

VII 報 文

道路近傍における浮遊粉じん等の実態について（第6報）

高橋 浩* 斎藤 学
泉 博克

1 はじめに

近年、東北・北海道の積雪寒冷地を中心に、スパイクタイヤによる道路の摩耗及びそれに伴って生ずる浮遊粉じん等による生活環境の悪化が社会問題となっている。

本県においても、昭和58年11月に「スパイクタイヤ使用自粛指導要綱」を定めるなどして、この問題にとりくんでいる。

当センターでは、昭和57年度から浮遊粉じん等の実態調査を行い、これまでに、月変化、粒径分布、成分濃度、距離減衰、鉛直分布、これら相互の関係等について解明を試みてきた。⁵⁾

昭和62年度は、引き続き道路近傍における浮遊粉じん、浮遊粒子状物質濃度について調査を行った。

2 調査方法

2.1 調査地点

調査地点は図一1及び図一2の4地点で、その概要は表一1のとおりである。

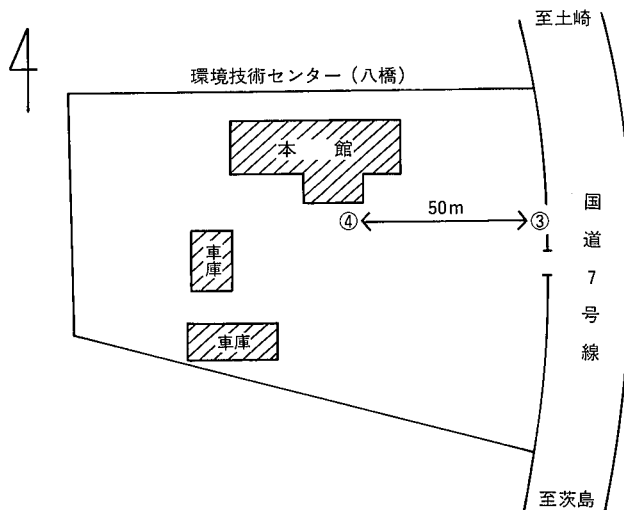
表一1 調査地点の概要

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	道路端からの距離(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	土崎自動車排出ガス測定局	土崎	局舎上	2	2	県道新屋土崎線	4	アスファルト	28,110
2	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	30,330
3	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	43,310
4	環境技術センター	八橋(50m)	地上(芝生)	50	0	—	—	—	—

(注) 交通量は昭和60年度道路交通センサスによる。



図一 1 調査地点(1)



図一 2 調査地点(2)

2. 2 調査時期及び調査内容

調査時期は昭和62年10月、12月、昭和63年1月、3月であり、調査内容は表一2のとおりである。

表一2 調査内容

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

3 調査結果及び考察

3. 1 浮遊粉じん濃度

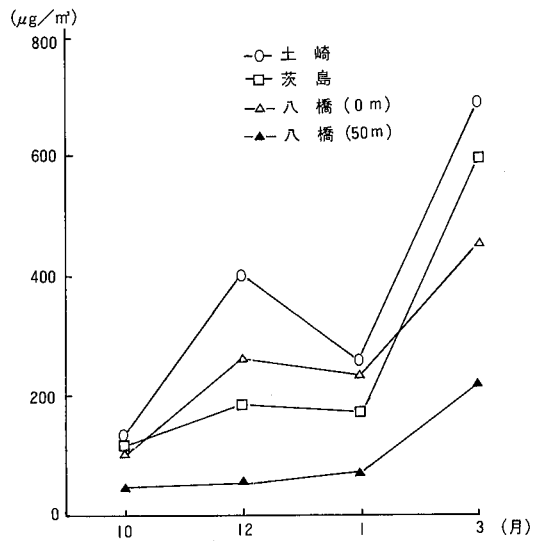
各調査地点における浮遊粉じん濃度の経月変化は表一3及び図一3のとおりである。

表一3 浮遊粉じん濃度の経月変化

年/月 地点名	62/10	62/12	63/1	63/3
土崎	130 (84~161)	400 (72~884)	260 (46~531)	692 (122~1,264)
茨島	129 (91~188)	187 (40~383)	172 (50~305)	596 (152~1,021)
八橋(0m)	118 (91~185)	263 (82~385)	235 (89~561)	456 (63~733)
八橋(50m)	50 (45~60)	53 (30~73)	74 (40~170)	223 (34~454)

注1 単位は $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

注2 ()内は最低~最高値である。



図一 3 浮遊粉じん濃度の経月変化

浮遊粉じん濃度は、雪が融け路面が乾燥状態となった3月が最も高く456~692 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で、12月、1月の2~3倍程度であった。スパイクタイヤ非装着期の10月と比較すると、3月は4~5倍、12月、1月は1.5~2倍であった。

道路端からの距離と濃度の関係を見ると、八橋50m地点で3月にわずかに道路粉じんの影響が認められるが、他の月は非装着期の濃度レベルである。

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一4及び図一4のとおりである。

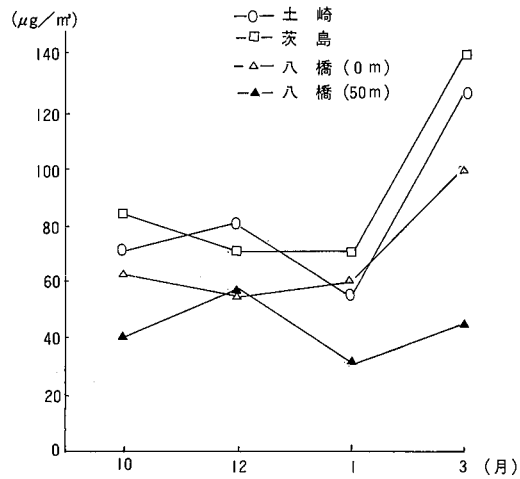
浮遊粒子状物質濃度は、浮遊粉じん同様、3月が最も高く45~140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であったが、他の月は非装着期の濃度とほとんど変わらない。

道路端からの距離と濃度の関係を見ると、3月に0m地点で道路粉じんの影響が認められるが、50m地点では何れの月も濃度に大差ない。このことから50m地点では浮遊粒子状物質濃度に対する道路粉じんの影響は小さいと推測される。

表一 4 浮遊粒子状物質濃度の経月変化

年/月	62/10	62/12	63/1	63/3
土 崎	71	80	55	126
茨 島	84	69	70	140
八 橋 (0 m)	63	55	60	99
八 橋 (50 m)	41	58	32	45

注 単位は $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。



図一 4 浮遊粒子状特物質濃度の経月変化

4 まとめ

浮遊粉じん濃度は、路面が露出乾燥状態となった3月は12、1月の2～3倍、スパイクタイヤ非装着期の10月の4～5倍であった。

浮遊粒子状物質濃度は、浮遊粉じんが高値を示した3月にやや上昇したが、他の月は非装着期と変わらない濃度で推移している。

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)

降雪成分に関する調査研究

齋藤 学 江川 義則
泉 博克 高橋 浩*

1 はじめに

酸性雨に関する調査は、全国各地で実施されており、当センターでも県内酸性雨の現況や、雨水成分の地域特性について報告をしてきた。^{1~4)}

しかし、酸性雪に関しては、融雪水の環境への影響が欧米で報告されているにもかかわらず^{5~7)}全国的に調査研究報告が少ない状況となっており、多雪地帯の当県においては、その現況把握が必要とされていた。

今年度、当センターでは県内における降雪成分の調査を実施し、降雪の酸性化の状況を明らかにするとともに、積雪の成分調査もあわせて行ったので、その結果について報告する。

2. 調査方法

2. 1 調査期間

降雪成分調査：昭和62年12月23日～昭和63年3月2日

積雪成分調査：採取日 昭和63年2月17日

2. 2 調査地点と地点概況

図-1に、降雪成分の調査地点を示した。

また、表-1には、地点の概況を示した。

図-2に、積雪成分調査の積雪採取地点を示した。

また、表-2には、地点の概況を示した。

2. 3 採取方法

降雪成分調査は、二週間単位の降雪を次の五期に区分して採取した。

一期 昭和62年12月23日～昭和63年1月6日

二期 昭和63年1月6日～昭和63年1月20日

三期 昭和63年1月20日～昭和63年2月3日

四期 昭和63年2月3日～昭和63年2月17日

五期 昭和63年2月17日～昭和63年3月2日

※現生活環境部環境保全課

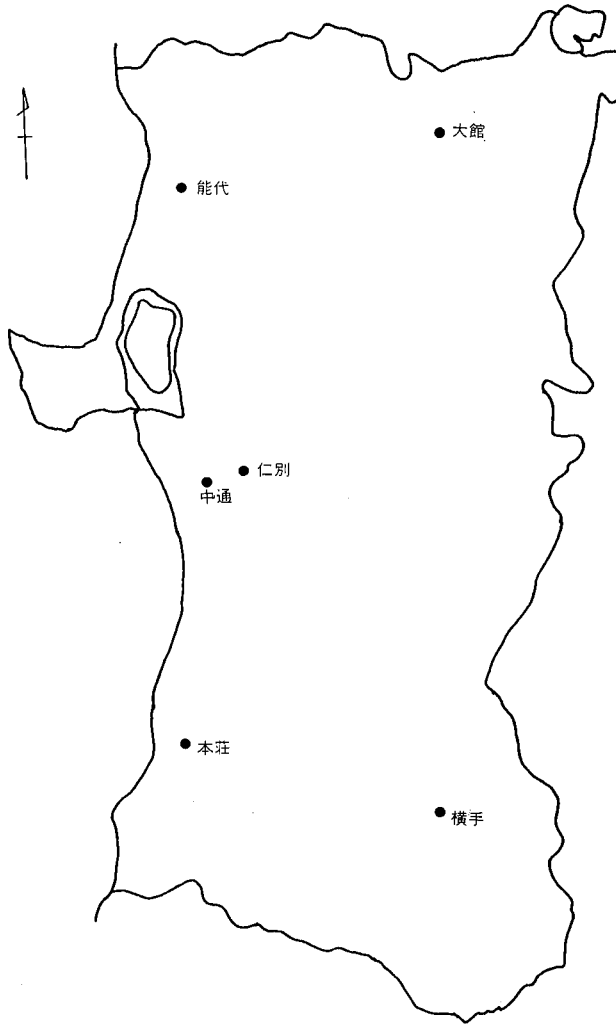


図-1 降雪採取地点

表-1 降雪調査地点と地点の概況

地点名	採取器設置場所	地点の概況
中通	秋田市 秋田保健所屋上	海岸から約5km, 市内商業地域
仁別	秋田市 旭川ダム管理事務所屋上	海岸から約12km, 近山間部
大館	大館市 大館保健所屋上	海岸から約45km, 内陸の市街地
能代	能代市 山本総合庁舎屋上	海岸から約2km, 市街地
本荘	本荘市 本荘保健所地上	海岸から約1.5km, 市街地
横手	横手市 横手保健所屋上	海岸から約50km, 内陸の住宅地

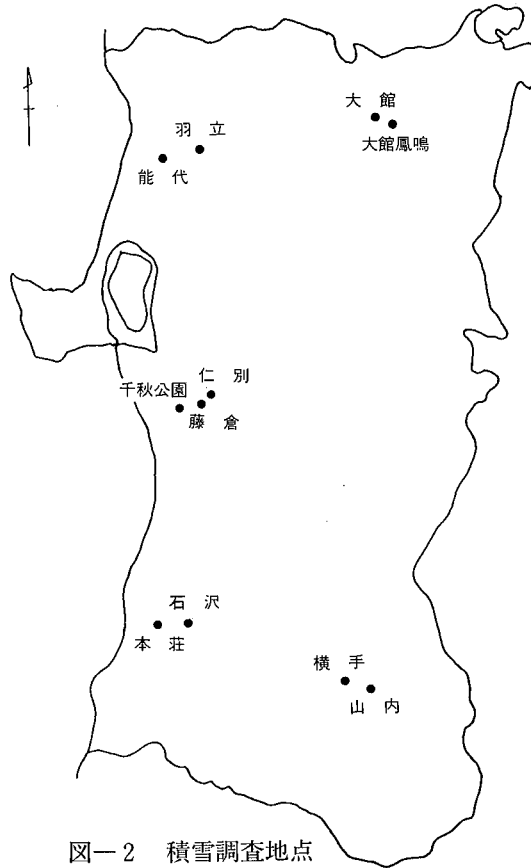


図-2 積雪調査地点

表-2 積雪採取地点と地点の概況

地点名	採取場所	地点の概況
千秋公園	秋田市中通千秋公園広場	秋田保健所より0.5km北側の公園内広場
仁別	秋田市旭川ダム管理事務所	降雪調査地点と同じ
藤倉	秋田市藤倉山の家	仁別地点より約1.5km南西の近山間部
大館	大館市大館保健所	降雪調査地点と同じ
大館鳳鳴	大館市大館鳳鳴高校グラウンド	大館地点より約2km南東の住宅地
能代	能代市山本総合庁舎	降雪調査地点と同じ
羽立	能代市郊外の羽立	能代地点より約10km東の水田地帯
本荘	本荘市本荘保健所	降雪調査地点と同じ
石沢	本荘市郊外の石沢小学校	本荘地点より約10km南東の水田地帯
横手	横手市横手保健所後の公園	降雪調査地点と同じ
山内	山内村板井沢果樹園	横手地点より約4km南東の畑地帯

また、図-3には降雪採取器を示した。

積雪成分調査は、積雪最大期の昭和63年2月17日に積雪を採取した。採取は塩ビ筒（径250mm、長さ1,500mm）を積雪に垂直に打ち込み、取り出した円柱状の積雪を地面側から300mmごとに切断して、各層ごとの分析試料とした。

採取した試料は、降雪および積雪ともポリエチレン袋に入れて持ち帰り、室温融解後メンブランフィルター（孔径 $0.8\mu\text{m}$ ）でろ過してから分析に供した。

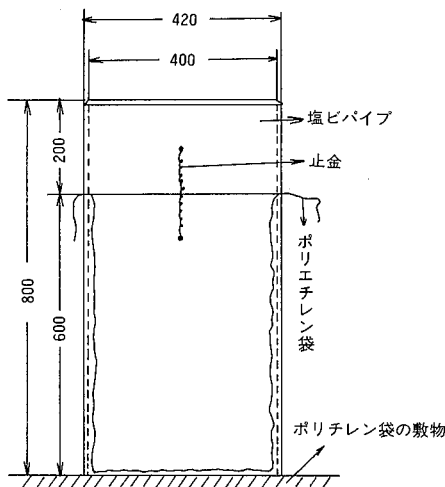


図-3 降雪採取器

2. 4 分析方法

分析は、次の方法で行った。

pH：ガラス電極法

導電率 (EC)：導電率計 (単位 $\mu\text{s}/\text{cm}$)

SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- ：イオンクロマトグラフィー法 (単位 $\mu\text{g}/\text{ml}$)

Na^+ , K^+ , Mg^{2+} ：原子吸光法 (単位 $\mu\text{g}/\text{ml}$)

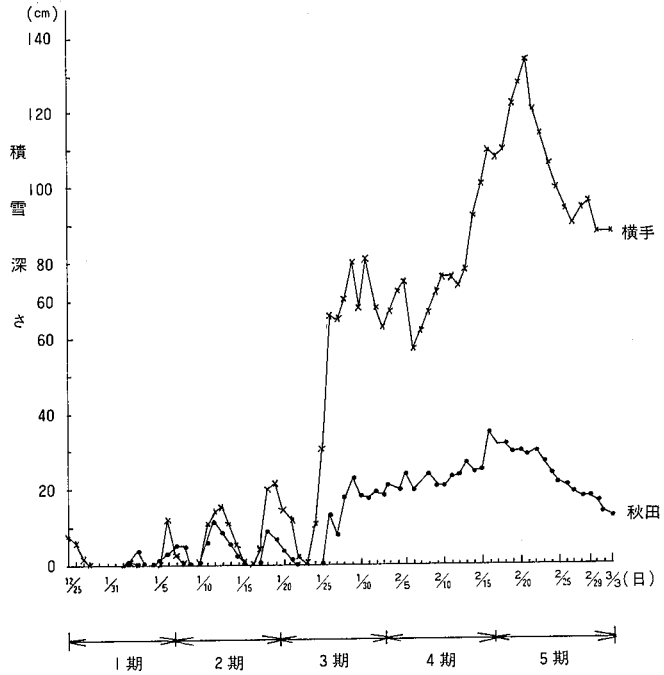
NH_4^+ ：インドフェノール法 (単位 $\mu\text{g}/\text{ml}$)

3. 結果および考察

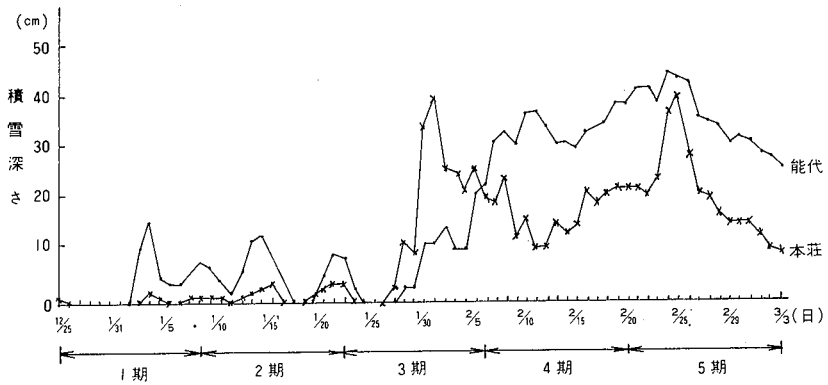
3. 1 降雪成分調査結果

(1) 降雪の採取状況と積雪深さの推移

図-4に、主な市の積雪深さの推移を示したが⁸⁾、各市とも三期目の上旬までは暖冬の影響で雪不足が続き、積雪がゼロとなる日もあった。特に一期目は、雪よりも雨の日が多く、また路面が乾燥して道路粉じんが舞い上がる日もあった。積雪深さが最大となったのは、各市とも2月15日から2月22日頃で、最大積雪深さは横手市の136cm、他市は35~46cm程度であった。



図一 4 積雪深さの推移(1)



図一 4 積雪深さの推移(2)

(2) 測定結果の概要

表一 3 に降雪成分の測定結果と全測定値の基本統計量を示した。

pHの測定値は、4.31~7.01の範囲に分布し、全測定値の単純平均値は5.55であった。pH5.6以下を酸性雪とすれば、全体の60%は酸性雪となっていた。

ECの測定値は39.8~220.0 $\mu\text{s}/\text{cm}$ と範囲が大きく、単純平均値は92.25 $\mu\text{s}/\text{cm}$ であった。

イオン成分濃度は、Cl⁻、Na⁺の濃度が高く、ついでSO₄²⁻、Ca²⁺の順となっていた。

また、Na⁺を指標として算出したEx.SO₄²⁻ (過剰SO₄²⁻)は、1.43~10.29 $\mu\text{g}/\text{ml}$ の範囲にあり、単純平均値は6.80 $\mu\text{g}/\text{ml}$ となったことから、Ex.SO₄²⁻はSO₄²⁻のうち約62%、海塩由来のSO₄²⁻は38%であった。

ろ紙上残留物である不溶解性成分量は253~7,250 mg/m^2 で、測定項目中、最も変動幅が大きかった。

(3) 雨水成分調査結果との比較

表一 4 には、前年度に今回の降雪調査と同じ地点で行った中通、仁別地点の梅雨期の雨水成分調査結果を示し、降雪成分調査結果との比較をしてみた。

pHについてみると、仁別地点の差異は小さいが、中通地点では降雪が雨水より高い値を示した。

イオン成分濃度についてみると、中通、仁別地点とも、すべての項目で降雪の成分濃度が高かった。特に海塩由来のNa⁺、Cl⁻、Mg²⁺の成分濃度においては、13~26倍という違いがみられた。これは、採取方法が異なることにもよるが、降雪期における強風を伴った日本海からの季節風が、海塩粒子を多く含んだ降雪をもたらすことに起因しているものと考えられた。

また、Ex.SO₄²⁻の比率は雨水が92~96%に対し、降雪は64%となっており、梅雨期と降雪期の差異は、約30%にもおよんでいた。

表一3 測定結果と基本統計量

(n=30)

測定結果	中 通	min ~max	pH	EC μS/cm	SO ₄ ²⁻ μg/ml	NO ₃ ⁻ μg/ml	Cl ⁻ μg/ml	NH ₄ ⁺ μg/ml	Ca ²⁺ μg/ml	Mg ²⁺ μg/ml	K ⁺ μg/ml	Na ⁺ μg/ml	ExSO ₄ ²⁻ μg/ml	不溶解成分 mg/m ²	降水量 mm
測定結果	4.68 ~7.01	94.2 ~125.1	6.76 ~10.03	1.08 ~1.95	17.30 ~23.78	0.61 ~1.59	1.41 ~7.88	1.24 ~1.55	0.58 ~1.99	9.60 ~13.90	3.64 ~7.51	253 ~7,250	1.5 ~75.6		
仁別	4.31 ~4.69	58.7 ~88.6	3.86 ~6.61	0.86 ~1.57	10.70 ~15.90	0.26 ~0.64	0.78 ~1.80	0.78 ~1.79	0.39 ~1.80	5.63 ~10.20	2.14 ~4.67	305 ~1,090	30.7 ~77.9		
大館	5.08 ~6.35	43.3 ~97.2	3.30 ~11.30	0.88 ~2.00	5.84 ~20.50	0.45 ~1.08	1.32 ~4.13	0.48 ~1.56	0.31 ~1.58	3.39 ~12.00	2.01 ~10.29	791 ~2,870	15.9 ~69.0		
能代	4.66 ~6.03	54.2 ~220.0	3.44 ~14.50	0.64 ~2.28	11.0 ~48.10	0.75 ~2.36	1.66 ~4.42	0.79 ~3.62	0.60 ~2.57	6.19 ~29.33	1.89 ~7.14	331 ~5,260	17.3 ~56.7		
本荘	5.23 ~6.89	76.6 ~185.7	5.49 ~11.26	0.88 ~2.15	14.70 ~39.28	0.26 ~1.41	1.90 ~6.26	1.10 ~2.71	0.77 ~1.73	8.27 ~21.57	2.48 ~5.85	828 ~5,040	20.5 ~82.6		
横手	5.05 ~6.50	39.8 ~69.8	2.55 ~5.25	~0.64 ~1.61	7.36 ~15.50	0.36 ~0.97	0.51 ~3.02	0.56 ~1.03	0.29 ~0.55	4.48 ~8.26	1.43 ~3.98	789 ~3,680	572 ~1,871		
基本統計量	4.31	39.8	2.55	0.64	5.84	0.26	0.51	0.48	0.29	3.39	1.43	253	1.5		
最	7.01	220.0	14.50	2.28	48.10	2.36	7.88	3.62	2.57	29.33	10.29	7,250	187.1		
大	5.55	92.25	6.80	1.41	18.26	0.85	2.50	1.34	0.90	10.31	4.22	2,091	55.7		
平	0.80	42.86	2.83	0.44	9.95	0.52	1.77	0.72	0.58	5.80	2.00	1,836	35.9		
標準偏差	0.16	1.10	0.72	-0.09	1.17	1.43	1.32	1.26	1.15	1.36	0.89	1.09	1.71		
※ひずみ	1.73	4.05	3.04	2.20	4.11	4.69	4.24	4.59	3.50	4.98	3.86	3.21	7.16		

※ひずみ S=0 対象な分布 ※※とがり K=3 正規分布
 S>0 右にすそをひく分布 K>3 ピークが高くとがり、すそが長い分布
 S<0 左にすそをひく分布 K<3 ピークが扁平で、すそが短い分布

表—4 雨水成分と降雪成分の比較

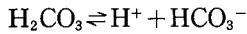
地点	調査区分	pH	EC	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Ex.SO ₄ ²⁻	Ex.SO ₄ ²⁻ SO ₄ ²⁻ ×100
中 通	雨水調査	4.60	17.9	2.39	0.69	0.86	0.38	0.35	0.09	0.10	0.43	2.29	96%
	降雪調査	6.24	107.8	7.84	1.58	20.23	0.91	4.42	1.38	1.17	11.17	5.05	64%
仁 別	雨水調査	4.60	14.9	1.85	0.54	0.77	0.20	0.18	0.06	0.10	0.56	1.71	92%
	降雪調査	4.50	72.3	5.30	1.35	12.92	0.44	1.10	1.08	0.77	7.52	3.41	64%

単位はpHがなし、ECが μ s/cm、他は μ g/ml

(4) 降雪成分のイオンバランス

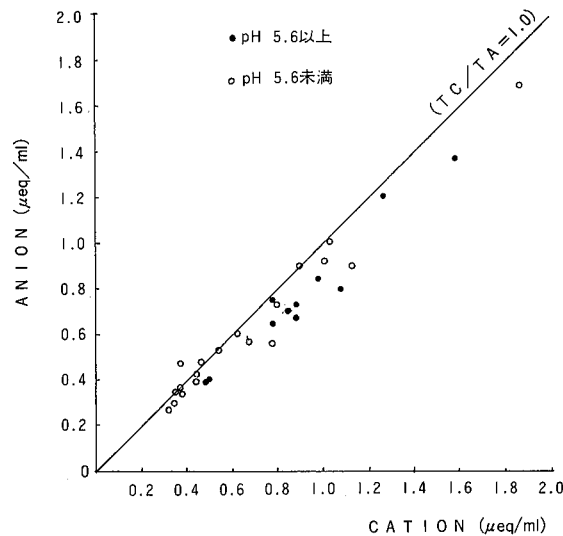
図一五に、全試料についてのイオンバランスを示した。前報⁴⁾までの雨水のイオンバランスと比較すると、カチオンがやや過剰であった。また、pHが高い試料にカチオンが若干過剰となる傾向がみられた。

玉置らによると、pHの中性域では、



の平衡により、アニオンとしての HCO_3^- の寄与が大きくなるという報告があり⁹⁾、実際に主な試料について HCO_3^- の濃度を測定してみた結果、溶存が認められた。

このことから、雨水により降雪成分のイオンバランスが、カチオン過剰側に崩れた要因として、今回の降雪調査のpHが、雨水調査のpHより相対的に高いため、降雪中の未測定の HCO_3^- が雨水中より多く溶存していたことによるものと推定された。



図一五 降雪のイオンバランス

(5) 測定項目間の相関係数

表一五には、測定項目間の相関係数を示した。強い相関を示したのは $\text{Na}^+ - \text{Cl}^-$ 、 $\text{Na}^+ - \text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Na}^+ - \text{EC}$ 、 $\text{Cl}^- - \text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^- - \text{EC}$ 、 $\text{Mg}^{2+} - \text{EC}$ で、海塩由来成分の相互間と、ECの関係が主となり、相関係数は0.95以上であった。

また、ECは不溶性成分を除いたすべての項目と有意な相関を示した。

pHと有意な相関を示したのは、 Ca^{2+} と不溶性成分間で、いずれも1%有意水準での相関を示した。

表一5 測定項目間の相関

n=30

	pH	EC	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺	Ex.SO ₄ ²⁻	不溶解 性成分	降水量
pH	1.000												
EC	0.223	1.000											
SO ₄ ²⁻	0.174	**	1.000										
NO ₃ ⁻	0.348	**	**	1.000									
Cl ⁻	0.196	**	**	*	1.000								
Na ⁺	0.154	**	**	**	**	1.000							
K ⁺	0.320	*	0.326	**	*	0.443	1.000						
Ca ²⁺	0.776	**	**	**	*	0.409	0.636	1.000					
Mg ²⁺	0.130	**	**	*	**	0.977	0.468	0.397	1.000				
NH ₄ ⁺	0.116	**	**	*	**	0.510	0.226	0.387	0.577	1.000			
Ex.SO ₄ ²⁻	0.133	**	**	**	**	0.318	0.138	0.429	0.352	0.700	1.000		
不溶解 性成分	0.653	0.240	0.116	0.361	0.273	0.274	0.423	0.489	0.204	-0.086	-0.035	1.000	
降水量	-0.203	*	**	**	*	-0.341	-0.097	-0.377	-0.364	-0.511	-0.573	0.100	1.000

* 5%有意 ** 1%有意

(6) イオン成分濃度の地域特性

表一 6 に、各地点の成分濃度を降水量で重み付けした地点別平均値を示した。

pH は、秋田市の仁別地点が最も低く、同じ秋田市の中通地点が 6.24 と最も高い値を示した。他市の地点の平均は、5.41~5.93 と範囲が小さいのに対し、秋田市の 2 地点の差異が大きい特性を示した。

EC の平均値についてみると、最も高い値を示したのは能代地点の $120.6\mu\text{s}/\text{cm}$ 、ついで本荘、中通地点で、最も低い値を示したのは横手地点の $55.0\mu\text{s}/\text{cm}$ であった。能代地点の降雪の EC は、横手地点の約 2 倍強であった。

イオン成分濃度の平均値についてみると、 Cl^- と Na^+ は地点間の差異が大きく、特に Cl^- では、最も高い値を示した能代地点と、最も低い値を示した横手地点における差が $14.38\mu\text{g}/\text{ml}$ あった。

Ca^{2+} の平均値は、中通地点が最も高く、仁別地点が最も低い値を示した。中通地点の Ca^{2+} 濃度は、仁別地点の 3.5 倍となっていた。

その他のイオン成分濃度は、地点間の差異が小さく、特に NO_3^- が小さい傾向を示した。

また、 Ca^{2+} を除くと、能代地点のイオン成分濃度はすべてに最高値を示し、横手地点は Ca^{2+} 、 NH_4^+ 以外すべてに最低値を示した。

(7) イオン組成比による地域特性

表一 7 には、降水量で重み付けした平均値から当量濃度を算出した結果を示した。平均値から得たカチオンの総和 (TC) と、アニオンの総和 (TA) の比 (TC/TA) は 1.08~1.16 の範囲にあり、カチオン過剰の傾向であった。

図一 6 には、表一 7 をもとにイオンの組成比を示した。各地点とも Cl^- と Na^+ の占める割合が大きく、 Cl^- では 32.5~37.3%、 Na^+ では 28.5~32.7% を占めた。ついで大きい割合を示したのは SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} で 5.5~12.7%、最も小さいのは H^+ で、0~2.9% となっていた。

地点間による組成の比に差が大きいイオンは Ca^{2+} で、最も大きい割合を占める中通地点と、最も小さい仁別地点で 6.6% の差異が認められた。ついで SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 Na^+ の差異が大きかったが 4.2~4.8% の範囲であった。

地点間の組成比に差異が小さかったのは NO_3^- で、最大と最小の差は 0.8% であった。

(8) 主成分分析による地域特性

次に、多項目の変数を小数個の総合特性値に要約する主成分分析を用いて、地域の特性をみてみた。

表一6 降雪成分濃度の地点別平均値 (降水量による重み付け平均値)

項目 地点	pH	EC μS/cm	SO ₄ ²⁻ μg/ml	NO ₃ ⁻ μg/ml	Cl ⁻ μg/ml	NH ₄ ⁺ μg/ml	Ca ²⁺ μg/ml	Mg ²⁺ μg/ml	K ⁺ μg/ml	Na ⁺ μg/ml	Ex SO ₄ ²⁻ μg/ml
中通	6.24	104.7	7.34	1.53	20.64	0.73	4.00	1.34	1.04	11.66	4.42
仁別	4.52	70.7	5.14	1.34	12.70	0.45	1.14	1.10	0.84	7.41	3.28
大館	5.58	65.1	6.37	1.39	12.00	0.85	2.15	0.92	0.75	6.83	4.65
能代	5.41	120.6	8.56	1.59	25.39	1.36	2.75	1.87	1.39	14.56	4.91
本荘	5.93	106.8	6.96	1.47	22.86	0.63	2.91	1.66	1.32	13.02	3.69
横手	5.41	55.0	3.68	0.87	11.01	0.51	1.19	0.77	0.44	6.11	2.15

表一7 降雪成分の当量濃度

項目 地点	H ⁺	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	T-C	T-A	TC+TA	TC/TA
中通	0.6	152.8	24.7	582.2	40.5	199.6	110.3	26.6	507.2	884.8	759.7	1,644.5	1.16
仁別	30.2	107.0	21.6	358.3	24.9	56.9	90.5	21.5	322.3	546.3	486.9	1,033.2	1.12
大館	2.6	132.6	22.4	338.8	47.1	107.3	75.7	19.2	297.1	549.0	493.8	1,042.8	1.11
能代	3.9	178.2	25.6	716.2	75.4	137.2	153.9	35.5	633.3	1,039.2	920.0	1,959.2	1.13
本荘	1.2	144.9	23.7	644.9	34.9	145.2	136.6	33.8	566.3	918.0	813.5	1,731.5	1.13
横手	3.9	76.6	14.0	310.6	28.3	59.4	63.4	11.3	265.8	432.1	401.2	833.3	1.08

単位はTC/TAがなし, 他はμeq/l

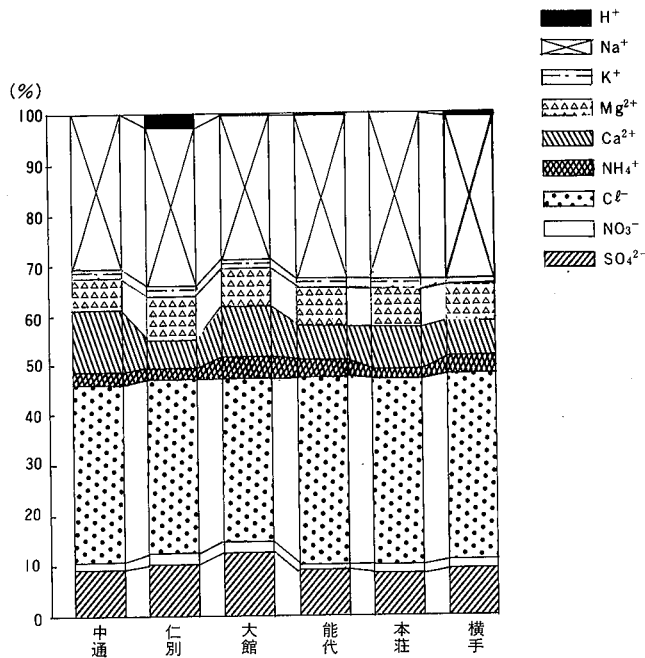
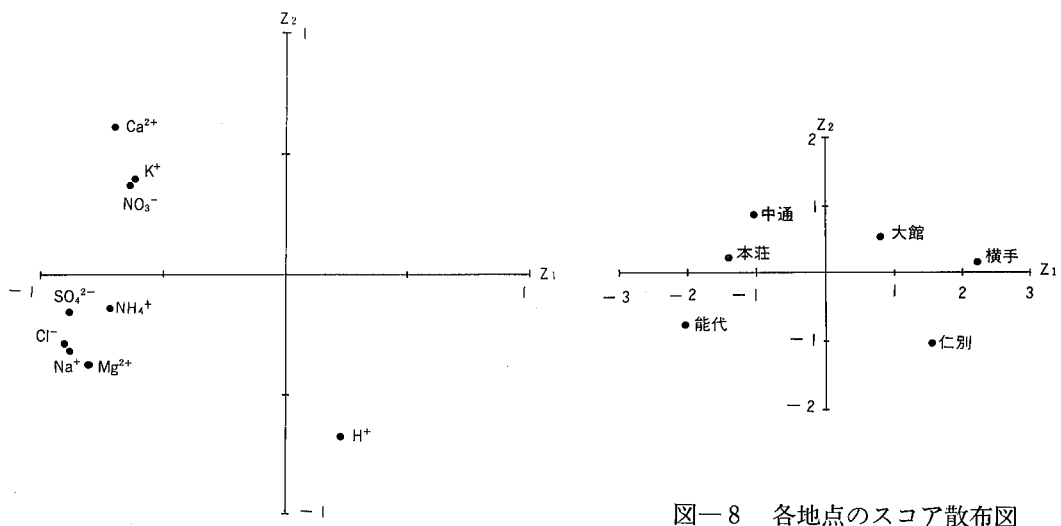


図-6 降雪成分のイオン組成比

表-8に、全試料のイオン当量濃度をもとに、相関行列から出発して主成分分析を行った結果を示した。各主成分の固有値は、第1主成分 Z_1 が4.835、第2主成分 Z_2 が1.505となり、第2主成分までの累積寄与率は70.45%であった。

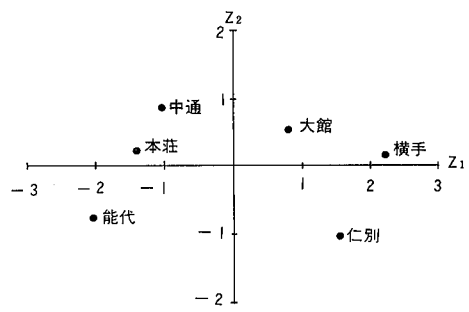
図-7には Z_1 、 Z_2 に対する各変数の因子負荷量をプロットした。第1主成分 Z_1 は、 H^+ を除くすべての変数が負で、 H^+ 以外は、いずれが大きくなっても Z_1 が負の側に大きくなるという傾向を示すことより、総合的汚染の程度を示す主成分と考えられた。第2主成分 Z_2 は、正の符号を持つ変数が NO_3^- 、 Ca^{2+} 、 K^+ 、負の符号を持つ変数が SO_4^{2-} 、 Na^+ 、 Cl^- 、 Mg^{2+} 、 NH_4^+ 、 H^+ となっていた。負の符号を持つ変数は、海塩由来 SO_4^{2-} の割合が約40%を占める SO_4^{2-} と、 SO_4^{2-} と相関が強い NH_4^+ を含めて、主として海塩由来成分に関係が強い変数と考えられた。正の符号を持つ変数は、道路粉じんや自動車排出ガスなど、主として人為的な発生源に関係がある成分と考えられた。

図-8には、各試料について、 Z_1 と Z_2 のスコアを求め、地点ごとに平均したスコアをプロットしてみた。総合的汚染度合いが高いのは能代、本荘、中通地点の順で、汚染度合いの低いのは横手、仁別、大館地点の順であった。また、中通、大館、本荘、横手は人為的発生源の寄与が大きく、仁別、能代地点は海塩由来成分による寄与が大きかった。



図一七 各変数の因子負荷量

図一八 各地点のスコア散布図



表一八 降雪成分の主成分分析結果

変数	固有ベクトル		因子負荷量	
	Z ₁	Z ₂	Z ₁	Z ₂
H ⁺	0.104	-0.557	0.229	-0.683
SO ₄ ²⁻	-0.399	-0.126	-0.877	-0.155
NO ₃ ⁻	-0.288	0.309	-0.633	0.379
Cl ⁻	-0.408	-0.231	-0.897	-0.283
Na ⁺	-0.400	-0.253	-0.880	-0.310
K ⁺	-0.284	0.320	-0.625	0.393
Ca ²⁺	-0.316	0.502	-0.695	0.616
Mg ²⁺	-0.364	-0.305	-0.800	-0.374
NH ₄ ⁺	-0.328	-0.121	-0.721	-0.148
固有値	4.835	1.505		
寄与率(%)	53.73	16.72		
累積寄与率(%)	53.73	70.45		

3. 2 積雪成分調査結果

3. 1 では、2 週間ごとの降雪について、その成分濃度から地域の特徴などを考察した。しかし、酸性雪による環境への影響例は、1 降雪単位の降雪より、根雪となってから降り積もった積雪の初期段階の融雪水によることが多い。⁵⁻⁷⁾

このことから、降雪調査と合わせて、積雪の成分についても調査を行った。3. 2 では、その結果について考察する。

(1) 積雪採取状況

積雪採取地点は、降雪成分との比較をみるため、降雪調査地点と、主としてその後背地点の2 地点を1 地域として区分した。

表-9 には、各地域における積雪の層別成分と、全層の成分測定結果を示した。また、未行には降雪成分との比較のため、積雪採取日までの降雪の平均値（降水量による重み付け平均値）を示した。

積雪が少なく、二層以上に区分できなかった地点は、大館地点と能代地域の2 地点の計3 地点で、中通地点は積雪がほとんどなく、採取できなかった。

積雪が多かったのは、横手地域と仁別地域で、特に横手地域の山内地点は、4 層に区分できた。

(2) 層別による成分の特性

二層以上に区分できた地点についてみると、各地点とも層別による成分濃度には、一定の傾向がみられなかったが、pH については仁別、大館鳳鳴地点を除いて下層がやや高い傾向を示した。

また、層別にみて変動幅の少ない成分は NO_3^- 、 NH_4^+ 、変動幅の大きい成分は SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 Na^+ であった。

相対的にみて、層別の成分濃度に変動が少ない地点は仁別、藤倉、千秋公園、石沢地点であった。

(3) pH、ECの地域特性

pHの最低値は、藤倉地点の中層で4.56、最高値は大館地点の全層で6.32を示した。

また、全層のpHが5.0以下の低い値を示したのは、千秋公園、藤倉、仁別、石沢、山内地点で、いずれも郊外または山間部か、市街地であっても公園内の地点であった。

全層のpHが5.5以上を示したのは、大館地域の2 地点であった。

ECの最小値は、山内地点での上層で $28.3\mu\text{s}/\text{cm}$ 、最大値は本荘地点の $145.6\mu\text{s}/\text{cm}$ で、地点間における差異が大きかった。

全層のECが $100\mu\text{s}/\text{cm}$ 以上と大きい値を示したのは、能代、本荘地点、全層のECが $50\mu\text{s}/\text{cm}$ 以下と小さい値を示したのは大館、山内地点であった。

(4) イオン成分濃度の地域特性

SO_4^{2-} の最大値は、本荘地点の上層で $8.23\mu\text{g}/\text{ml}$ 、最小値は山内地点の上層で $1.60\mu\text{g}/\text{ml}$ であった。

また、全層の濃度が $5.0\mu\text{g}/\text{ml}$ 以上を示したのは、大館鳳鳴、能代地点であった。

表一9 積雪成分調査結果

注) 試料は地面から30cmまで下層、30~60cm中層の順。全層は、各層の融雪水量の比より、一定量ずつとり、混合した試料の分析結果。積雪30cm未満の地点の試料は、全層試料とした。

中通地域

調査区分	地点名	試料	pH	EC	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
積雪調査	千秋公園	下層	4.80	74.7	4.40	0.86	15.32	0.40	0.91	1.12	0.50	9.23
		上層	4.72	67.0	4.59	0.65	12.11	0.37	0.82	0.91	0.52	7.48
		全層	4.80	70.9	4.29	0.78	14.3	0.39	0.90	1.07	0.63	8.47
降雪調査	中通	平均値	6.23	104.5	7.32	1.53	20.65	0.72	3.97	1.34	1.04	11.67

仁別地域

調査区分	地点名	試料	pH	EC	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
積雪調査	藤倉	下層	4.82	63.7	3.67	0.87	12.93	0.20	0.78	0.96	0.42	8.74
		中層	4.56	52.1	3.08	0.73	9.16	0.17	0.53	0.68	0.40	5.71
		上層	4.62	54.8	3.10	0.56	9.74	0.25	0.51	0.70	0.45	6.01
		全層	4.71	58.2	3.38	0.79	11.40	0.24	0.67	0.85	0.41	6.77
降雪調査	仁別	下層	4.58	49.0	2.89	0.72	8.79	0.18	0.41	0.66	0.31	5.18
		上層	4.63	34.9	2.12	0.56	5.34	0.36	0.35	0.34	0.48	4.16
		全層	4.60	46.4	2.88	0.68	8.36	0.21	0.44	0.61	0.36	4.86
降雪調査	仁別	平均値	4.54	68.7	4.97	1.33	12.36	0.46	1.14	1.10	0.87	7.20

大館地域

調査区分	地点名	試料	pH	EC	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
積雪調査	大館鳳鳴	下層	4.98	126.0	6.64	1.11	27.63	0.37	1.83	2.12	0.86	16.88
		上層	5.67	42.8	2.77	0.83	8.55	0.23	1.09	0.65	0.38	5.56
		全層	5.61	95.5	5.10	1.00	21.31	0.41	1.43	1.59	0.66	12.77
降雪調査	大館	全層	6.32	35.6	2.57	0.78	6.44	0.33	1.50	0.49	0.31	5.17
	大館	平均値	5.52	63.1	6.28	1.35	11.67	0.83	2.00	0.90	0.76	6.67

能代地域

調査区分	地点名	試料	pH	EC	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
積雪調査	羽立	全層	5.34	68.4	4.57	0.88	13.80	0.46	1.51	1.04	0.59	8.39
	能代	全層	4.84	115.8	6.56	0.88	25.80	0.41	1.52	1.88	0.78	15.22
降雪調査	能代	平均値	5.49	11.90	8.42	1.62	25.15	1.25	2.86	1.87	1.46	14.57

本荘地域

調査区分	地点名	試料	pH	EC	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
積雪調査	石 沢	下 層	5.12	54.3	3.12	0.75	11.0	0.27	0.85	0.84	0.39	6.93
		上 層	4.66	59.2	4.18	0.77	10.98	0.31	0.79	0.84	0.43	6.44
		全 層	4.96	55.5	3.47	0.74	11.7	0.28	0.91	0.84	0.44	7.64
降雪調査	本 荘	下 層	6.25	86.8	4.51	0.84	18.95	0.34	1.86	1.34	0.69	11.59
		上 層	4.77	145.6	8.23	0.84	32.95	0.51	1.74	2.35	0.88	19.60
		全 層	5.37	116.5	6.51	0.85	26.5	0.42	1.83	1.87	0.76	15.76
降雪調査	本 荘	平均値	5.84	99.8	9.58	1.45	21.40	0.56	2.61	1.57	1.33	12.26

横手地域

調査区分	地点名	試料	pH	EC	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
積雪調査	山 内	下 層	5.07	28.6	1.73	0.62	5.50	0.16	0.50	0.40	0.25	3.97
		中層(下)	4.95	107.8	4.69	0.54	25.16	0.15	0.96	1.75	0.70	15.72
		中層(上)	4.74	42.0	2.12	0.66	8.05	0.13	0.45	0.60	0.31	5.58
		上 層	4.77	28.3	1.60	0.48	5.14	0.10	0.37	0.35	0.22	5.06
		全 層	4.93	47.1	2.31	0.57	9.58	0.14	0.55	0.71	0.36	7.67
降雪調査	横 手	下 層	5.20	43.3	2.30	0.59	8.90	0.23	0.67	0.67	0.46	5.80
		中 層	5.14	77.7	3.64	0.65	17.5	0.29	0.92	0.13	0.49	10.78
		上 層	4.82	38.3	2.12	0.53	7.42	0.25	0.44	0.53	0.36	5.04
降雪調査	横 手	平均値	5.33	55.7	3.69	0.83	11.26	0.51	1.29	0.78	0.44	6.21

単位はpHがなし、ECはμS/cm、他はμg/ml

NO₃⁻の最大値は、大館鳳鳴地点の下層で1.11μg/ml、最小値は山内地点の上層で0.48μg/mlであった。相対的に、NO₃⁻は地点間による差異が小さかった。

Cl⁻の最大値は本荘地点上層の32.95μg/ml、最小値は山内地点の5.14μg/mlであった。

また、Na⁺の最大、最小値も本荘、山内地点であった。

全層におけるCl⁻、Na⁺の濃度が高い地点は、本荘、能代地点の海岸に近い地点となっていた。また、Cl⁻、Na⁺は他のイオン成分より地点別の差異が大きかった。

Ca²⁺の最大値は本荘地点の下層で1.86μg/ml、最小値は仁別地点の0.35μg/mlであった。

全層で濃度が高い地点は大館、能代地域と、本荘地点であった。

(5) クラスタ分析による地点の分類

次に地点をいくつかのグループに分類して、各地点間の関連性を検討するため、クラスタ分析を行った。用いたデータは表-10に示した各地点の全層のイオン当量濃度で、データ間距離としてはユークリッド距離を用い、クラスタ間距離にはメジアン法を用いた。

表-10 積雪成分（全層）の当量濃度

地点名	H ⁺	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺
千秋公園	15.8	89.3	12.6	403.4	368.4	16.1	44.9	88.0	21.6
藤倉	19.5	70.4	12.7	321.6	294.5	10.5	33.4	70.0	13.3
仁別	25.1	60.0	11.0	235.8	211.4	9.2	22.0	50.2	11.6
大館鳳鳴	2.5	106.2	16.1	601.1	555.5	16.9	71.4	130.9	22.7
大館	0.5	53.5	12.6	181.7	224.9	7.9	74.9	40.3	18.3
羽立	4.6	95.1	14.2	389.3	364.9	15.1	75.3	85.6	25.5
能代	14.5	136.6	14.2	727.8	662.0	19.9	75.8	154.7	22.7
石沢	11.0	72.2	11.9	330.0	332.3	11.3	45.4	69.1	15.5
本荘	4.3	135.5	13.7	747.5	685.5	19.4	91.3	153.9	23.3
山内	11.7	48.1	9.2	270.2	333.6	9.2	27.4	58.4	7.8
横手	6.6	53.7	9.2	310.3	314.5	10.7	34.4	66.7	14.4

単位μeq/l

図-9には、クラスター分析結果、得られたデンドログラムを示した。

クラスター間距離 15×10 で、3つのクラスターに分類できた。第1クラスターは、いずれも内陸や山間部もしくは公園内地点で、各イオン当量濃度が低い特徴を示す地点であった。第1クラスターの中では、藤倉と横手地点が最も早く融合し、石沢、山内地点が続いて融合した。藤倉と地理的に最も近い仁別地点は、大館地点と融合した。第3クラスターは能代、本荘地点で、いずれもイオン当量濃度が高く、海岸に近い地点であった。第2クラスターは大館鳳鳴地点で、このクラスター間距離では、いずれの地点とも融合していないが、イオン当量濃度は、第3クラスターより、やや低い内陸地点であった。

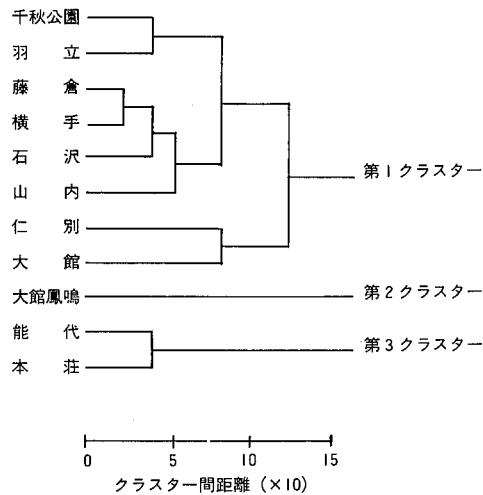


図-9 クラスター分析によるデンドログラム

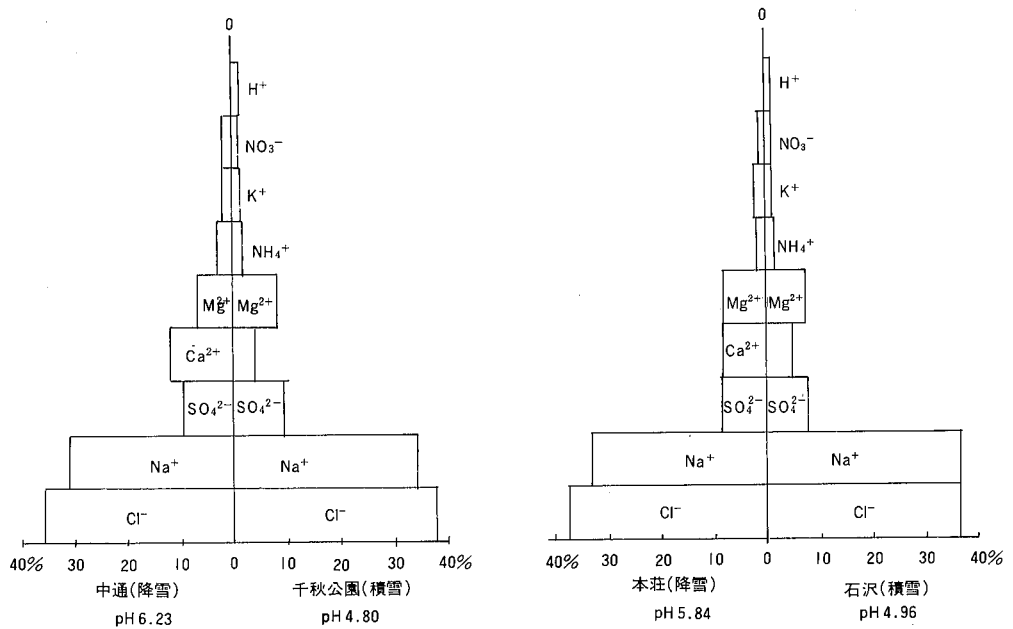
(6) 降雪成分調査との比較

降雪調査は、採取期間内の全ての降雪（雨）を貯留したものであるのに対し、積雪調査は根雪となる前の降雪や、根雪後の降雨などによる融雪水は採取されない。そのため、両者の成分については単純に比較できないが、結果の傾向について述べると、pHに差異が大きかったのは中通地域の中通地点（降雪）と千秋公園（積雪）、本荘地域の本荘地点（降雪）と石沢地点（積雪）であった。

図一10に、両地域における地点間のイオン組成比を対比させてみた。pHが高かった降雪調査地点の中通、本荘地点は、pHの低かった積雪調査地点の千秋公園、石沢地点に比べ、Ca²⁺の占める割合が大きくなっており、他のイオン組成比はCa²⁺ほど大きな変化はみられなかった。

また、pHの差異が小さかった地域は、仁別地域、横手地域であった。

相対的にみて、積雪の少ない地域より多い地域において、地点間の降雪成分と積雪成分濃度の差異が小さい傾向にあった。



図一10 降雪と積雪のイオン組成比

4 まとめ

県内5市6地点における降雪の成分調査を行った結果、次の結果が得られた。

(1) pHの測定値は4.31~7.01の範囲にあり、全試料の単純平均値は5.55であった。また、全試料の60%は、pH5.6以下の酸性雪であった。地点別では、秋田市の仁別地点が最も低い値であった。

(2) イオン成分濃度では、Cl⁻とNa⁺の濃度が高く、梅雨期の13~26倍の値を示す地点があった。また、Ex.SO₄²⁻は、SO₄²⁻の約64%で、梅雨期より30%近く少ない比率を示す地点があった。

(3) 各測定項目間の相関係数では、海塩由来成分相互間とECの相関関係が強かった。また、pHと正の相関を示したのはCa²⁺と不溶解性成分量であった。

(4) イオン組成比は、各地点ともCl⁻とNa⁺の占める割合が大きく、Cl⁻は32.5~37.3%、Na⁺は28.5~32.7%を占めた。地点間による組成比に差異が大きい成分はCa²⁺であった。

(5) 主成分分析の結果、総合的汚染度合を示す主成分と、発生源寄与の度合を示す主成分に要約できた。また、各地点のスコアの平均値をプロットしたところ、能代地点は総合的汚染度合いが最も高く、中通地点は人為的汚染度合いが最も高かった。

また、降雪成分調査と合わせて、積雪成分調査を行ったところ、次の結果が得られた。

(1) pHの測定値は4.56~6.32を示した。5.0以下の低い値を示したのは、主として郊外または山間部地点であった。

(2) イオン成分濃度が高い地点は、大館、能代地域と本荘地点であった。また、Cl⁻とNa⁺は地点間における差異が大きく、NO₃⁻は小さかった。

(3) クラスタ分析の結果、3つのクラスターに分類され、第1クラスターはイオン成分濃度の低い郊外や山間部地点、第3クラスターは海岸に近いイオン成分濃度が高い地点、第2クラスターは、比較的イオン成分濃度が高い内陸の地点であった。

(4) 降雪と積雪のpHに差異が大きかった地点のイオン組成比を比較してみた結果、pHの高い降雪調査地点のCa²⁺の組成の割合が多くなっていた。また、積雪の多い地域は、降雪成分と積雪成分濃度の差異が小さかった。

参 考 文 献

- 1) 信太 穰ほか：秋田県環境技術センター年報，No.11，82(1983)
- 2) 齋藤 学ほか：秋田県環境技術センター年報，No.12，94(1984)
- 3) 齋藤 学ほか：秋田県環境技術センター年報，No.13，69(1985)
- 4) 齋藤 学ほか：秋田県環境技術センター年報，No.14，66(1986)
- 5) M. Tranter: Atmos. Environ., Vol. 20, No.3, 517(1986)
- 6) M. Johannessen and A. Henriksen: Water Resources Research, Vol. 14, No.4, 615(1978)
- 7) H. Hultberg: Water, Air. and Soil Pollution, 7, 279(1977)
- 8) 秋田地方气象台：秋田県気象月報，昭和62年12月号～昭和63年3月号
- 9) 玉置 元則ほか：第25回大気汚染学会講演要旨集，323(1984)

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（第2報）

小玉 幹生 藤島 直司[※]

1 はじめに

わが国の大気汚染の状況は全般的に改善の傾向を示しているが二酸化窒素については、昭和62年度における一般環境大気測定局の6.0%、自動車排ガス測定局の37.4%が環境基準の上限値(0.06ppm)を超過し、特に東京、大阪等の大都市地域において改善が遅れている¹⁾。

一方、本県においては、62年度の二酸化窒素の環境基準の長期的評価である日平均値の年間98%値は、一般環境大気測定局で0.005~0.035ppm、自動車排ガス測定局で0.017~0.038ppmの範囲であり、全測定局で環境基準を達成し、良好な状況となっている²⁾。

しかし、今後、自動車の保有台数、交通量の増加等により自動車排ガスによる窒素酸化物濃度の上昇が懸念される。

このため、昨年度に引き続き主要幹線道路周辺等で窒素酸化物濃度やオゾン濃度を測定し、自動車排ガスの環境大気に与える影響について検討した。

2 調査方法

2.1 調査地点及び時期

昨年に引き続き主要道の沿線として国道7号線沿線の秋田市八橋県環境技術センター³⁾前、それに市内の非汚染地域として秋田市藤倉の県旭川ダム管理事務所前、特殊な地区として秋田市土崎港ジャスコ土崎港店の屋外駐車場を選定し、調査を実施した。

各地点の調査時期は下期のとおりである。

- 秋田市八橋県環境技術センター
 - 第1回目 昭和62年7月30日~8月9日(8月と称す)
 - 第2回目 昭和62年9月18日~10月4日(10月と称す)
 - 第3回目 昭和62年11月13日~12月2日(12月と称す)
- 秋田市藤倉旭川ダム管理事務所
 - 昭和62年10月22日~11月8日(11月と称す)
- 秋田市土崎港ジャスコ土崎港店屋内駐車場
 - 昭和62年10月22日~11月8日(11月と称す)

※現秋田県大曲保健所

2. 2 調査項目および方法

表一 1

使 用 機 器	規格・型式	方 法	調 査 場 所
窒素酸化物自動測定機	紀本電子工業(株) MODEL-214	吸光光度法	環境技術センター 旭川ダム管理事務所 土崎ジャスコ屋内駐車場
オキシダント自動測定機	京都電子(株) OX-07	吸光光度法	土崎ジャスコ屋内駐車場
オゾン自動測定機	ダイレック(株) MODEL1006-AHJ	紫外線吸収法	環境技術センター 旭川ダム管理事務所
全天候紫外線計	英弘精器(株) MS型		環境技術センター

3 調査結果

3. 1 平均濃度

3 地点の平均濃度を表一 2 に示す。

表一 2 窒素酸化物及びオゾン等の平均濃度

項目(単位)	環境技術センター前			旭川ダム 管理事務所前	ジャスコ店 屋内駐車場
	8 月	10 月	12 月		
NO (ppb)	11 (15)	21 (29)	28 (29)	1	54
NO ₂ (ppb)	12 (13)	17 (22)	21 (20)	1	23
NO _x 比 (%)	52 (46)	45 (43)	43 (41)	50	30
O ₃ (ppb)	14 (23)	19 (18)	22 (17)	27	7
UV (KJ/m ²)	88	88	44	—	—

() 昨年度の調査結果

環境技術センター前では一酸化窒素濃度が11~28ppb、二酸化窒素濃度が12~21ppbとほぼ昨年度と同様の結果となった。

季節的には両項目とも8月<10月<12月となっている。

旭川ダム管理事務所前では一酸化窒素、二酸化窒素濃度とも1ppb、ジャスコ屋内駐車場では一酸化窒素が54ppb、二酸化窒素が23ppbとなっている。

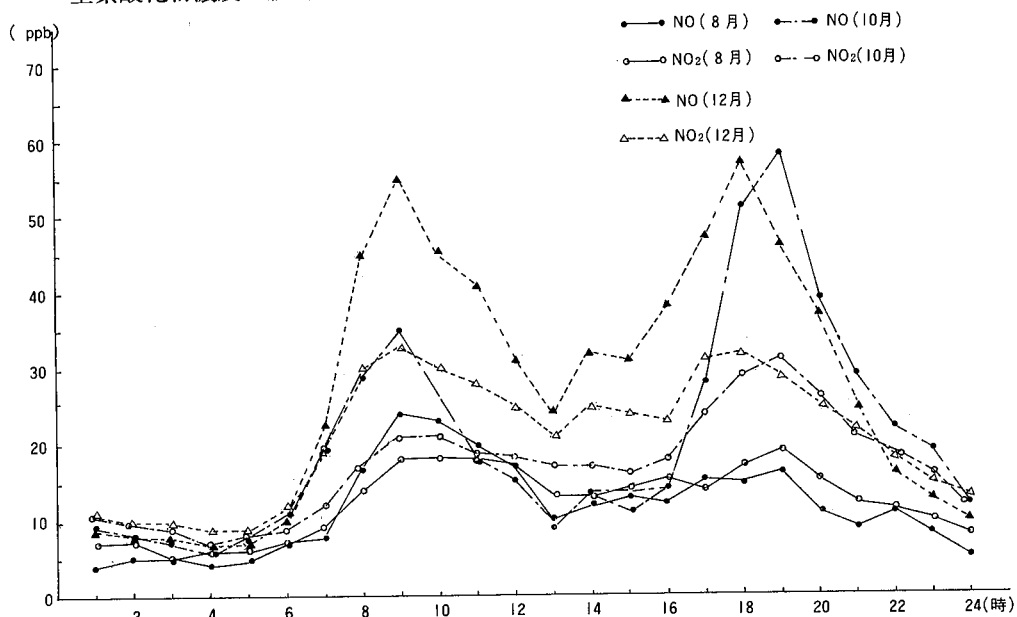
オゾン濃度も窒素酸化物濃度と同様に環境技術センター前では8月<10月<12月となっている。旭川ダム管理事務所前では27ppb、紫外線の影響が少ないジャスコ屋内駐車場では他の地点の $\frac{1}{4}$ ~ $\frac{1}{2}$ の7ppbとなっている。

NO₂/NO+NO₂ (以下NO_x比)は環境技術センター前が43~52%、旭川ダム管理事務所前が50%、ジャスコ屋内駐車場が30%となっている。

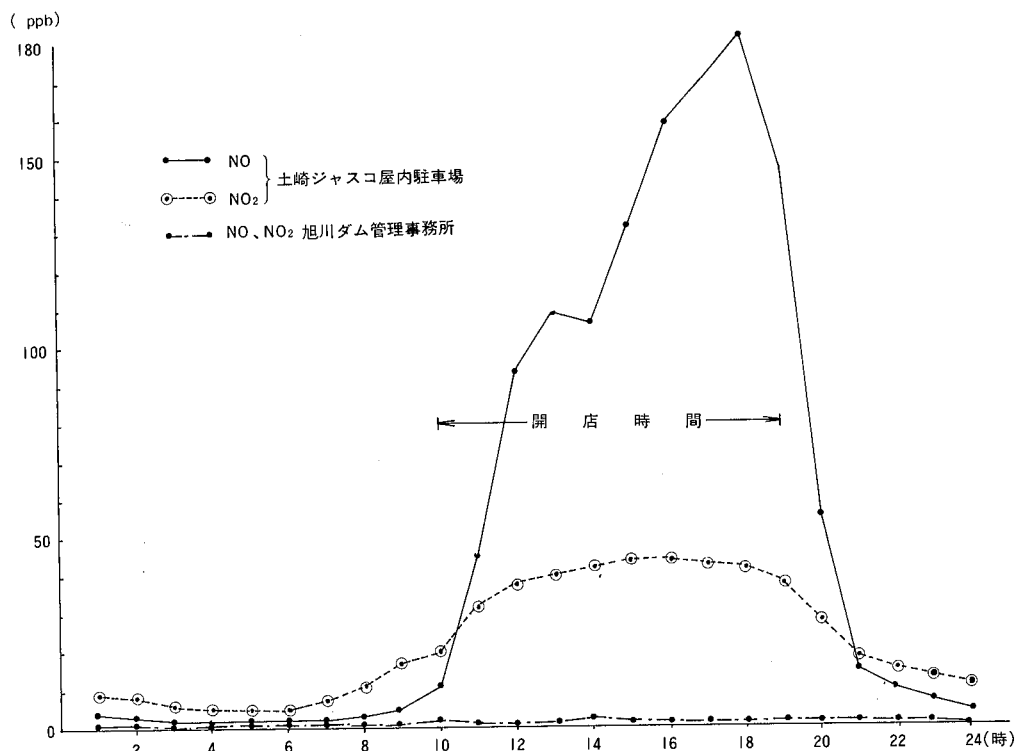
3. 2 時刻別変化

(1) 窒素酸化物濃度

窒素酸化物濃度の経時変化を図1～2に示した。



図一 1 窒素酸化物濃度の経時変化 (環境技術センター前)



図一 2 窒素酸化物濃度の経時変化

国道7号線に面した環境技術センター前では一酸化窒素、二酸化窒素とも二山型のピークを示し、朝は8時～9時、夕方は18時～19時にかけて出現しており、季節によるピークの時間的なずれはみられない。

一方、ジャスコの屋内駐車場での一酸化窒素濃度は10時の開店時には10ppbと低いが、時間の経過とともにほぼ一直線に上昇し、18時に最高値を示すが、18時以降は急激に低下し、特に、閉店の19時から20時にかけての低下が著しい。二酸化窒素は開店時の10時には20ppbと一酸化窒素より高いが、濃度の上昇はゆるやかで、特に、12時から19時にかけてほぼ平坦で40ppb前後の値となっている。

自動車の影響をほとんど受けない旭川ダム管理事務所前では一酸化窒素、二酸化窒素濃度とも1ppbで経時変化はない。

(2) オキシダント及びオゾン濃度

オキシダント及びオゾン濃度の経時変化を図3～4に示した。

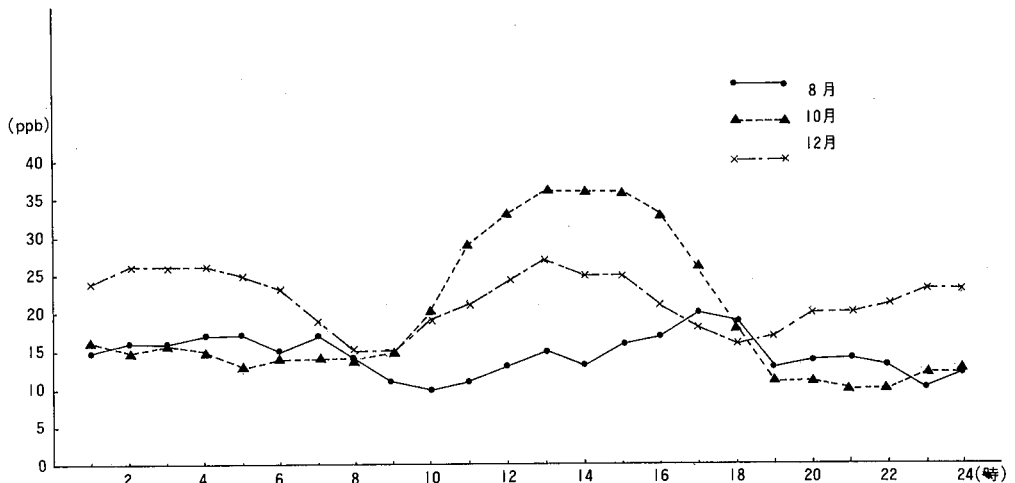


図-3 オゾン濃度の経時変化 (環境技術センター前)

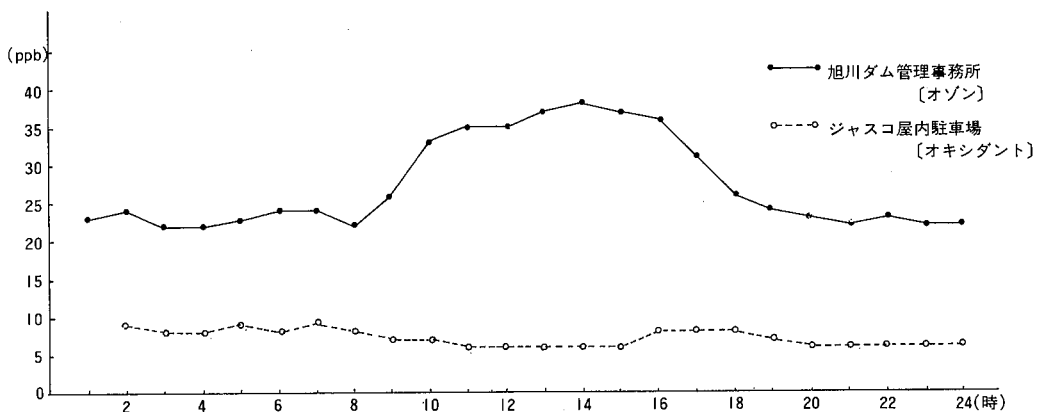


図-4 オキシダント及びオゾン濃度の経時変化 (旭川ダム前、土崎ジャスコ屋内駐車場)

環境技術センター前では秋期に最も高く、時間としては11時～17時にかけて高い。紫外線の影響の少ないジャスコ屋内駐車場では経時変化がほとんどない。

(3) NO_x比

3地点のNO_x比の経時変化を図-5に示した。

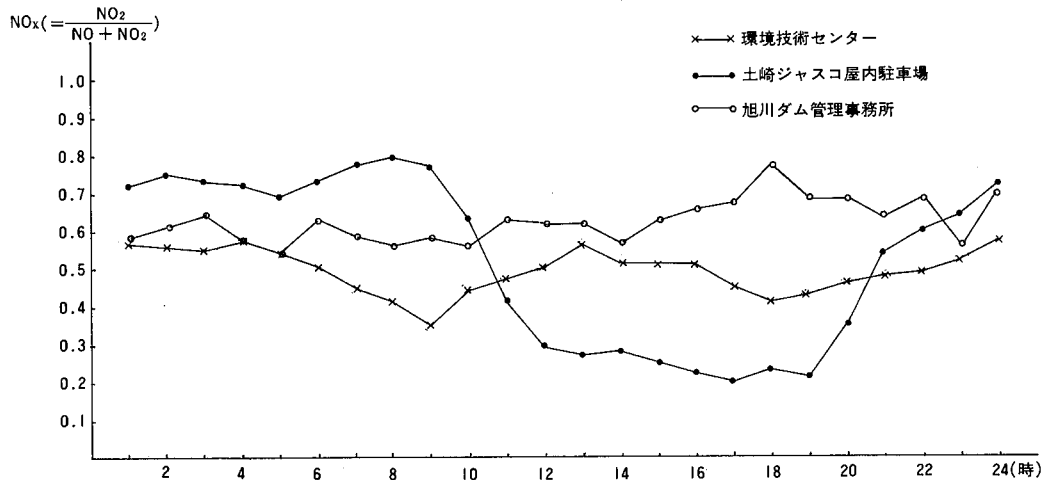


図-5 NO_x比の経時変化

土崎ジャスコ屋内駐車場での変動幅が大きい。午前1時～9時までは0.70～0.80のゾーンであったものが開店の10時以降直線的に低下し、12時以降閉店の19時までは0.20～0.30のゾーンであった。

(4) 紫外線強度

図-6に示した。

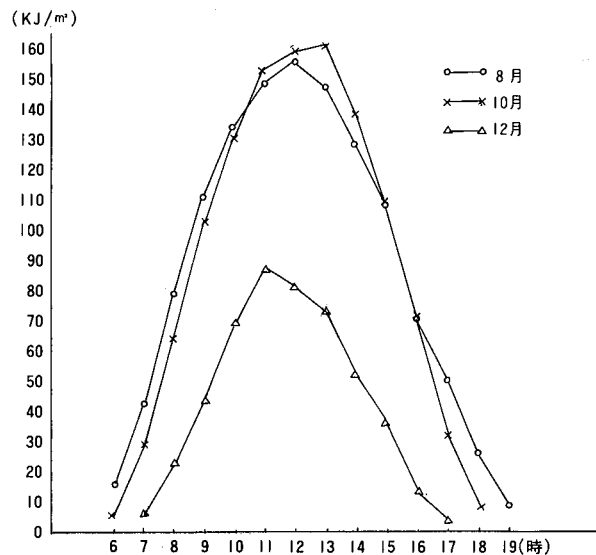


図-6 紫外線強度の経時変化 (環境技術センター前)

環境技術センター前のみでの測定であるが、8月と10月がほぼ同数値であり、12月がその半分となっている。時間としては11時から13時にかけて最高値となっている。

以上の結果から沿道周辺（環境技術センター前）および屋内駐車場（土崎ジャスコ店）におけるNOおよびNO₂とNO_xの関係を図示してみた。

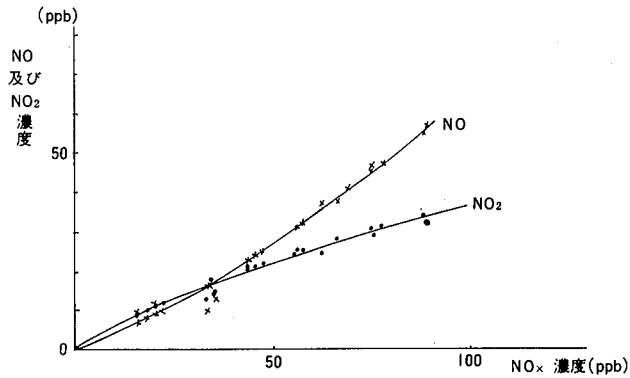


図-7 NO, NO₂とNO_xの関係（環境技術センター12月）

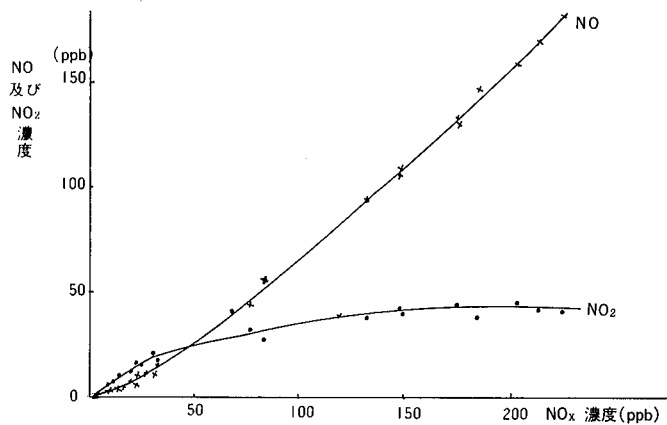
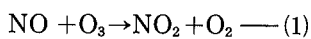


図-8 NO, NO₂とNO_xの関係（ジャスコ屋内駐車場）

沿道周辺ではNO濃度が屋内駐車場に比べて低いにもかかわらずNO₂濃度が比較的高く、逆に屋内駐車場ではNO_x濃度の上昇とともにNO濃度はほぼ直線的に上昇しているが、NO₂濃度の上昇は平坦である。

これはNO-NO₂変換をもたらす主反応⁴⁾(1)、(2)



すなわちNO₂の生成に大きく関与しているO₃の存在（沿道周辺平均値14~22ppb、屋内駐車場平均値7 ppb）を如実に現わした結果と推察される。

4 まとめ

(1) 国道7号線沿線の県環境技術センター前では一酸化窒素が平均値で11~28ppb、二酸化窒素が12~21ppbであった。

これに対して自動車排ガスのバックグラウンド地域と思われる秋田市藤倉の旭川ダム管理事務所前では一酸化窒素、二酸化窒素とも1ppbであった。

(2) 拡散および紫外線の影響が非常に少ない土崎港ジャスコ屋内駐車場では平均値で一酸化窒素が54ppb、二酸化窒素が23ppbであった。

(3) 八橋、旭川での $\frac{\text{NO}_2}{\text{NO}+\text{NO}_2}$ は0.43~0.52、土崎ジャスコ屋内駐車場では0.30であることから、自動車排ガスの発生初期の窒素酸化物は大部分が一酸化窒素であることが示唆される。

(4) 沿道周辺での窒素酸化物濃度は朝夕にピークをもつ二山型のパターンなのに対して、屋内駐車場では一酸化窒素は極大が明確な一山パターン、二酸化窒素は平坦なパターンであった。

(5) 屋外のオゾン濃度は屋内の2~4倍の濃度であった。

参 考 文 献

- 1) 環境庁大気保全局自動車公害課：昭和62年度自動車排出ガス測定局測定結果報告
- 2) 秋田県：昭和63年版環境白書，pp.44
- 3) 藤島 直司ほか：秋田県環境技術センター年報，No.14，80(1986)
- 4) 秋元 肇：第26回大気汚染学会講演要旨集，91(1985)