

VII 報

文

秋田県内の大気汚染マップ作成に関する調査研究（第3報）

成田 理 齊藤 弥 齊藤 学*1 佐々木 誠*2

1 はじめに

近年、環境問題に関心が高まるなか、県内全体の大気環境濃度や居住する地域の大気環境濃度を、視覚的にわかりやすい方法で知りたいという要望が強くなっている。さらに、リゾート開発事業を行うにあたり、適正な環境利用を図るためには当該開発地域ばかりでなく、広域的な環境状況を把握することが必要不可欠となっている。

そこで、県内全体の大気環境濃度を視覚的に把握するため、平成2年度から3年計画で既設の大気汚染常時監視測定局及び補完調査地点での測定データをもとに、大気汚染マップの作成に関する調査を行った。

平成2年度の第1報¹⁾では、県内の中央地域である秋田市について、また、昨年度の第2報²⁾では県北地域のSO₂及びNO₂の濃度分布図について報告したが、今年度は、最終調査として県南地域に5カ所の補完調査地点を設け、自動測定機等による調査を行った。今回の第3報では、3年間の調査結果をもとに県内全体のSO_x、NO_x排出量分布及び濃度分布、また、浮遊粒子状物質の成分濃度及びオキシダント濃度について状況を把握することが出来たので、その結果を報告する。

2 調査方法

2.1 調査地点

調査地点は図1に示す既設の大気汚染常時

測定局26局と補完調査地点19ヶ所で、その概要は表1、2のとおりである。

補完調査地点は、中央地域については、秋田市内の主に南、東側の環境濃度を把握するため、県北地域については、主に大気汚染常時監視測定局が設置されていない地域での環境濃度を把握するため設置した。平成4年度の県南地域は、9、10、11地点については、大気汚染常時監視測定局で測定されていない項目について、また、G、H地点については、近くに大気汚染常時監視測定局が設置されていない地域での環境濃度を把握するためそれぞれ設置した。また、オキシダント濃度については、県北、県南地域の内陸部での濃度を把握するため、浮遊粒子状物質成分濃度については、県内全般での成分濃度を把握するためそれぞれ設置した。

2.2 調査時期

補完調査地点での調査は、平成2年度が中央地域（浮遊粒子状物質成分濃度については平成3年度実施）、平成3年度が県北地域、平成4年度が県南地域で行った。調査は、それぞれの調査年度で季節毎に年4回（春季5月、夏季8月、秋季10月、冬季2月）実施し、その調査期間は概ね15日間とした。ただしオキシダント調査は、その地域での調査年度の通年調査とした。

* 1 現能代保健所

* 2 現環境保全課

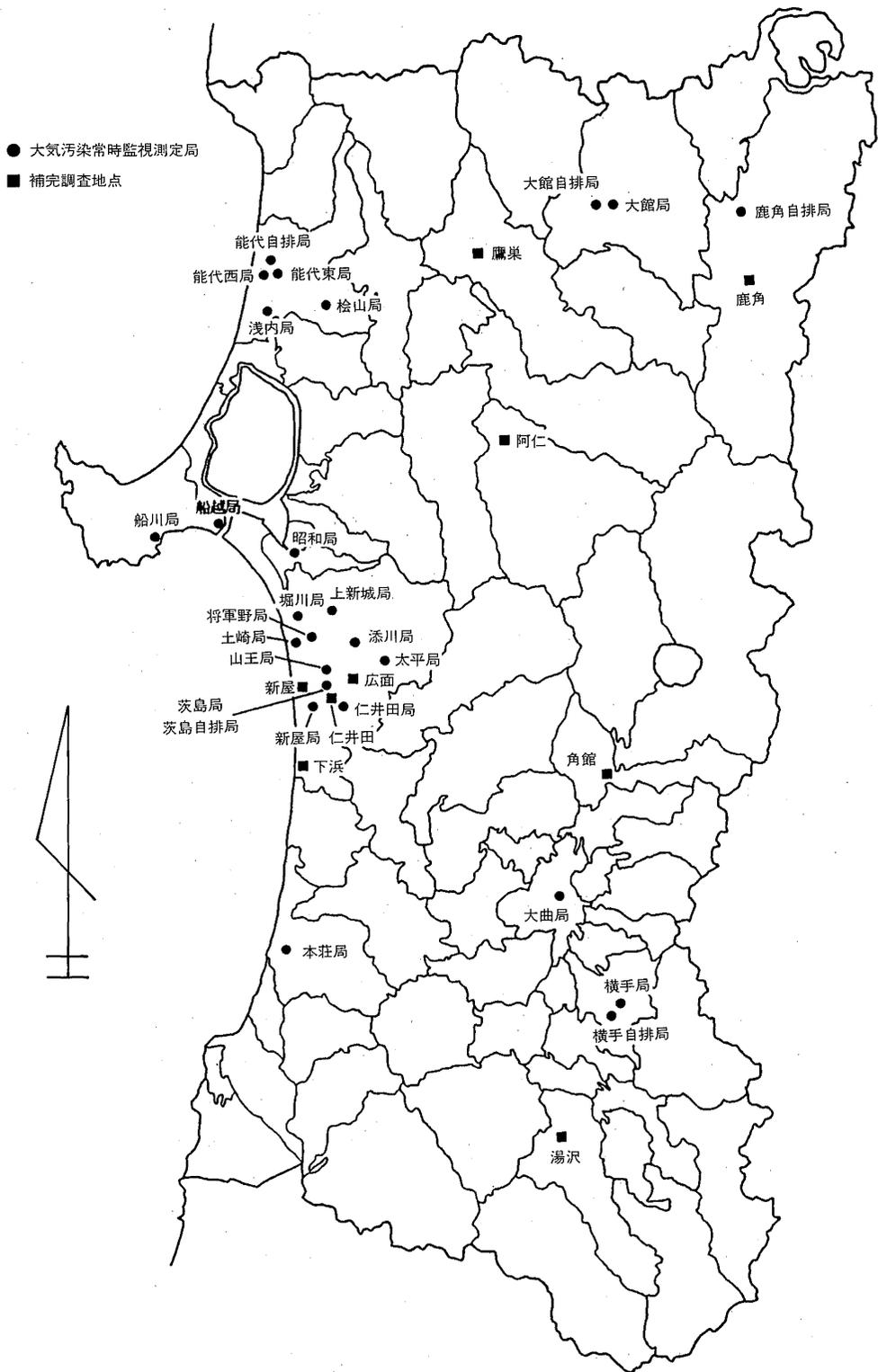


図1 大気汚染常時監視測定局及び補完調査地点

表1 大気汚染常時監視測定局及び測定項目

(平成4年3月31日現在)

区分	設置主体	番号	測定局	SO ₂	NO _x	CO	O _x	HC	SPM	SP	風向風速
一般環境大気測定局	秋田県	1	大館	○					○		○
		2	能代東	○	○				○		○
		3	能代西	○	○		○		○		○
		4	浅内	○	○				○		○
		5	桧山	○	○				○		○
		6	昭和	○	○				○		○
		7	船川	○	○		○	○	○		○
		8	船越	○	○		○		○		○
		9	本荘	○					○		○
		10	大曲	○					○		○
		11	横手	○					○		○
	12	山王	○	○				○		○	
	13	土崎	○	○					○	○	
	14	新屋	○	○				○		○	
	15	上新城	○						○	○	
	16	太平	○						○	○	
	17	添川	○						○	○	
	18	堀川	○	○					○	○	
	19	将軍野	○	○	○	○	○		○	○	
	20	茨島	○						○		○
	21	仁井田	○	○					○		○
自動車排ガス測定局	秋田県	22	鹿角自		○	○					
		23	大館自		○	○					
		24	能代自		○	○					
		25	横手自		○	○					
	秋田市	26	茨島自		○	○					

表2 補完調査地点及び測定項目

区分	市町名	番号	地点名	SO ₂	NO _x	SP	O _x	SPM 成分濃度
中央 地域	秋田市	A	下 浜	○	○	○		
		B	仁井田	○	○	○		
		C	新 屋	○	○	○		
		D	広 面	○	○	○		
		12	山王局					○
		17	添川局					○
		19	将軍野局					○
		20	茨島局					○
	男鹿市	7	船川局					○
県 北 地 域	鹿角市	D	鹿 角	○	○	○		○
	大館市	1	大館局		○		○	○
	鷹巣市	E	鷹 巣	○	○	○		○
	阿仁町	F	阿 仁	○	○	○		○
	能代市	2	能代東局					○
県 南 地 域	本荘市	9	本荘局		○			○
	大曲市	10	大曲局		○			○
	角館市	G	角 館	○	○	○		○
	横手市	11	横手局		○		○	○
	湯沢市	H	湯 沢	○	○	○		○

番号欄の数字は、大気汚染常時監視測定局を示す

2.3 調査項目及び測定方法

補完調査地点での調査項目は、二酸化硫黄、浮遊粉じん、窒素酸化物、オキシダント、浮遊粒子状物質及びその成分濃度の5項目で、各補完調査地点の調査項目は表2、項目毎の測定方法は表3のとおりである。

二酸化硫黄、浮遊粉じん、窒素酸化物濃度については、自動測定機によりそれぞれの調査期間中連続測定を行った。オキシダント濃度については、それぞれの調査年度の通年で自動測定機による連続測定を行った。また、

浮遊粒子状物質の成分濃度は、ローボリュームエアースンプラーで原則として連続7日間連続捕集し、Fe、Mn、Na、Ca、Al、K、Znについては硝酸・過酸化水素法で分解し、原子吸光法で定量した。イオン成分については、純水15mlを加え超音波洗浄機で15分間、この作業を2回繰り返しメンブランフィルターでろ過後試料とし、Cl⁻、SO₄²⁻、NO₃⁻はイオンクロマトグラフで定量し、NH₄⁺はインドフェノール法で定量した。

表3 測定方法

調査項目	使用機器	測定方法及び分析項目
二酸化硫黄	紀本電子工業 M-316	溶液導電率法
浮遊粉じん	紀本電子工業 AP-362	光散乱法
窒素酸化物	電気化学計器 GPH-74M-1	吸光光度法
オキシダント	京都電子工業 OX-07	吸光光度法
浮遊粒子状物質	ローボリウムエアースンプラー	成分濃度 (Fe, Mn, Na, Ca, Al, K, Zn, Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺)

2.4 排出量分布図の作成方法

県内全域での工場・事業場、自動車及び民生からの硫黄酸化物及び窒素酸化物の地域毎の発生状況を把握するため、標準地域メッシュ法の基準地域メッシュ毎に年間排出量を算出し、各メッシュの排出量に応じ5段階に区分し、秋田県地図上に表示した。算出方法は、「窒素酸化物総量規制マニュアル（環境庁）」を参考に以下に示す方法で行った。

2.4.1 硫黄酸化物の排出量

ア) 工場・事業場による排出量

平成2年度大気汚染物質排出量総合調査結果

イ) 自動車による排出量

$$Q = \sum_k E_k \cdot M_k \cdot \frac{22.4}{32} \cdot 10^{-3}$$

Q：硫黄酸化物排出量 (Nm³/年)

E_k：車種 k の硫黄酸化物排出係数 (表4)

M_k：車種 k の走行量 (台・km/年)

走行量：平成2年度全国道路交通情勢調査結果

2.4.2 窒素酸化物の排出量

ア) 工場・事業場による排出量

平成2年度大気汚染物質排出量総合調査結果

表4 車種別・車速別排出係数

(単位：g/km・台)

項目	車種	車速 (km/h)		
		30	40	50
SO ₂	大型	1.233	1.171	1.131
	小型	0.056	0.053	0.050
NO ₂	大型	4.410	4.180	4.024
	小型	0.921	0.961	1.005

イ) 自動車による排出量

$$Q = \sum_k E_k \cdot M_k \cdot \frac{22.4}{46} \cdot 10^{-3}$$

Q：窒素酸化物排出量 (Nm³/年)

E_k：車種 k の窒素酸化物排出係数 (表4)

M_k：車種 k の走行量 (台・km/年)

走行量：平成2年度全国道路交通情勢調査結果

ウ) 民生による排出量

$$Q = \text{世帯数} \cdot \text{燃料使用量} \cdot \text{排出係数} \cdot \frac{22.4}{46} \cdot 10^{-3}$$

Q：窒素酸化物排出量 (Nm³/年)

世帯数：昭和60年度国勢調査結果

燃料使用量：都市ガス 県内各
 都市ガス会社資料
 LPG・灯油 秋田県資源エ
 ネルギー課資料
 排出係数：窒素酸化物の排出係
 数（表5）

表5 窒素酸化物の排出係数

都市ガス	0.5～1.6 kg/10 ³ m ³
LPG	1.3～2.0 kg/t
灯油	1.3～2.0 kg/kℓ

2.5 濃度分布図の作成方法

県内全域での二酸化硫黄及び二酸化窒素の濃度分布図を作成するにあたり、大気汚染常時監視測定局の測定データのほかに、さらに県内の濃度をきめ細かく把握するために、平成2年度から平成4年度までの3カ年で県内19ヶ所に補完調査地点を設け、うち13ヶ所に自動測定機を設置し測定を実施した。平成2年度は中央地域に4ヶ所の補完調査地点を、平成3、4年度は県北地域に4ヶ所、県南地域に5ヶ所を設置した。

濃度分布図は、それぞれの調査年度の対象地域にある大気汚染常時監視測定局（合計26局）の年平均値³⁾⁴⁾⁵⁾を使用し、補完調査地点については、測定データの平均値を年平均値として使用した。濃度データを補完するための方法として、スプライン法⁶⁾⁷⁾⁸⁾による推定法を用い濃度分布図を作成した。

3 結果及び考察

3.1 排出量分布図

3.1.1 硫黄酸化物の排出量分布図

図2に地域別・発生源別の排出量を、図3に硫黄酸化物の排出量分布図を示す。県全体の硫黄酸化物の排出量は、年間で5,042×10³ Nm³排出されている。発生源別にみると工場・事業場が全体の9割近くを占め、残りが自動車からの排出となっている。また、地域毎の排出量は、大規模工場が集中して立地している秋田周辺地域が全体の排出量の80%以上を占め、その他の地域はそれぞれ1～4%となっており、秋田周辺地域への集中がみられ、濃度分布図での秋田市内に高い濃度地域が出現している原因がうかがわれる。

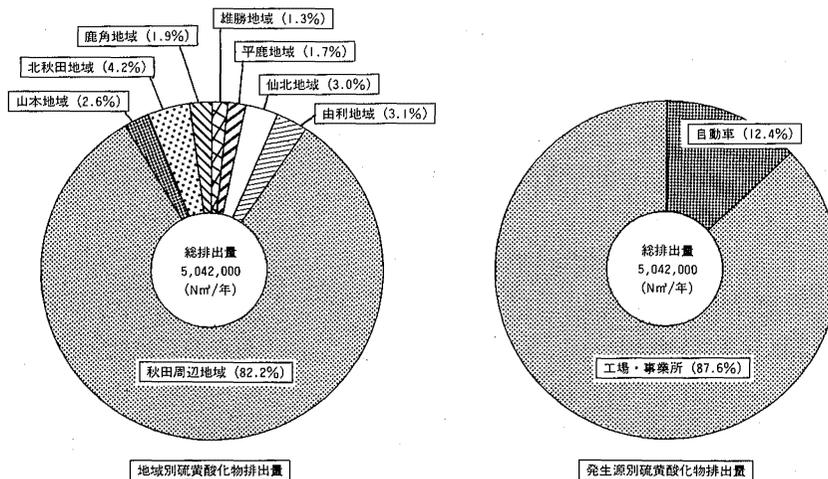
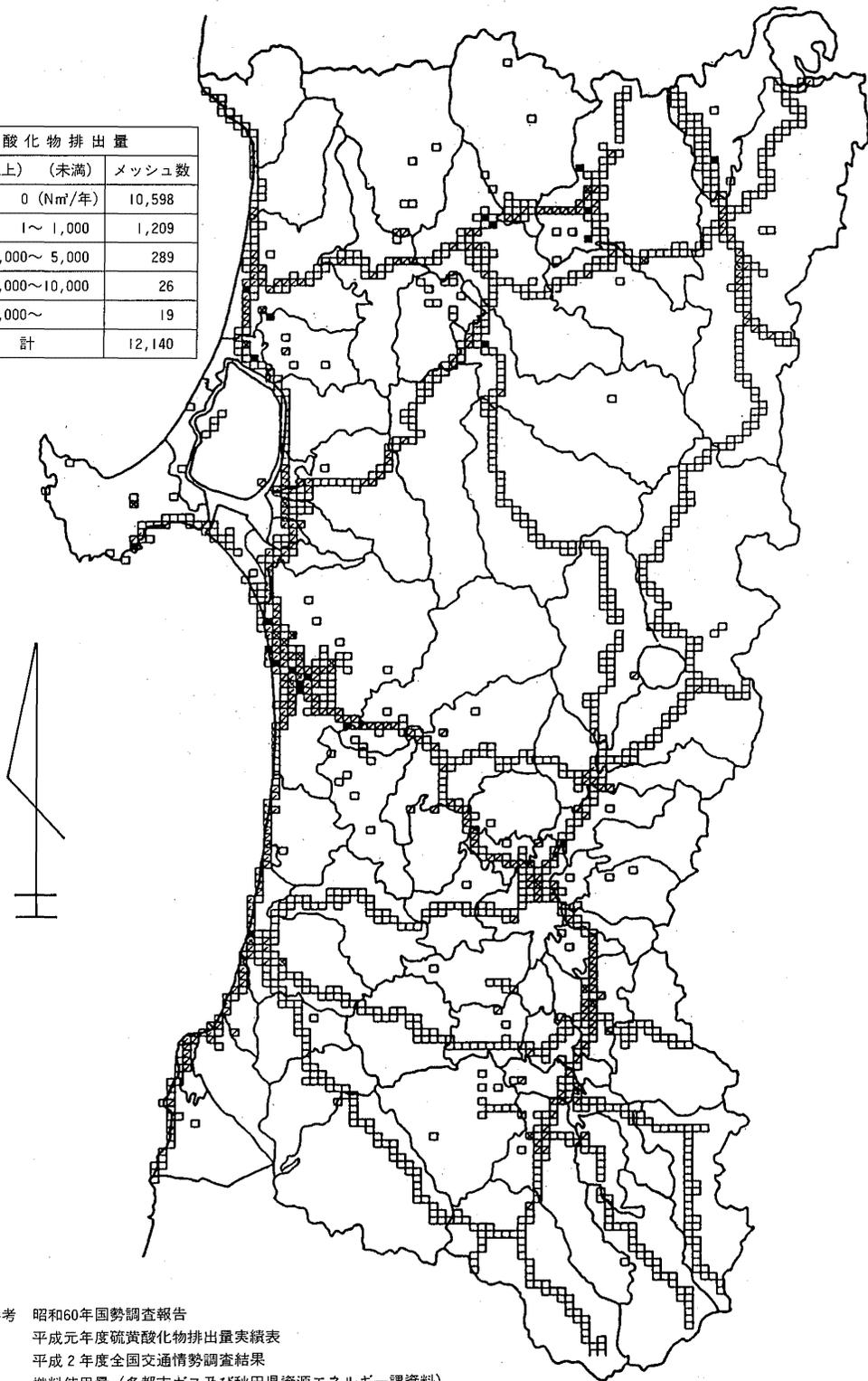


図2 硫黄酸化物地域別・発生源別排出量

硫黄酸化物排出量		
区分	(以上) (未満)	メッシュ数
1	0 (Nm ³ /年)	10,598
2	□ 1~1,000	1,209
3	▣ 1,000~5,000	289
4	▤ 5,000~10,000	26
5	■ 10,000~	19
合計		12,140



※参考 昭和60年国勢調査報告
 平成元年度硫黄酸化物排出量実績表
 平成2年度全国交通情勢調査結果
 燃料使用量 (各都市ガス及び秋田県資源エネルギー課資料)

図3 硫黄酸化物年間排出量分布図

3.1.2 窒素酸化物の排出量分布図

図4に地域別・発生源別の排出量を、図5に窒素酸化物の排出量分布図を示す。県全体の窒素酸化物の排出量は、年間で $4,665 \times 10^3$ Nm³排出されている。発生源別にみると自動車からの排出が約56%、工場・事業場からの

排出が約33%、民生からの排出が約10%となっている。地域毎の排出量は、秋田周辺地域が約46%、その他の地域はそれぞれ4~11%と、硫黄酸化物と違い県全体に広がっており、自動車からの排出による影響がみられる。

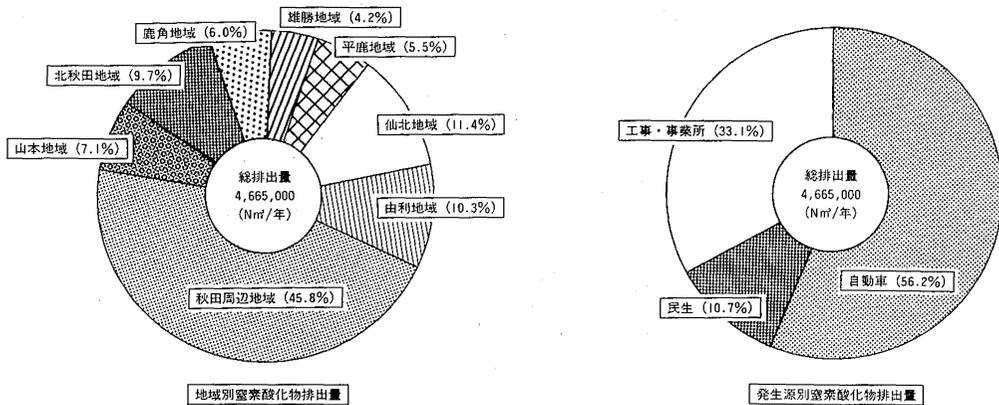
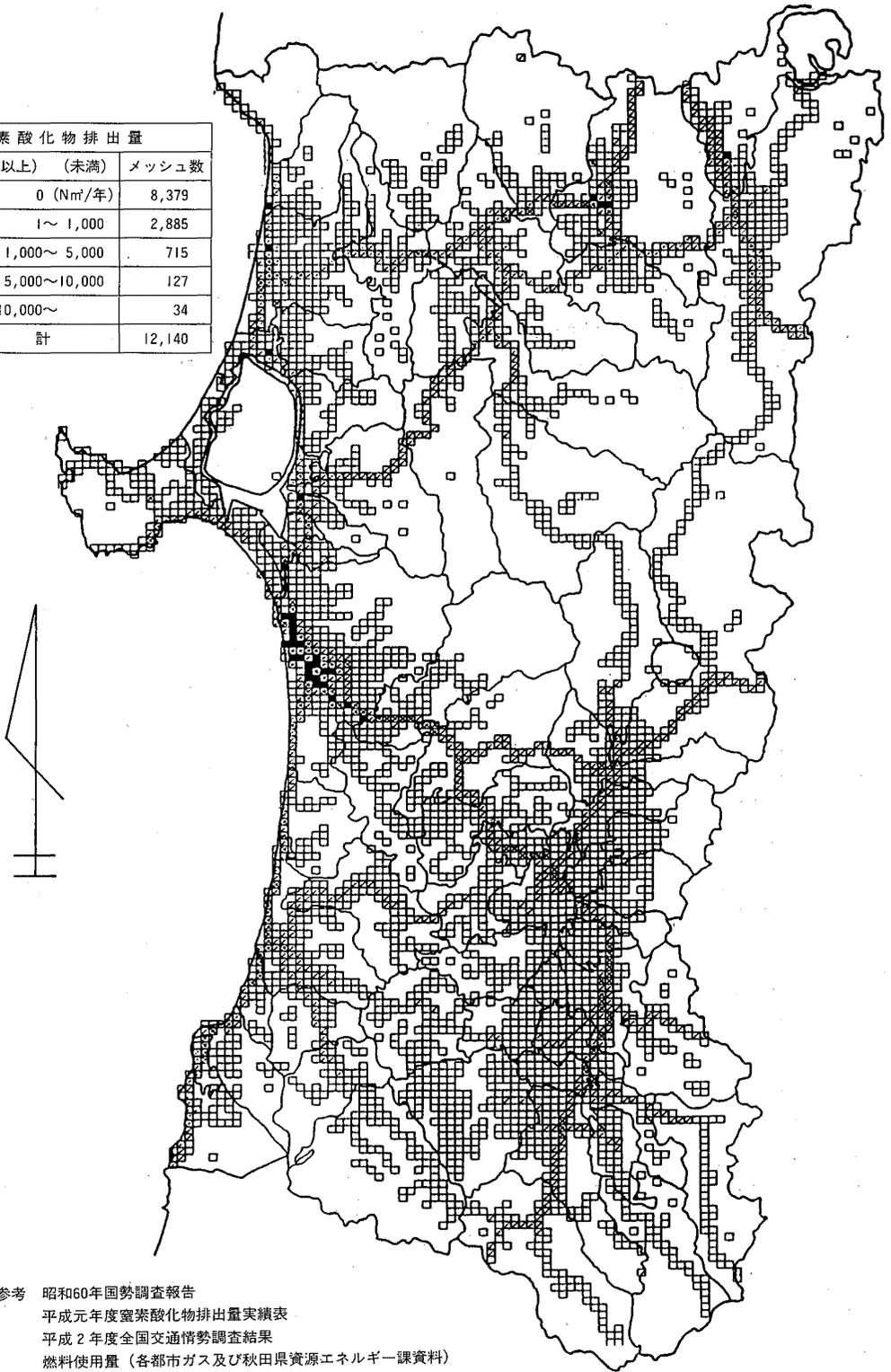


図4 窒素酸化物地域別・発生源別排出量

窒素酸化物排出量		
区分	(以上) (未満)	メッシュ数
1	0 (Nm ³ /年)	8,379
2	□ 1~1,000	2,885
3	▨ 1,000~5,000	715
4	▩ 5,000~10,000	127
5	■ 10,000~	34
合計		12,140



※参考 昭和60年国勢調査報告
 平成元年度窒素酸化物排出量実績表
 平成2年度全国交通情勢調査結果
 燃料使用量(各都市ガス及び秋田県資源エネルギー課資料)

図5 窒素酸化物年間排出量分布図

3.2 濃度分布図

3.2.1 二酸化硫黄の濃度分布図

大気汚染常時監視測定局の年平均値及び表6に示す補完調査地点での二酸化硫黄の測定結果をもとに、スプライン法で作成した濃度分布図を図6に示す。二酸化硫黄の濃度分布は、人口が集中して大規模な工場が多く立地している秋田市に比較的高い濃度の地域が観測されたが、濃度としては環境基準に対して低い濃度となっている。0.005ppm以上の等濃

度曲線が得られた範囲は、秋田市の茨島地域を中心に東西に約4.5km、南北に約7.0kmの楕円形となっている。0.004~0.005ppmの等濃度曲線は、秋田市の土崎地区を含め市街地をほぼ南北に覆っているほか、県北の鷹巣町及び県南の湯沢市にも0.004~0.005ppmの等濃度曲線が得られた。その他の地域は、0.003~0.004ppm又は、0.003ppm未満となっており、低い濃度の清浄な地域となっている。

表6 補完調査地点の二酸化硫黄年間値測定結果
平成2年度

市町名	地点名	有効測定日数	測定時間	年平均値	1時間値が0.1ppmを超えた時間数		日平均値が0.04ppmを超えた日数		1時間値の最高値	日平均値の2%除外値
					時間	(%)	日	(%)		
秋田市	下浜	50	1310	0.003	0	0	0	0	0.011	0.005
	仁井田	56	1437	0.005	0	0	0	0	0.033	0.015
	新屋	50	1372	0.005	0	0	0	0	0.050	0.016
	広面	53	1379	0.003	0	0	0	0	0.016	0.006

平成3年度

鹿角市	鹿角	55	1407	0.003	0	0	0	0	0.024	0.007
鷹巣町	鷹巣	56	1418	0.004	0	0	0	0	0.020	0.006
阿仁町	阿仁	40	1063	0.002	0	0	0	0	0.010	0.004

平成4年度

角館町	角館	50	1295	0.003	0	0	0	0	0.008	0.004
湯沢市	湯沢	50	1328	0.005	0	0	0	0	0.019	0.007

二氧化硫浓度分布图	
凡例	(以上) (未滿)
	0.003ppm未滿
	0.003~0.004
	0.004~0.005
	0.005~0.013

環境基準値	0.04ppm
-------	---------

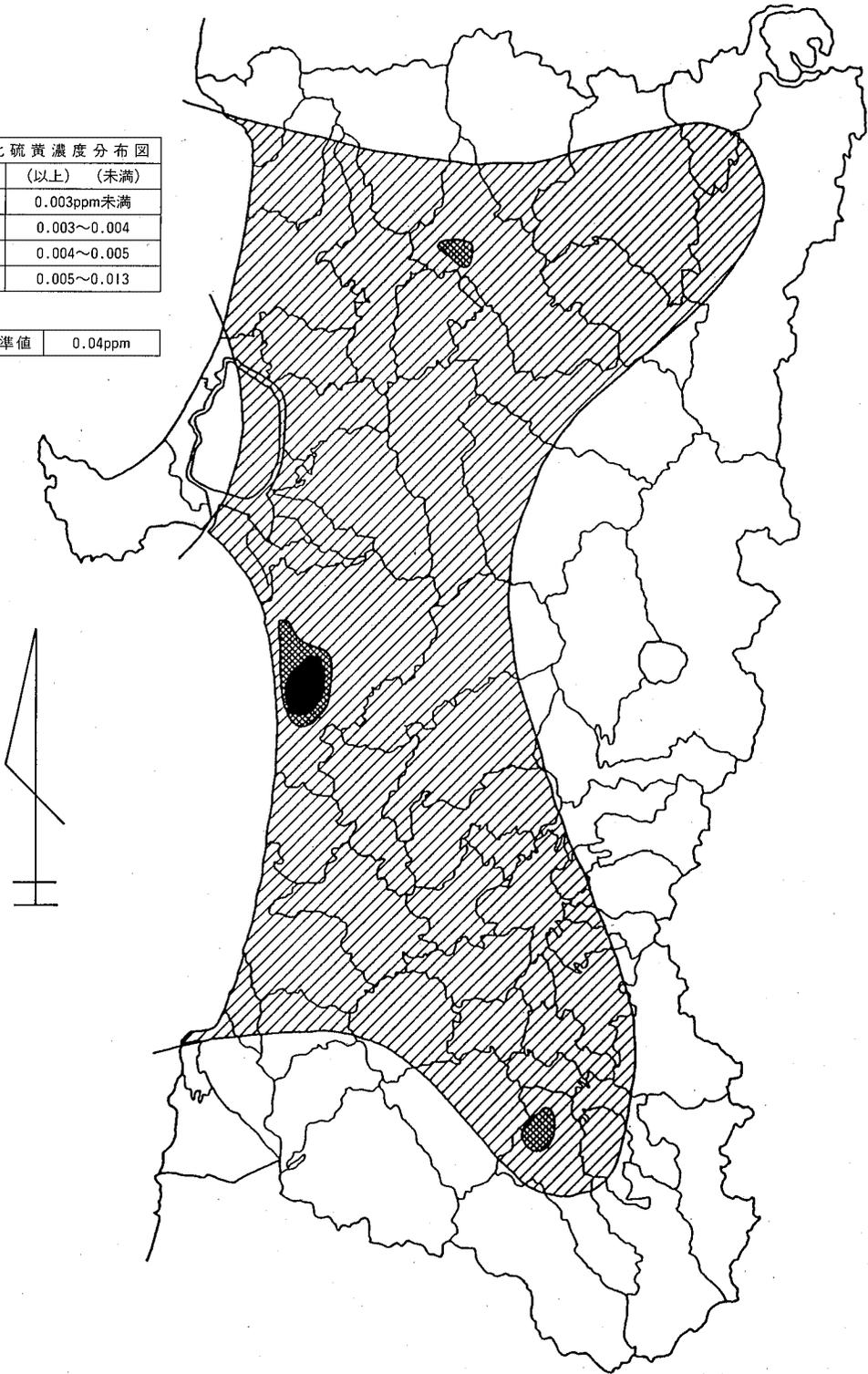


图6 二氧化硫浓度分布图

3.2.2 二酸化窒素の濃度分布図

大気汚染常時監視測定局の年平均値及び表7に示す補完調査地点での二酸化窒素の測定結果をもとに、スプライン法で作成した濃度分布図を図7に示す。二酸化窒素の濃度分布図は、二酸化硫黄の濃度分布と同様に秋田市内に0.013～0.021ppmの比較的高い等濃度曲線が得られ、その範囲は茨島、土崎の2地域を中心にして国道7号線に沿った東西に約5

km、南北に約9kmの細長い地域となっている。0.008～0.013ppmの等濃度曲線は、秋田市のほかにも自動車の交通量の多い県北の鹿角市、大館市、鷹巣町及び県南の横手市で観測されたが、その他の地域はこれら自動車の影響がみられる一部の地域を除いて0.003～0.008ppm又は0.003ppm未満となっており、低い濃度の清浄な地域となっている。

表7 補完調査地点の二酸化窒素年間値測定結果
平成2年度

市町名	地点名	有効測定日数	測定時間	年平均値	日平均値が0.06 ppmを超えた日数		日平均値が0.04 ppm以上0.06 ppm以下の日数		1時間値の最高値	日平均値の年間98%値
					日	(%)	日	(%)		
秋田市	下浜	58	1491	0.006	0	0	0	0	0.042	0.013
	仁井田	52	1374	0.012	0	0	0	0	0.073	0.023
	新屋	54	1460	0.007	0	0	0	0	0.048	0.020
	広面	56	1435	0.007	0	0	0	0	0.066	0.013

平成3年度

鹿角市	鹿角	47	1234	0.009	0	0	0	0	0.042	0.018
大館市	大館局	52	1339	0.008	0	0	0	0	0.042	0.023
鷹巣町	鷹巣	55	1401	0.008	0	0	0	0	0.048	0.019
阿仁町	阿仁	50	1288	0.003	0	0	0	0	0.020	0.006

平成4年度

本荘市	本荘局	47	1200	0.007	0	0	0	0	0.038	0.015
大曲市	大曲局	55	1403	0.009	0	0	0	0	0.051	0.018
角館町	角館	50	1306	0.006	0	0	0	0	0.040	0.013
横手市	横手局	50	1299	0.008	0	0	0	0	0.049	0.018
湯沢市	湯沢	58	1493	0.007	0	0	0	0	0.042	0.018

二酸化窒素濃度分布図	
凡例	(以上) (未満)
	0.003ppm未満
	0.003~0.008
	0.008~0.013
	0.013~0.021

環境基準値	0.04~0.06ppm
-------	--------------

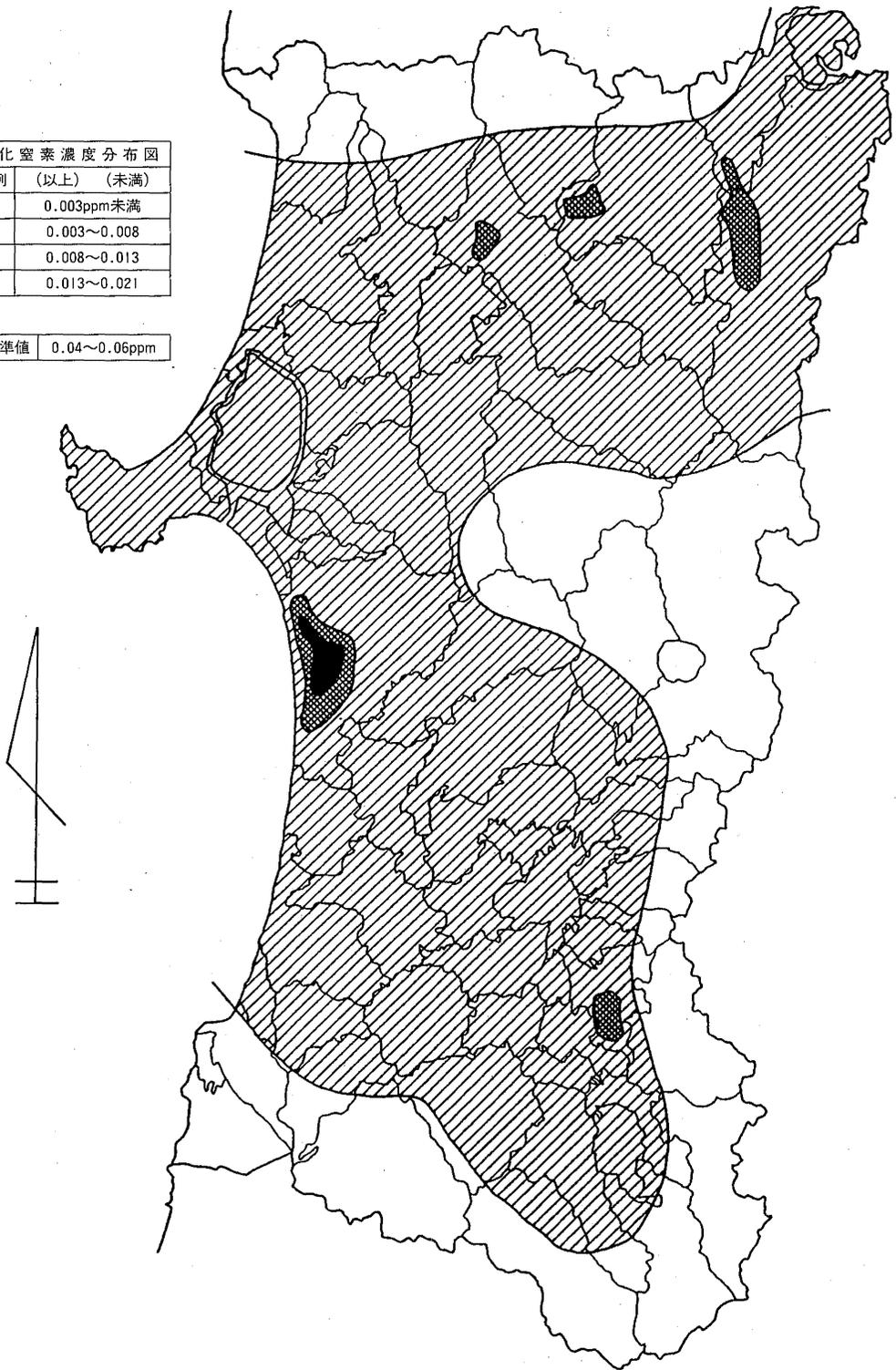


图7 二酸化窒素濃度分布図

3.3 浮遊粒子状物質及び成分濃度

平成3、4年の2カ年で県内15地点の浮遊粒子状物質及び成分濃度について調査を実施した。表8、9、10に浮遊粒子状物質中の成分濃度の測定結果を示す。各地域内のそれぞれの調査地点では、季節毎の濃度変化に同様な傾向がみられたが、地域別では測定時の気象条件等の違いから若干の差異がみられた。図8、9、10にそれぞれの地域での代表的な例として、中央地域の将軍野局、県北地域の大館局及び県南地域の横手局の項目別成分濃度の季節別変化を示す。浮遊粒子状物質濃度

は、中央地域がどの地点でも春季に極端に高く、夏季に低くなり秋季、冬季と濃度が徐々に上昇する傾向がみられた。また、県北地域は夏が低く、春季、秋季、冬季が高くなっており、県南地域は一年を通じて大きな変動はなかったが、春季、夏季に低く秋季、冬季に高い傾向がみられた。各地域とも夏季に低く、秋季、冬季に濃度が上昇するという傾向がみられたが、春季については一年を通して一番低かった地域や一番高かった地域など地域によって違いがあった。

表8 浮遊粒子状物質中の成分濃度
(平成3年度中央地域測定結果)

地点名	月	SPM	Fe	Mn	Al	K	Ca	Na	Zn	Cd ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺
山王局	5	56.49	0.298	0.015	0.209	0.203	0.421	0.703	0.049	0.276	2.376	8.744	1.989
	8	6.56	0.055	ND	0.103	0.116	0.035	0.192	0.018	0.315	0.555	1.369	0.535
	10	16.42	0.082	0.005	0.119	0.077	0.112	0.107	0.040	0.289	0.632	1.403	0.682
	2	20.81	0.244	0.011	0.222	0.156	0.592	0.964	0.052	0.942	0.816	4.853	0.909
	平均	25.07	0.170	0.008	0.163	0.138	0.290	0.491	0.040	0.456	1.095	4.092	1.029
添川局	5	47.91	0.268	0.010	0.252	0.348	0.553	2.731	0.054	0.287	1.214	6.516	1.750
	8	4.43	0.012	ND	0.133	0.108	0.012	0.194	0.025	0.239	0.371	1.409	0.494
	10	11.21	0.101	0.003	0.008	0.107	0.013	ND	0.043	0.272	0.224	0.811	0.448
	2	21.13	0.279	0.013	0.262	0.189	0.357	0.697	0.070	0.870	1.026	4.593	1.207
	平均	21.17	0.165	0.006	0.164	0.188	0.234	0.906	0.048	0.417	0.709	3.332	0.975
将軍野局	5	68.00	0.236	0.010	0.249	0.288	0.385	2.134	0.042	0.253	1.554	12.13	2.150
	8	3.08	0.121	ND	0.221	0.108	0.105	0.362	0.039	0.424	0.630	1.164	0.470
	10	12.18	0.108	0.006	0.108	0.127	0.102	0.147	0.050	0.437	0.454	1.041	0.509
	2	19.29	0.164	0.011	0.239	0.146	0.354	0.861	0.057	0.857	0.936	5.979	1.586
	平均	25.64	0.157	0.007	0.204	0.168	0.237	0.867	0.047	0.493	0.893	5.079	1.179
茨島局	5	77.67	1.827	0.174	0.739	0.696	5.169	3.135	0.273	0.280	1.454	13.48	2.957
	8	28.99	0.451	0.034	0.293	0.184	0.503	0.430	0.090	0.604	0.722	3.302	0.814
	10	25.62	0.502	0.038	0.102	0.105	0.161	ND	0.077	0.251	0.492	2.070	0.830
	2	50.53	0.925	0.085	0.396	0.289	2.803	0.977	0.219	0.944	0.846	9.722	1.205
	平均	45.70	0.926	0.083	0.383	0.319	2.159	1.135	0.165	0.519	0.879	7.144	1.452
船川局	5	50.34	0.228	0.009	0.258	0.222	0.366	2.295	0.029	0.252	2.289	8.136	1.768
	8	3.00	0.170	ND	0.365	0.125	0.185	0.794	0.025	0.466	0.526	1.154	0.373
	10	7.84	0.059	0.003	0.031	0.090	0.048	0.112	0.017	0.375	0.241	0.946	0.409
	2	8.36	0.064	0.003	0.084	0.077	0.122	0.425	0.023	0.605	0.534	3.718	1.100
	平均	17.39	0.130	0.004	0.184	0.129	0.180	0.906	0.023	0.424	0.897	3.489	0.912

(単位: µg/m³)

表9 浮遊粒子状物質中の成分濃度
(平成3年度県北地域測定結果)

地点名	月	SPM	Fe	Mn	Al	K	Ca	Na	Zn	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺
鹿角	5	20.78	0.289	0.016	0.176	0.099	0.220	0.751	0.047	0.168	0.349	4.311	1.107
	8	6.853	0.177	0.028	0.050	0.059	0.119	0.448	0.126	0.300	0.553	2.117	0.659
	10	23.00	0.300	0.014	0.071	0.185	0.030	0.387	0.119	0.640	0.663	2.097	1.050
	2	18.36	0.248	0.024	0.102	0.202	0.177	0.338	0.140	0.293	0.955	3.655	1.216
	平均	17.25	0.254	0.021	0.100	0.136	0.137	0.481	0.108	0.350	0.630	3.045	1.008
大館局	5	21.60	0.232	0.005	0.353	0.137	0.307	0.596	0.094	0.348	0.351	3.714	0.620
	8	4.814	0.089	NG	0.124	0.069	0.117	0.455	0.042	0.189	0.457	1.876	0.599
	10	25.10	0.376	0.011	0.229	0.241	0.104	0.470	0.083	0.701	0.799	2.049	0.892
	2	27.55	0.128	0.008	0.120	0.258	0.180	0.494	0.072	0.477	1.784	5.491	1.815
	平均	19.76	0.206	0.006	0.207	0.176	0.177	0.504	0.073	0.429	0.848	3.283	0.982
鷹巣	5	25.93	0.324	0.007	0.345	0.213	0.297	1.281	0.049	0.363	0.446	5.800	1.231
	8	6.616	0.070	NG	0.065	0.133	0.092	0.322	0.067	0.239	0.577	2.293	0.782
	10	27.43	0.226	0.009	0.143	0.288	0.073	0.822	0.088	1.339	0.779	2.400	1.098
	2	16.36	0.256	0.010	0.105	0.189	0.228	0.589	0.058	0.464	1.180	4.088	1.060
	平均	19.09	0.219	0.007	0.165	0.206	0.173	0.754	0.066	0.601	0.746	3.645	1.043
阿仁	5	16.78	0.362	0.004	0.172	0.125	0.270	0.397	0.025	0.173	0.221	3.863	0.645
	8	6.041	0.072	NG	0.048	0.126	0.106	0.247	0.022	0.195	0.268	1.788	0.551
	10	12.18	0.139	0.009	0.035	0.182	0.049	0.353	0.026	0.447	0.382	2.304	0.899
	2	8.739	0.057	0.003	0.079	0.135	0.105	0.409	0.010	0.346	0.492	2.929	0.836
	平均	10.93	0.158	0.004	0.084	0.142	0.133	0.352	0.021	0.290	0.341	2.721	0.733
能代東局	5	12.43	0.370	0.052	0.331	0.132	0.280	0.399	0.091	0.073	0.570	3.046	0.808
	8	8.852	0.225	0.062	0.119	0.115	0.142	0.449	0.080	0.208	0.664	2.083	0.602
	10	16.18	0.395	0.115	0.095	0.201	0.114	1.031	0.088	1.031	0.621	1.879	0.534
	2	18.58	0.415	0.087	0.149	0.268	0.351	0.836	0.092	0.567	0.779	4.127	0.820
	平均	14.01	0.351	0.079	0.174	0.179	0.222	0.679	0.088	0.470	0.659	2.784	0.691

単位 (μg/m³)

表10 浮遊粒子状物質中の成分濃度
(平成4年度県南地域測定結果)

地点名	月	SPM	Fe	Mn	Al	K	Ca	Na	Zn	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺
本荘局	5	2.874	0.155	0.006	0.108	0.081	0.078	0.691	0.034	0.075	1.103	3.924	1.168
	8	12.67	0.228	0.011	0.169	0.248	0.100	0.861	0.025	0.087	1.103	5.904	1.759
	10	6.834	0.152	0.006	0.083	0.107	0.128	0.574	0.049	0.414	0.663	1.438	0.543
	2	11.43	0.099	0.001	0.246	0.075	0.065	1.438	0.004	1.043	0.764	3.138	0.828
	平均	8.452	0.159	0.006	0.152	0.128	0.093	0.891	0.028	0.405	0.908	3.601	1.075
大曲局	5	3.744	0.088	0.006	0.169	0.092	0.036	0.334	0.044	NG	1.063	3.284	1.256
	8	8.945	0.071	0.011	0.098	0.134	0.119	0.431	0.018	0.095	1.094	3.988	1.444
	10	18.60	0.182	0.006	0.129	0.127	0.090	0.386	0.049	0.184	1.369	1.640	0.952
	2	12.18	0.056	NG	0.166	0.059	0.013	0.522	0.041	0.645	1.167	3.887	1.404
	平均	10.87	0.099	0.006	0.141	0.103	0.065	0.418	0.038	0.231	1.173	3.200	1.264
角館	5	3.544	0.094	0.008	0.099	0.075	0.077	0.286	0.028	0.024	0.860	3.295	1.228
	8	10.33	0.101	0.009	0.118	0.082	0.101	0.462	0.015	0.057	0.746	3.713	1.428
	10	13.82	0.109	0.004	0.208	0.103	0.064	0.332	0.032	0.156	0.783	1.610	0.773
	2	6.896	0.105	0.002	0.138	0.056	0.026	0.443	0.027	0.554	0.832	3.288	1.162
	平均	8.648	0.102	0.006	0.141	0.079	0.067	0.381	0.026	0.198	0.805	2.977	1.148
横手局	5	2.151	0.109	0.006	0.114	0.066	0.041	0.291	0.021	0.040	0.857	3.109	1.270
	8	5.093	0.043	0.007	0.113	0.144	0.057	0.384	0.013	0.108	0.888	4.365	1.501
	10	11.42	0.050	0.005	0.126	0.095	0.078	0.413	0.054	0.161	0.795	1.551	0.706
	2	11.98	0.051	0.003	0.112	0.050	0.014	0.455	0.021	0.445	0.731	3.520	1.224
	平均	7.662	0.063	0.005	0.116	0.089	0.048	0.386	0.027	0.189	0.818	3.136	1.175
湯沢	5	2.796	0.102	0.007	0.102	0.075	0.050	0.127	0.033	0.048	1.003	3.507	1.437
	8	9.222	0.044	0.009	0.122	0.128	0.112	0.430	0.011	0.101	0.974	5.226	1.717
	10	10.99	0.054	0.007	0.093	0.125	0.059	0.401	0.027	0.245	0.987	1.715	0.846
	2	11.13	0.294	0.003	0.167	0.076	0.047	0.520	0.053	0.619	0.952	4.124	1.350
	平均	8.534	0.124	0.007	0.121	0.101	0.067	0.370	0.031	0.253	0.979	3.643	1.338

(単位 μg/m³)

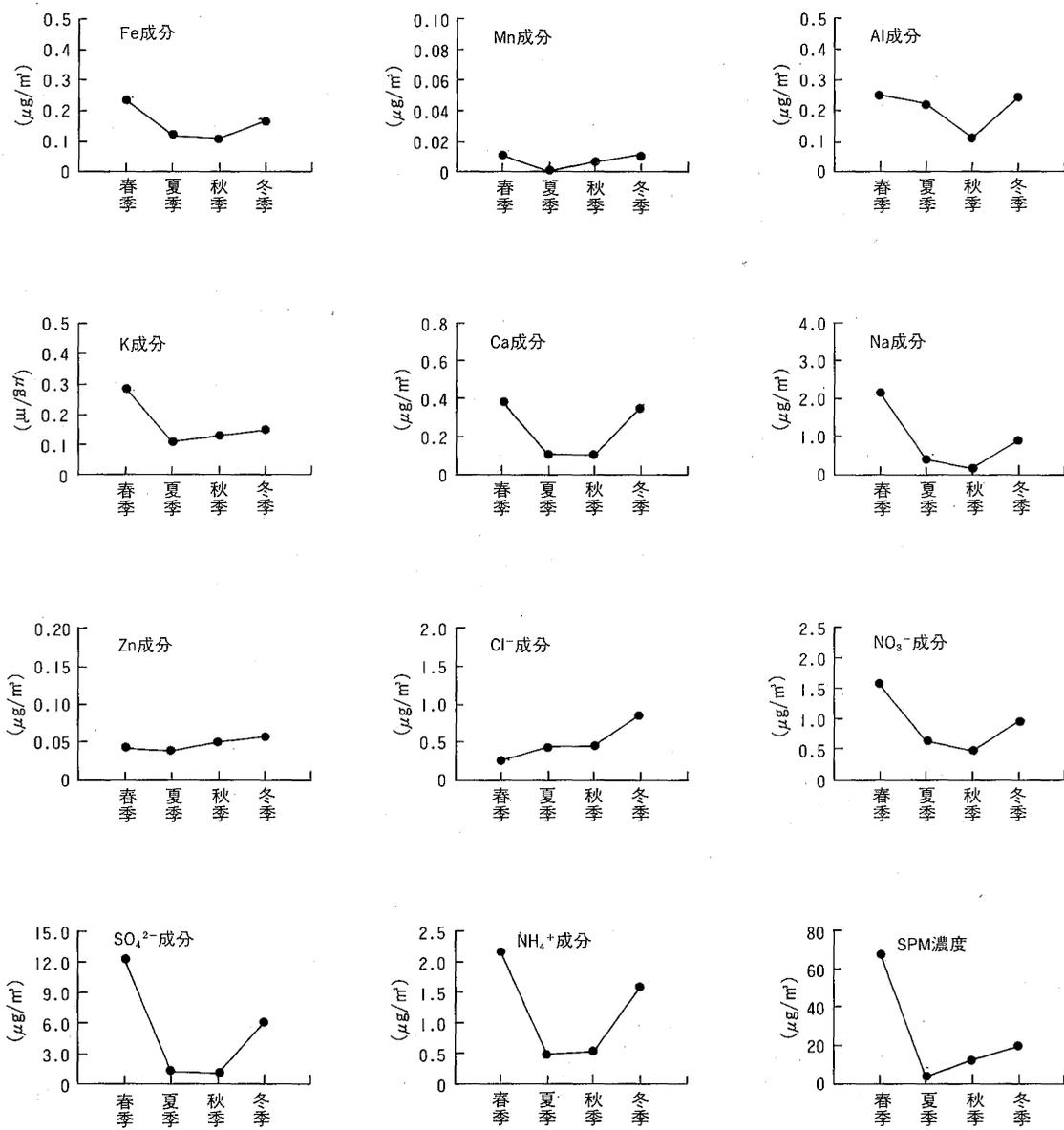


図8 将軍野局の浮遊粒子状物質中の成分濃度

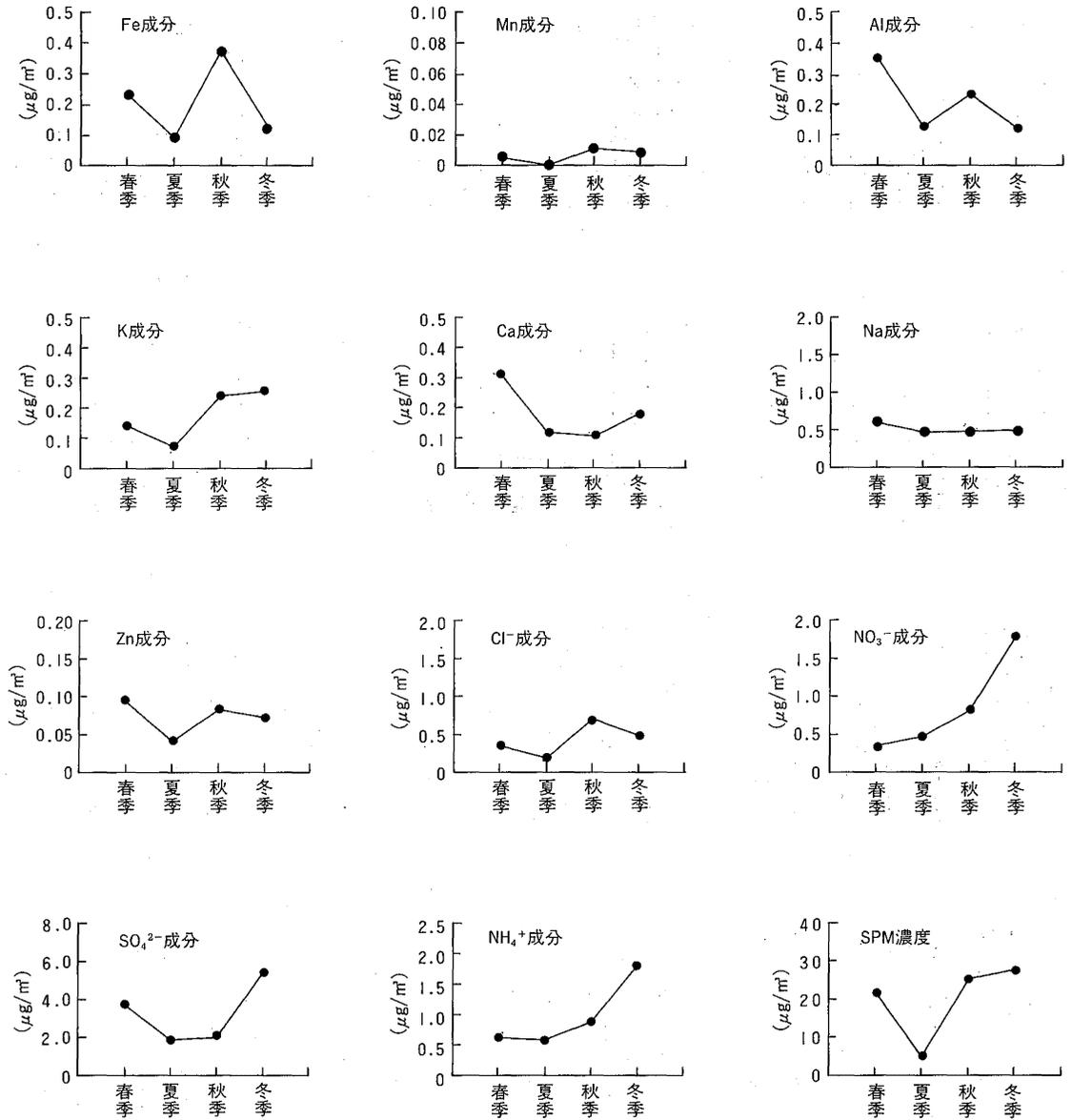


図9 大館局の浮遊粒子状物質中の成分濃度

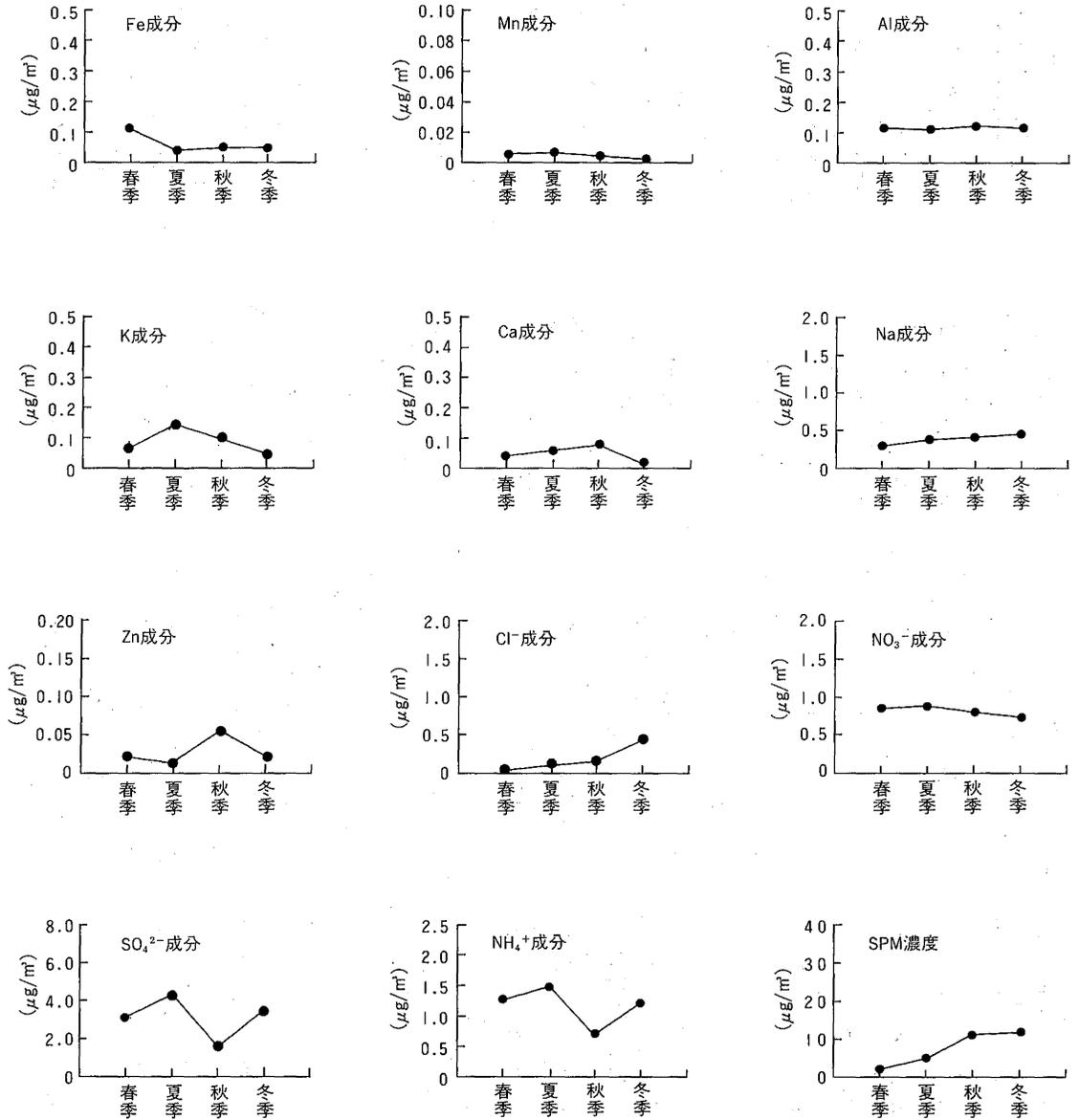


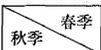
図10 横手局の浮遊粒子状物質中の成分濃度

表11、12に季節毎の各成分間の単相関図を示す。浮遊粒子状物質濃度と各成分濃度の相関は総じて高く、特に春季と冬季は相関が高くなっている。浮遊粒子状物質濃度の大きな比率を占めているSO₄²⁻濃度と他の成分の関係を見ると、SO₄²⁻とNH₄⁺に高い相関がみられる。SO₄²⁻とNH₄⁺は、松本らによる奈良市における測定⁹⁾、内山による千葉市における測定¹⁰⁾によって、年間を通じて微小粒子側に分布が集中しており、二次生成粒子と考えられることから、これらの相関が高い春季、夏季及び秋季は二次生成粒子である(NH₄)₂SO₄⁹⁾の存在が推測される。また、冬季調査期間中の秋田市の将軍野局の風向・風速をみると、北西風の頻度が61.4%と高く、風速も5m/s以上が20.3%と、海からの季節風が非常に強くなっている。このことから、冬季のSO₄²⁻は海塩由来からの一次粒子の影響も大きくなっていると考えられ、さらに、NaとClの相関は春季と冬季に高くなっ

ていることから、海塩由来の影響が冬季と春季に大きくなっているものと考えられる。これらのことから、浮遊粒子状物質の大きな比率を占めているSO₄²⁻濃度は、春季に二次粒子生成と海塩粒子の二つの影響により高くなり、冬季には海塩粒子からの影響が大きくなっている。また、夏季及び秋季は二次生成粒子のみの影響で、浮遊粒子状物質濃度は、中央地域の秋田市内では排出量分布で述べたとおり、硫酸化物の排出量が多く大気濃度も高くなることから、SO₄²⁻濃度はSO₂濃度の増加に伴い増加する傾向にあるという瀬戸らの報告¹¹⁾にあるように、春季には二次生成粒子による影響と、さらに海塩の影響が加わって浮遊粒子状物質濃度の極端な上昇になったものと考えられる。その他の県北、県南地域は、二次生成粒子の影響や海塩粒子の影響があつて季節変動はあるが、中央地域に比べ低い濃度となっている。

表11 冬季・春季の各成分間の単相関図

地点名	SPM	Fe	Mn	Al	K	Ca	Na	Zn	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺
SPM		0.8597**	0.6890**	0.7200**	0.7829**	0.9053**	0.3313	0.8730**	0.3683	0.3134	0.9421**	0.2451
Fe	0.6092*		0.8411**	0.7106**	0.6916**	0.9142**	0.3379	0.8899**	0.3474	0.0072	0.8291**	-0.0687
Mn	0.5191*	0.9672**		0.4610	0.7488**	0.7119**	0.2952	0.7747**	0.1521	-0.0892	0.6102*	-0.2133
Al	0.6649**	0.9020**	0.8665**		0.3269	0.7705**	0.7118**	0.5438*	0.8485**	0.0059	0.7672**	0.0328
K	0.8431**	0.8875**	0.8272**	0.8778**		0.5879*	0.1638	0.7627**	0.0245	0.3687	0.6249*	0.0810
Ca	0.6222*	0.9862**	0.9619**	0.8805**	0.9069**		0.3661	0.8183**	0.4371	-0.0515	0.9137**	-0.0130
Na	0.8566**	0.6088*	0.5306*	0.6674**	0.8765**	0.6451**		0.0949	0.8541**	-0.1163	0.3208	-0.3315
Zn	0.5334*	0.9492**	0.9583**	0.9321**	0.8360**	0.9479**	0.5375*		0.1083	0.2012	0.7945**	0.1719
Cl ⁻	0.7172**	0.3550	0.1808	0.5792*	0.5615*	0.3233	0.6211*	0.3335		-0.0925	0.4576	-0.1040
NO ₃ ⁻	0.6108*	0.1326	0.1470	0.1032	0.3642	0.2098	0.4680	0.0737	0.1765		0.2347	0.7330*
SO ₄ ²⁻	0.9559**	0.6595**	0.5871*	0.6543**	0.8524**	0.6883**	0.8269**	0.5678*	0.5826*	0.6283*		0.3434
NH ₄ ⁺	0.8073**	0.6421**	0.6308*	0.5424*	0.8161**	0.7149**	0.7614**	0.5605*	0.3072	0.7204**	0.8952**	


 春季
 秋季

*危険率5%で有意 **危険率1%で有意

表12 夏季・秋季の各成分間の単相関図

地点名	SPM	Fe	Mn	Al	K	Ca	Na	Zn	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺
SPM		0.8092**	0.4814	0.2913	0.5093	0.8470	0.1423	0.3405	0.3292	0.3300	0.4120	0.2648
Fe	0.7392**		0.6295*	0.5475*	0.4267	0.8860	0.4311	0.5915*	0.5943*	0.1469	0.1134	-0.0708
Mn	0.1901	0.6200*		0.0102	0.0641	0.4463	0.1376	0.6353*	0.1209	0.1900	0.1185	0.0082
Al	0.4722	0.2432	-0.0301		0.3193	0.5815*	0.5323*	-0.0384	0.6721	0.0591	-0.1088	-0.1910
K	0.6403*	0.4806	0.2737	0.2893		0.3117	0.4558	-0.1894	0.0165	0.5474*	0.5943*	0.4658
Ca	0.2563	0.5111	0.3735	0.3952	-0.0654		0.2396	0.4585	0.6525	0.0892	0.0835	-0.0727
Na	0.2001	0.2743	0.5588*	0.2811	0.6731	0.1319		0.0007	-0.0152	0.4677	0.4174	0.3380
Zn	0.7581**	0.7506**	0.4309	0.2428	0.6221*	0.1919	0.4399		0.4667	-0.2237	-0.2571	-0.3780
Cl ⁻	0.5102	0.4421	0.4555	0.1209	0.8829	0.0415	0.7318**	0.6239*		-0.4003	-0.5557	-0.6649
NO ₃ ⁻	0.2827	0.0324	-0.0570	0.5831*	0.1533	0.1943	0.3872	0.1473	-0.0445		0.8671	0.8729
SO ₄ ²⁻	0.6924**	0.5808*	0.2642	0.3428	0.7094	0.1862	0.5247*	0.5459*	0.5159*	0.3411		0.9719
NH ₄ ⁺	0.7250**	0.3256	-0.1535	0.4063	0.5728*	-0.0489	0.2656	0.4616	0.2831	0.5727*	0.8391*	

夏季
秋季

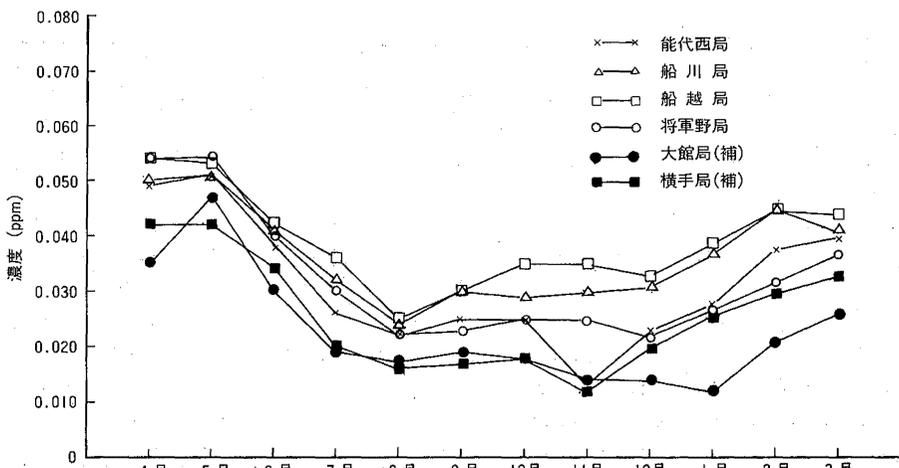
*危険率5%で有意 **危険率1%で有意

3.4 オキシダント濃度

オキシダント常時監視測定局が、秋田市、男鹿市、能代市と海岸部に設置されているが、県内内陸部の県北地域の大館市と県南地域の横手市に補完調査地点を設け、内陸部でのオキシダント調査を実施した。補完調査地点の大館局及び横手局での月間値測定結果を表13に、また、全調査地点¹²⁾でのオキシダント経月

変化を図11に示す。

補完調査地点の大館局、横手局ともに5月に1時間値の最高値が観測され、既設の海岸部に設置している測定局と同様に、春先きに高い傾向を示した。また、昼間の1時間値の月平均値は、図11に示すように、既設の測定局より低い濃度が観測された。



※大館局(H3.5~H4.4)及び横手局(H4.6~H5.5)の測定結果

図11 オキシダント濃度経月変化

表 13 オキシダント月間値測定結果
大館補完調査地点

		平成 3 年								平成 4 年			
		5月	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
昼間測定日数	(日)	12	20	17	27	29	22	24	30	31	11	13	23
昼間測定時間	(時間)	141	303	230	393	453	325	365	455	484	162	189	349
昼間の1時間値の月平均値	(ppm)	0.047	0.030	0.019	0.017	0.019	0.018	0.014	0.014	0.012	0.021	0.026	0.035
昼間の1時間値が0.06 ppmを超えた日数及び時間数	(日)	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	(時間)	23	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
昼間の1時間値の最高値	(ppm)	0.074	0.073	0.044	0.056	0.042	0.041	0.036	0.037	0.028	0.039	0.045	0.066
昼間の日最高1時間値の月間平均値	(ppm)	0.058	0.039	0.027	0.026	0.029	0.028	0.025	0.022	0.018	0.032	0.036	0.045

横手補完調査地点

		平成 4 年						平成 5 年					
		6月	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
昼間測定日数	(日)	29	5	29	30	31	24	22	31	28	22	17	31
昼間測定時間	(時間)	424	53	436	472	477	368	344	495	448	344	258	494
昼間の1時間値の月平均値	(ppm)	0.034	0.020	0.016	0.017	0.018	0.012	0.020	0.026	0.030	0.033	0.042	0.042
昼間の1時間値が0.06 ppmを超えた日数及び時間数	(日)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8
	(時間)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	22
昼間の1時間値の最高値	(ppm)	0.059	0.042	0.034	0.042	0.044	0.038	0.040	0.045	0.048	0.051	0.071	0.071
昼間の日最高1時間値の月間平均値	(ppm)	0.044	0.028	0.022	0.026	0.030	0.018	0.030	0.035	0.040	0.044	0.052	0.054

4 まとめ

大気汚染マップ作成のため、県内全体の硫黄酸化物、窒素酸化物排出量を算出し、排出量分布図を作成した。また、平成2年から3カ年で、県内3地域の補完調査地点19カ所で大気環境濃度を測定するとともに、既設の大気汚染常時監視測定局26局の測定データと併せて大気環境濃度の調査を行った結果、次のことが判明した。

- (1) 硫黄酸化物の排出量は、年間で約 $5,042 \times 10^3 \text{Nm}^3$ 排出されており、発生源別にみると工場・事業所が全体の9割近くを占めている。また、大規模工場が多く立地している秋田周辺地域が、排出量の80%を占めている。
- (2) 窒素酸化物の排出量は、年間で約 $4,665 \times 10^3 \text{Nm}^3$ 排出されており、発生源別にみると自動車からの排出が約56%、工場・事業所からの排出が約33%となっている。また、秋田周辺地域が約46%となっているが、硫黄酸化物と違い県内全体に広がっている。
- (3) 二酸化硫黄の濃度分布図は、排出量分布図で秋田市への排出量集中がみられたように秋田市内の一部に比較的高い濃度の地域がみられたが、その他は低い濃度レベルの清浄な地域となっている。
- (4) 二酸化窒素の濃度分布図は、秋田市内の国道7号線に沿った地域と県北、県南地域の一部で自動車の影響による高い濃度の地域が観測されたが、その地域は自動車の交通量の多い地域に限られ、その影響は周辺地域に拡大しておらず、全体として清浄な地域となっている。
- (5) 浮遊粒子状物質及び成分濃度については、浮遊粒子状物質と各成分濃度及び各

成分濃度間において、相関が高く、特に春季、冬季と高くなっている。浮遊粒子状物質の大きな比率を占める SO_4^{2-} は、春季と冬季に相関が高く、 SO_4^{2-} と NH_4^+ は春季、夏季、秋季に相関が高いことから、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ の存在が考えられること、また、NaとClの相関が春季と冬季に高くなっていることから、冬季の濃度上昇は一次粒子の海塩由来による影響が大きく、春季の濃度上昇は一次粒子の海塩由来及び二次粒子の生成による影響が大きいと考えられる。

- (6) オキシダントについては、内陸部においても海岸部に設置されている既設の測定局と同様に、春先に高い傾向を示したが、年平均値は既設の測定局より低くなっている。

参考文献

- 1) 齊藤学ほか：秋田県環境技術センター年報、No18,43 (1990)
- 2) 成田理ほか：秋田県環境技術センター年報、No19,43 (1991)
- 3) 中央地域大気汚染常時監視測定局の年平均値：秋田県環境技術センター年報、No18,16 (1990)
- 4) 県北地域大気汚染常時監視測定局の年平均値：秋田県環境技術センター年報、No19,16 (1991)
- 5) 県南地域大気汚染常時監視測定局の年平均値：本年報、16 (1992)
- 6) 藤原正弘ほか：「大気汚染濃度分布図のパターンのスプライン法による推定法」環境技術、Vol.11, No9,21 (1982)
- 7) 市田浩三、吉本富士市 共著：「スプライン関数とその応用」シリーズ新しい応用

数学

- 8) 木村秀樹ほか：「青森市における硫黄酸化物濃度分布の推定—スプライン法を用いて—」青森県公害調査事務所報、No5, 47 (1983)
- 9) 松元光弘ほか：「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、Vol.21, No.6, 501-511 (1986)
- 10) 内山茂久：「大気中の粒子状物質におけるイオン成分の粒度別季節変動」大気汚染学会誌、Vol.25, No.1, 77-84 (1990)
- 11) 瀬戸信也ほか：「広島市における大気エアロゾル中の硫酸塩濃度の季節変動について」広島県環境センター研究報告、第9号, 9-16 (1987)
- 12) 大気汚染常時監視測定局のオキシダント経月変化：秋田県環境技術センター年報、No.19, 23 (1991)