃度が高くなっている。

3. 1 原因物質の分析方法

SPM計の高濃度日及び通常日のろ紙上の1時間スポットを1つおきにポンチで12個ずつくりぬき、それぞれ陽イオン、陰イオンの分析試料とした。ブランクについても、同日のスポット以外の部分を検体と同数くりぬき試料とした。

また、アンダーセンエアースンプラーのろ紙は2分割し、それぞれ陽イオン、陰イオンの分析試料とした。

3. 1. 1 Na⁺、Mg²⁺及びCa²⁺イオン
くり抜いた12個のスポット及びアンダーセンエアースンプラーのろ紙の1/2をピーカーにとり、硝酸一過酸化水素で分解の後、ろ過し、25mlにメスアップ後、原子吸光度法でNa⁺、Mg²⁺、Ca²⁺イオンを分析した。

3. 1. 2 SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻及びNH₄⁺イオン

くり抜いた12個のスポット及びアンダーセンエアースンプラーのろ紙の1/2をそれぞれ25ml試験管及びビーカーにとり、純水20mlを加え15分間超音波抽出後、5種Cのろ紙でろ過後25mlにメスアップし、イオンクロマトグラフィで SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- イオンを分析した。

なお、 NH_4^+ についてはインドフェノール法で分析した。

3. 2 分析結果

3. 2. 1 SPM自動測定機のろ紙の分析結果

β 線吸収法で使用しているろ紙はガラス繊維のため、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 及び Cl^- の含有量が高く、ブランクとの明確な差は見いだせなかった。また、陽イオンについてPIXE法による分析も試みたがろ紙のブランクが高すぎや
はり分析できなかつた。

高濃度日と通常日における SO_4^{2-} 、 NO_3^- 及び NH_4^+ イオン濃度は表1に示すとおりであ

表1 SPM計ろ紙の分析結果について

測定局名	所在地	分析日	区分	SPM平均濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SO_4^{2-} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NH_4^+ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO_3^- ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
山王	秋田市	7.21	高濃度	60	10.3	2.9	0.3
		7.22		61	11.2	3.5	0.6
		7.15	通常日	26	3.0	0.6	0.6
		7.29		17	0.3	0.2	0.3
仁井田	"	7.22	高濃度	94	14.4	2.6	0.9
		7.23		83	18.6	2.3	0.8
		7.6	通常日	30	7.2	N D	0.3
		7.14		29	6.2	N D	0.6
茨島	"	7.21	高濃度	67	18.2	2.5	3.1
		7.22		65	15.1	2.5	3.1
		7.6	通常日	41	7.2	N D	1.0
		7.15		45	6.2	N D	0.7
松浜中学校	新潟市	7.21	高濃度	91	9.5	1.2	1.9
		7.15	通常日	24	2.5	0.3	1.0
		7.17		20	1.0	0.2	0.9
金鉢山公園	"	7.21	高濃度	79	15.6	3.3	1.2
		7.6	通常日	15	2.8	0.1	0.3
		7.15		17	4.7	0.4	0.4
糸魚川	糸魚川市	7.21	高濃度	56	10.7	3.2	0.6
		7.22		48	8.7	2.7	0.9
		7.16	通常日	36	3.8	0.5	0.6
		7.29		24	0.3	0.4	0.3

る。また、 SO_4^{2-} 、 NH_4^+ イオンとSPM日平均濃度との関係を図7～図8に示すが、表及び図から高濃度日には SO_4^{2-} 、 NH_4^+ イオン濃度が高いことがわかる。

なお、 NO_3^- については HNO_3 として揮散することもあり(後述)、今回の結果からは明確なことはいえない。

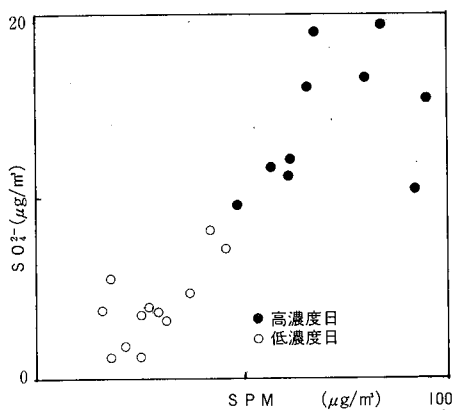


図7 SO_4^{2-} とSPMの散布図

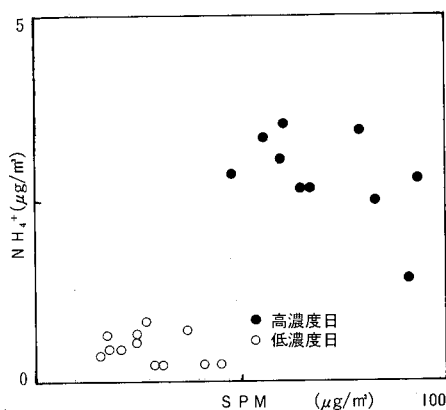


図8 NH_4^+ とSPMの散布図

表2 アンダーセンエアースンプラーにおける粒径分布及びイオン含有量について

粒径	濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	比率%	SO_4^{2-} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO_3^- ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NH_4^+ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
11 μm 以上	0	0	0	0	0
2.1～11 μm	9.9	21.7	0.8	0.5	N D
2.1 μm 以下	35.8	78.3	11.2	N D	3.0
計	45.7	100	12.0	0.5	3.0

3. 2. 2 アンダーセンエアースンプラー用ろ紙の分析結果

調査期間中のSPM自動測定機による平均濃度は $45.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、アンダーセンサンプラーでの濃度は $45.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

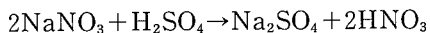
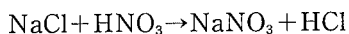
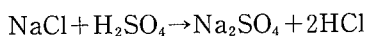
ア 粒径分布

各粒径毎の濃度は表2のとおりであり、 $2.1\mu\text{m}$ 以下が78.3%を占めている。

イ 各粒径毎のイオン成分

Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} イオンは検出されず、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 及び NH_4^+ イオンが検出された。各粒径ごとの濃度は表2のとおりであり、 SO_4^{2-} 及び NH_4^+ イオンが際だつて多い。

Cl^- や NO_3^- は H_2SO_4 の存在のもとで、



の反応により揮散すると言われており評価はできないが、 Na^+ が検出されなかったことから Cl^- への影響は考えにくい。

また、これらのイオンの総量は、全エアロゾル量の34%を占めている。その他の成分については分析していないが、炭素系エアロゾルと考えられる。

4. 結果及び考察

4. 1 梅雨明け時のSPM高濃度の原因物質及び粒径

SPM自動測定機のろ紙及びアンダーセンエアサンプラーのろ紙の分析結果から梅雨明け時のSPMには SO_4^{2-} と NH_4^+ が多く含まれ、これらの物質が高濃度の原因に大きく寄与していると考えられた。向井ら¹⁾の穂岐島でのバックグラウンド調査によれば、 SO_4^{2-} は年平均値で $3.59\mu\text{g}/\text{m}^3$ （7月は平均値で $3.27\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）であり、このデータに比較して梅雨明け時は明らかに高い値となっている。

また、アンダーセンエアサンプラーの粒径分布から $2.1\mu\text{m}$ 以下のエアロゾルがほとんどである。

4. 2 SO_4^{2-} と NH_4^+ の存在形態

SPM計ろ紙は Na^+ の含有量が多く Na^+ の分析はできなかったが、アンダーセンエアサンプラーのろ紙から Na^+ は検出されず、さらに $2.1\mu\text{m}$ 以下のエアロゾルが大部分を占めていることから^{2),3)}、検出された SO_4^{2-} は海塩由来ではなく2次粒子と考えられた。

図9はSPM計の SO_4^{2-} と NH_4^+ の関係を示している。図中の実線は SO_4^{2-} が $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 粒子として存在した場合の NH_4^+ と SO_4^{2-} の当量線であるが、実測 NH_4^+ は当量線に比べ概して少なく、また、当量 NH_4^+ に占める割合は20~84%と大きく変動している。

ろ紙がガラス繊維や石英繊維の場合、含まれる Ca^{2+} のため SO_4^{2-} と NH_4^+ の関係が明確でないとの報告もあるが、通常日にも他の測定局に比べ SO_4^{2-} の高い仁井田局や茨島局は硫酸使用工場の近くに位置し、人為由来の SO_4^{2-} が高いため当量比も低くなっているものと考えられる。また、アンダーセンエアサンプラーでは、 NH_4^+ が当量の68%であっ

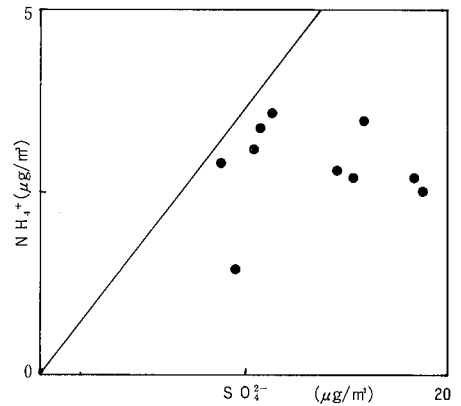


図9 SO_4^{2-} と NH_4^+ の散布図

たことから、梅雨明け時のSPMの SO_4^{2-} のうち、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ が70%程占め残りが硫酸ミストと考えられた。

4. 3 高濃度現象と気象との関係

図10~図12にこの期間の地上天気図を、図13に気圧の変化を示す。高濃度期間中の7月19日から25日までの気象について秋田地方気象台の日原簿等の資料をもとに整理すると次のようになる。

- ・この期間中降雨はない。
- ・地上風については卓越した風向はなく、海陸風が100%である。なお、25日には気圧の谷が近づき、夜半からSEもしくはSSEの卓越した風(WS 4~5 m/s)が吹き、同時に高濃度も解消。
- ・湿度が高く、期間中霞が発生し、視程障害を呈していた。
- ・上層までの温度分布をみると、安定状態である。

以上のことから高濃度は海陸風のため、海岸部に循環流が発生し⁴⁾SPMが蓄積されたこと、そして陸上及び海上に霞が発生していたことから、この霞がSPM高濃度の原因物質と考えられた。

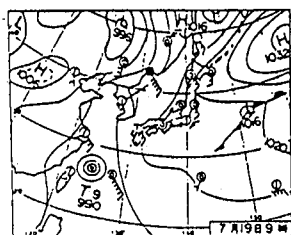


図-10 7月19日の
地上天気図

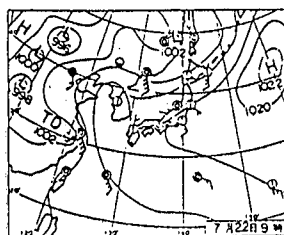


図-11 7月22日の
地上天気図

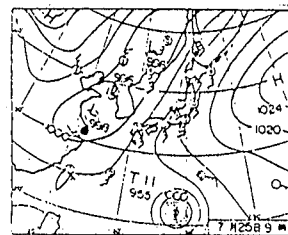


図-12 7月25日の
地上天気図

4. 4 霧とSPM

霧とは「微細な水滴」「湿った吸湿性粒子」⁵⁾と定義されており、大気中の湿度が大きく影響している。β線による浮遊粒子状物質自動測定機については80%程度までは水分の影響は認められないとの報告⁶⁾もあり、また、期間中の湿度からみて、水滴は生成しえないことからSPM濃度に大きな影響を与えたものとしては「湿った吸湿性粒子」が考えられる。

さらに、視程障害を呈するエアロゾルの粒径としては0.1~1 μmの粒子が影響するといわれており、この粒径の吸湿性エアロゾルとして(NH₄)₂SO₄、NaCl⁷⁾が代表的なものとなっている。

SPM自動測定機のろ紙や、アンダーセンエアサンプラー上のろ紙の分析結果から、梅雨明け時のSPMの大部分をNH₄⁺とSO₄²⁻が占めNa⁺が検出されなかったことから、吸湿性エアロゾルは、(NH₄)₂SO₄と考えられる。

海上ではアンモニア分が少ないと言われており、海上でSO₄²⁻は硫酸ミストとして存在し、海陸風のもとで陸上のアンモニアとの反応で大部分(NH₄)₂SO₄となったものと考えられる。

また、(NH₄)₂SO₄は湿度81%で液滴化する⁸⁾といわれており、秋田気象台の資料によれば、湿度81%を超えた日時は次のとおりである。

20日	24時 (85%)
21日	3時 (88%)、6時 (88%)、 21時 (80%)、24時 (85%)
22日	3時 (85%)、6時 (86%)、 21時 (81%)、24時 (88%)
23日	3時 (87%)、6時 (87%)、 21時 (82%)、24時 (86%)
24日	3時 (84%)、6時 (86%)、 24時 (84%)
25日	3時 (89%)、6時 (84%)

このことから、夜間から早朝にかけ液滴化は十分起こりえることがわかる。

図14~図15はこの期間中の船越局及び山王局のSPM濃度と相対湿度の経時変化であるが、SPM濃度は湿度の変化とよい一致を示している。

また、環境基準を超えた船川局、船越局は日本海につきでた男鹿半島に設置された測定局であり、これらの局は高濃度期間中は海からの風のみ吹いていたことから、高濃度をもたらした霧は海上で生成されたといえる。さらに図16は本荘局の21日19時 (SPM濃度361 μg/m³) から20日19時まで3時間毎に風を逆にたどった海跡線を示しているが、この図からも海上に高濃度の原因物質があったことがわかる。

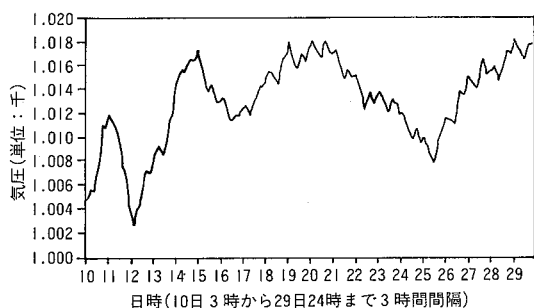


図13 気圧の推移

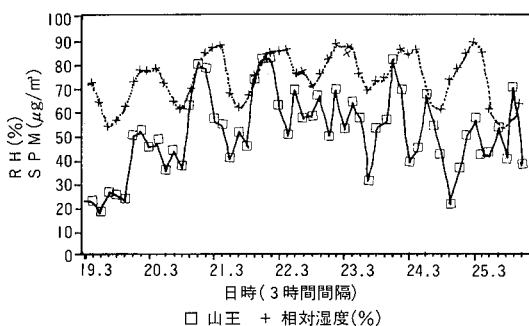


図15 SPM濃度と相対湿度の推移
(山王局)

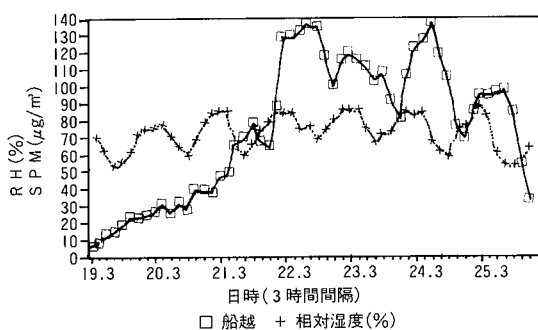


図14 SPM濃度と相対湿度の推移
(船越局)

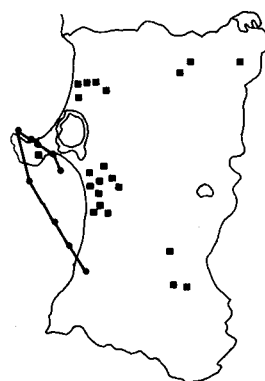


図16 本荘局における
20日19時～21日19時までの流跡線

4. 5 過去の梅雨明け時との類似性

1985年から1988年までの梅雨明け時のSPM日平均値の変化を図17～図20に示す。

4. 5. 1 1985年の梅雨明け時の状況

7月19日に梅雨が明けて、20日に雷雨があり、濃度が下がり、28日までは晴れた日が続き、濃度も高くなっている。28日から気圧の谷が近づき、卓越した風が吹き出し、濃度が低くなっている。

4. 5. 2 1986年の梅雨明け時の状況

7月28日に梅雨明け。25日雨の後8月3日まで晴で濃度も高くなっている。4

日に雨が降り、濃度が下がった。

4. 5. 3 1987年の梅雨明け時の状況

8月9日に梅雨明け。7日から9日は雨、10日から12日まで晴れた後13日から雨でSPMは減少している。

4. 5. 4 1988年の梅雨明け時の状況

7月31日に梅雨明け。28日まで雨が降り、4日まで晴で濃度も高くなっている。5日に雨のため濃度が下がっている。

以上のことから、過去のデータをみても濃度の違いはあるものの、梅雨明け時はやはりSPMの濃度が高くなっていることがわかる。

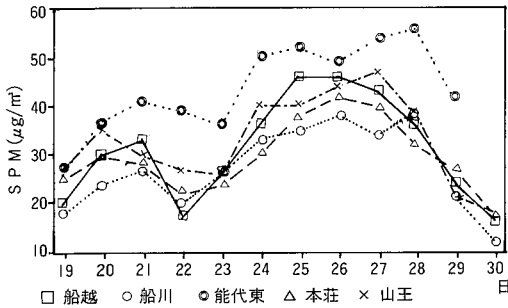


図17 SPM日平均値の推移
(1985. 7. 19~30)

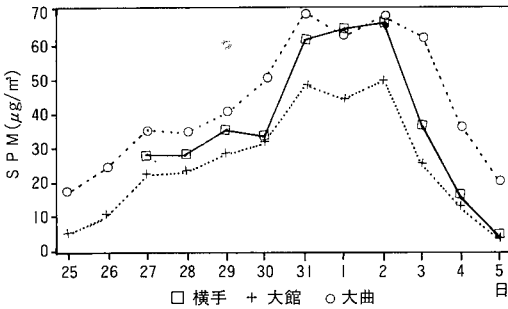


図18 SPM日平均値の推移
(1986. 7. 25~ 8. 5)

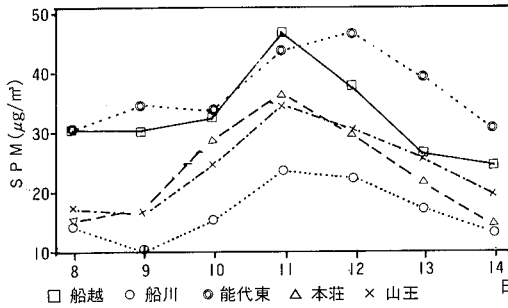


図19 SPM日平均値の推移
(1987. 8. 8~14)

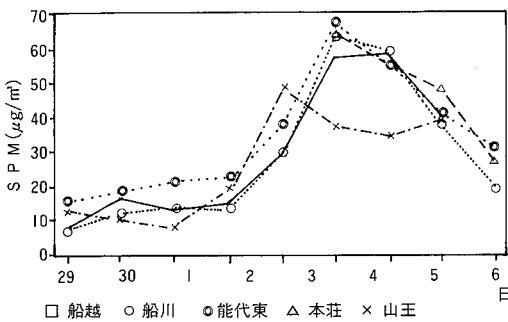


図20 SPM日平均値の推移
(1988. 7. 29~ 8. 6)

4. 6 SO₄²⁻イオンの由来について

以上のように、梅雨明け時には気象的な要因により、SPMの高濃度現象が生じることがわかった。

それでは、SPM中の2次物質であるSO₄²⁻はどこから由来したものであろうか。

SO₂からSO₄²⁻への酸化は気相及び液相反応がある。夏期には光化学反応が進みやすいため、エアロゾル中のSO₄²⁻は他の季節に比べて多いことは報告されている。しかし、梅雨明け時には湿度も高いことから、気相反応に加え液相反応も大きくなり、特に多くのSO₄²⁻が生成されたものと考えられる。

図21~図26は、1985年から1990年の船越局または船川局のSO₂、O_x及びSPまたはSPMの日平均値の経日変化である。1989年はSO₂の変化と一致しないがO_xの変化とはよく一致している。それ以外の年については低い濃度のレベルではあるがSO₂の変化と一致し、また、SPM濃度の上昇する前もしくは同時期にO_xも高くなっている。このように、梅雨明け時には低いレベルではあるが光化学反応が認められる。

なお、1986年の梅雨明け時のO_x及びSPM濃度の上昇について早狩ら⁹⁾は比湿及び発散の調査から、対流圏下層の長距離輸送による汚染気塊の移流の可能性を指摘している。しかし、過去の梅雨明け時のデータを見る限りにおいては、汚染気塊の移流と考えるより、光化学反応が激しくなり、O_xやSPMが上昇すると考えるほうがよさそうである。

いずれにしても、梅雨明け時の高濃度現象については、夏期における光化学反応性によるものか、汚染気塊の移流によるものか、SO₄²⁻がいずれの原因に由来しているかは今後より詳細な調査が必要である。

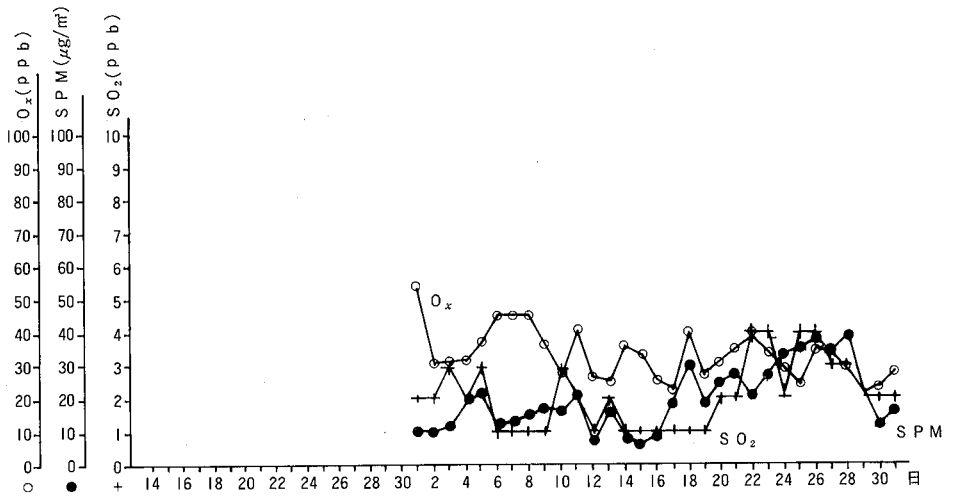


図21 日平均値の推移 (1985. 7. 1 ~ 7. 31、船川局)

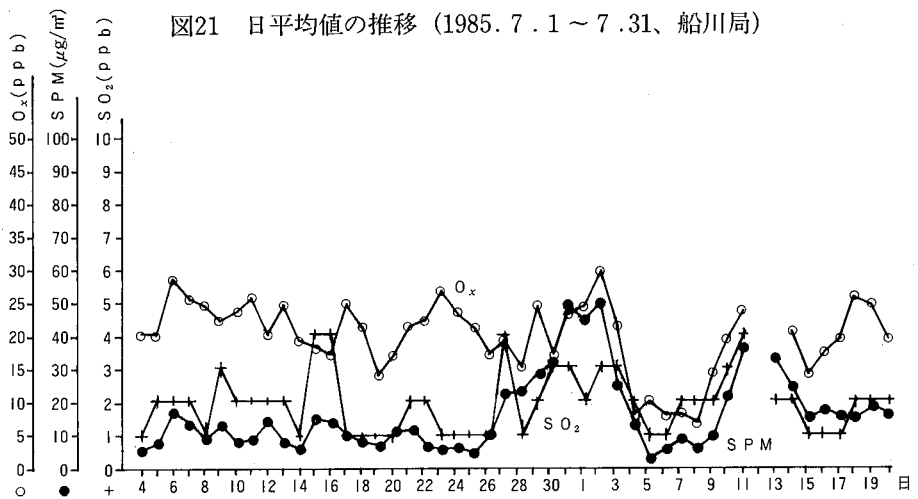


図22 日平均値の推移 (1986. 7. 4 ~ 1986. 8. 20、船川局)

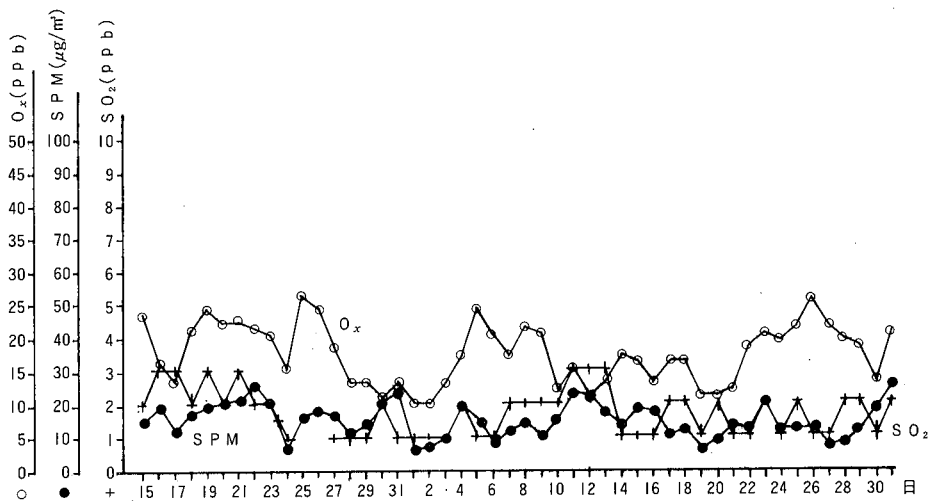


図23 日平均値の推移 (1987. 7. 15 ~ 8. 31、船川局)

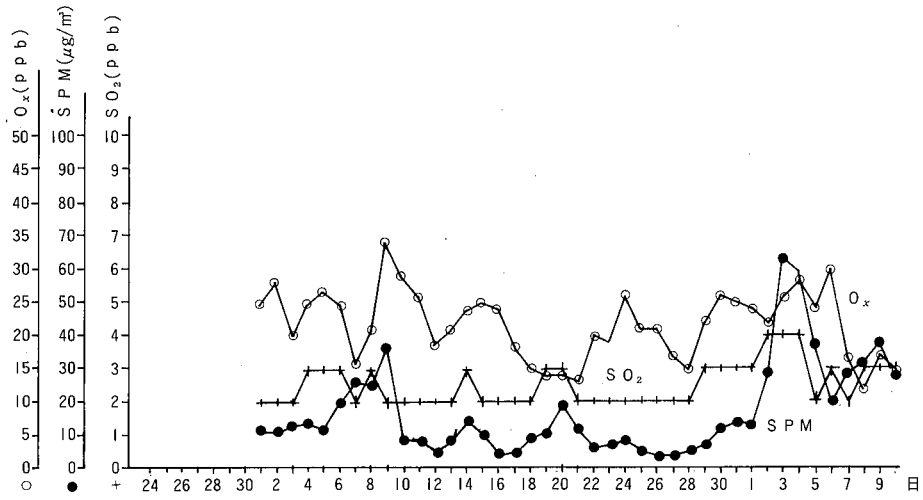


図24 日平均値の推移 (1988. 7. 1 ~ 8. 10, 船川局)

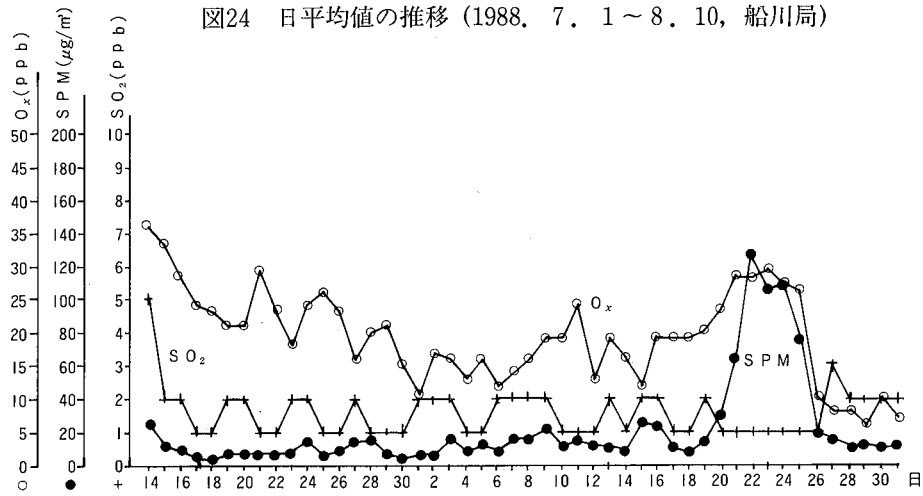


図25 日平均値の推移 (1989. 6. 14 ~ 7. 31, 船越局)

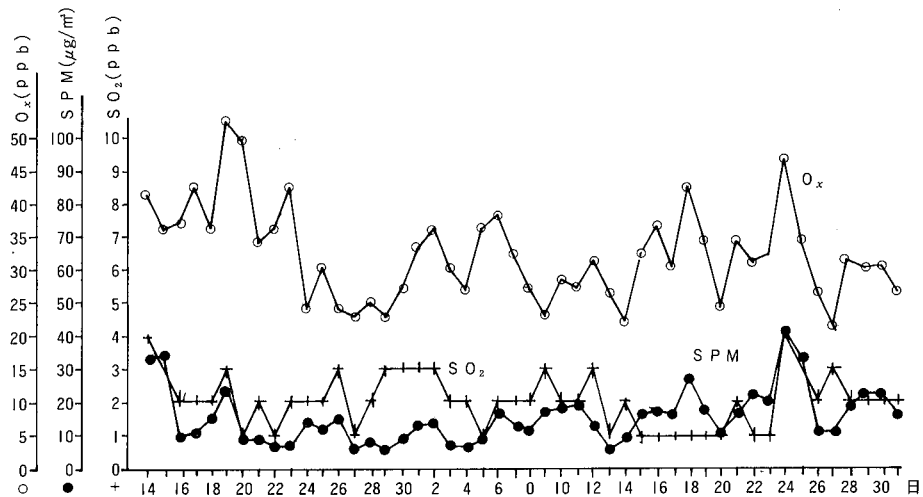


図26 日平均値の推移 (1990. 6. 14 ~ 7. 31, 船川局)

5. まとめ

平成元年度の梅雨明け時のSPM高濃度現象について、他都道県のデータ、SPM成分の分析や気象から原因を調べた。

- (1) この現象は同時期に広範囲に発生したものであり、特に日本海側(北陸、秋田県)で濃度が高く、海上で生成された霧が原因と考えられた。
- (2) SPM成分としては、 SO_4^{2-} 及び NH_4^+ が大きく高濃度に寄与しており、 SO_4^{2-} は2次粒子と考えられた。
- (3) 過去の梅雨明け時にも、濃度は低いが同様の現象が起きている。
- (4) 過去の梅雨明け時における O_x や SO_2 とSPMとの経日変化から、この現象には光化学反応が大きく影響していると考えられた。

謝 辞

本研究のため、SPM計のろ紙を提供いただいた新潟県をはじめ、データを提供して下さった関係都道県に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 向井人史ほか(1989)：隠岐島における大気粉じん成分の長期的変動，国立公害研究所研究報告，123，7-42
- 2) 田中茂ほか(1984)：都市大気中における粒子状物質、塩化物、硝酸塩、硫酸塩の大気濃度および粒度分布の季節的変動，大気汚染学会誌，19，104-113
- 3) 松本光弘ほか(1986)：田園都市地域におけるエアロゾルの無機イオン成分の粒度分布と挙動，大気汚染学会誌，21，501-511
- 4) 光本茂記(1980)：海陸風の構造とその中の拡散過程，国立公害研究所調査報告，14，53-65

- 5) 和達清夫：気象の事典，東京堂出版
- 6) 自動測定機器等の精度に関する研究（ダスト計）（昭和55年度環境庁委託調査），56年3月 兵庫県
- 7) 磯野謙治編：大気汚染物質の動態，東京大学出版会，P85-101(1979)
- 8) S・Kフリードランター：エアロゾルの科学，産業図書，P221(1983)
- 9) 早狩進ほか(1987)：北国における O_x とSPの夏期高濃度現象，第14回環境保全・公害防止研究発表会講演集，50