

# 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5報）

高橋 浩 藤島 直司  
齋藤 学 小玉 幹生

### 1 はじめに

近年、東北・北海道の都市部を中心に、スパイクタイヤによる道路の摩耗から生ずる浮遊粉じん等が、生活環境の悪化を招くものとして社会問題となっている。

本県でも、昭和58年11月に「スパイクタイヤ使用自粛指導要綱」を制定し、使用自粛期間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年度からその実態について調査してきたが、引き続き昭和61年度においても道路近傍における浮遊粉じん、浮遊粒子状物質濃度を調査した他、県民のスパイクタイヤに関する意識調査もあわせて実施したところである。

### 2 浮遊粉じん及び浮遊粒子状物質濃度調査

#### 2-1 調査方法

##### (1) 調査地点

調査地点は図-1及び図-2の合計4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	2	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	2	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	2	アスファルト	43,310
4	環境技術センター	八橋(25m)	地上(芝生)	25	0	—	—	—	—

(注) 交通量は昭和60年度道路交通センサスによる。

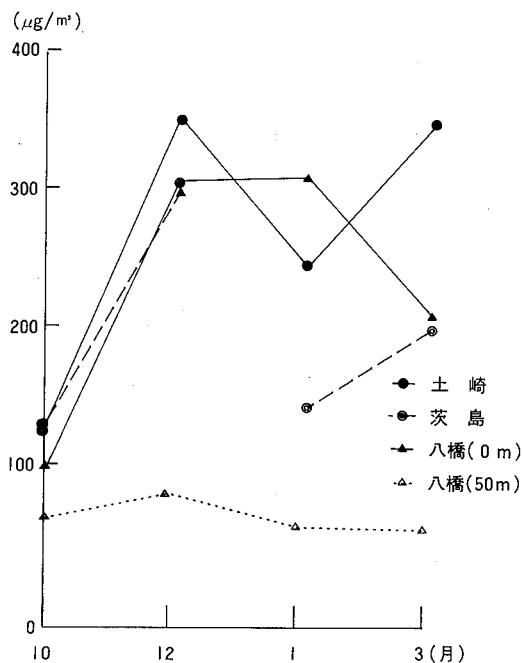


図-3 浮遊粉じん濃度の経月変化

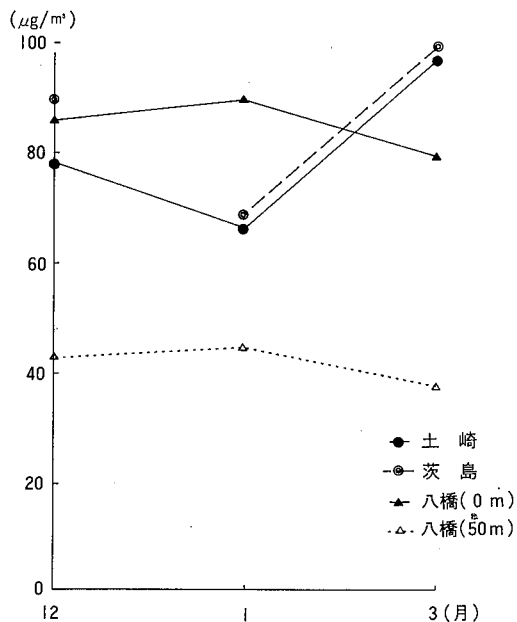


図-4 浮遊粒子状物質濃度の経月変化

61年度は冬期間の降雪量が例年より非常に少なく、例年路面が雪でおおわれる1月、2月に路面が露出する状態が続いた。そのため、図-3に示すように、例年大きく減少する1月の浮遊粉じん濃度が各地点ともそれほど減少せず、土崎及び八橋(0m)地点は12月、1月、3月の値がスパイクタイヤ非装着期である10月に比べて概ね2~3倍の濃度で推移した(茨島地点は62年1月から調査地点が国道7号線沿いに北西へ約100m移動した)。八橋(50m)地点は道路からの影響がほとんど見られず10月~3月ともそれほど変化がなかった。

(2) 浮遊粒子状物質濃度の経月変化

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-4及び図-4のとおりである。

表-4 浮遊粒子状物質濃度の経月変化

地点名 \ 年/月	61/12	62/1	62/3
土 崎	78	68	98
茨 島	91	68	98
八 橋 (0m)	86	89	79
八 橋 (50m)	42	44	38

注1 単位は $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

注2 ( )内は最低~最高値である。

注3 茨島は、62年1月から調査地点が約100m移動した。



### 3-3 調査期間

昭和61年12月1日～12月20日

### 3-4 調査方法

無作為に抽出して、原則として聞き取り調査を行った。

### 3-5 調査対象及び回答者数

調査対象は18歳以上の秋田県民で、回答者数は204名であり、その内訳は次のとおりである。

#### (1) 年齢層

20才代以下 82名

30、40才代 95名

50才代以上 27名

(詳細は図-5のとおり。)

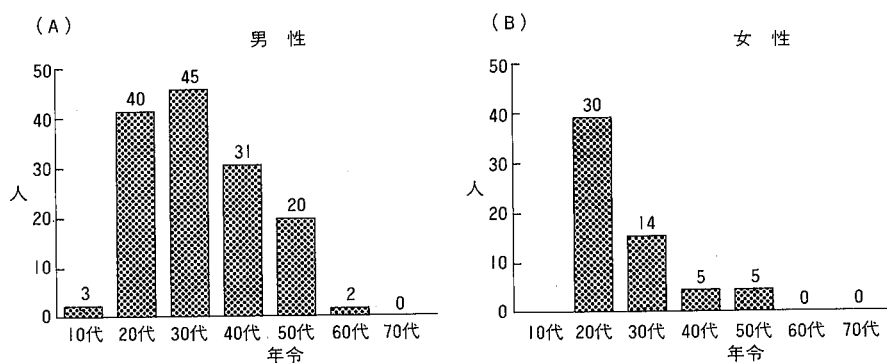


図-5 各性別の年齢層別内訳

#### (2) 性別

男性 141名

女性 63名

#### (3) 地域別

海岸部 108名

内陸部 96名

(注) 海岸部：能代市、本荘市、山本郡、南秋田郡、河辺郡、由利郡

内陸部：鹿角市、大館市、大曲市、横手市、湯沢市、鹿角郡、北秋田郡、仙北郡、平鹿郡、雄勝郡

#### (4) 市部と郡部

市部 126名

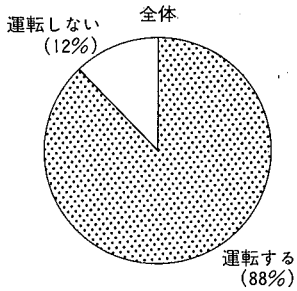
郡部 78名

(注) 市部：県内9市

郡部：県内町村

### 3-6 調査結果及び考察

問1 あなたは自動車を運転されますか。  
1 運転する。 2 運転しない。(→問6へお進みください。)



運転する 179名  
運転しない 25名

図-6 問1の結果

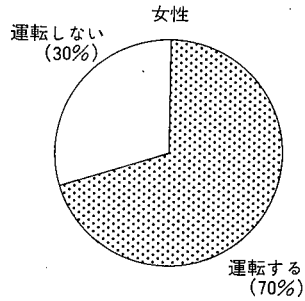
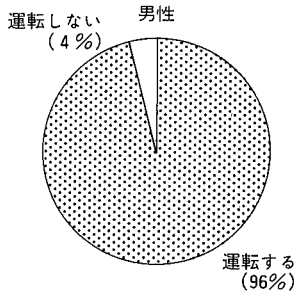


図-7 問1の結果(性別)

問2 あなたが車を運転される目的はなんですか。次の中から主なものを2つまでお選びください。  
1 通勤(学)のため。 2 仕事のため。  
3 レジャーのため。 4 買物のため。  
5 その他(具体的に )

問3 あなたが運転されている車の種類はなんですか。次の中から1つだけお選びください。なお、2台以上の車を運転される方は、主としてお使いの車をお答えください。  
1 普通乗用車 2 小型貨物車 3 大型貨物車  
4 バン・ワゴン 5 軽自動車 6 バス・マイクロバス  
7 その他(具体的に )

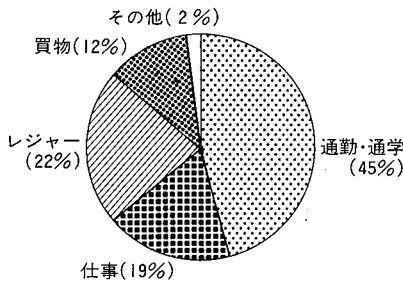


図-8 問2の結果

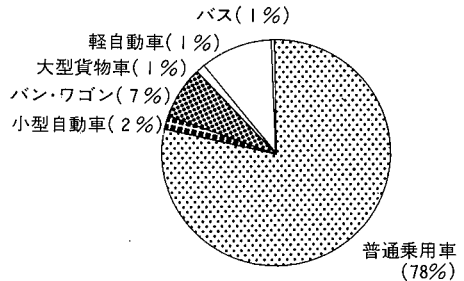


図-9 問3の結果

問4 あなたが運転している車に、冬の間スパイクタイヤをつけますか。  
 1 つける。 2 つけない。  
 3 どちらですか。(付問) 理由  
 1 雪が降る天気予報が出たら、雪が降ってなくてもつける。 1 タイヤチェーンをつけるから。  
 2 雪が1回でも降ったらつける。 2 スノータイヤ(スパイクなし)をつけるから。  
 3 根雪になってからつける。 3 スタッドレスをつけるから。  
 4 毎年きまった時期がくると、雪がなくてもつける。 4 その他(具体的に )  
 それは 月(上 中 下) 旬頃である。  
 5 その他(具体的に )

スパイクタイヤをつけますか  
 つけない(3%)

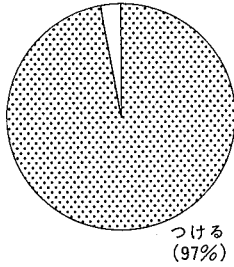
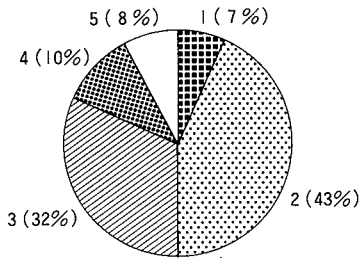


図-10 問4の結果

スパイクタイヤをつけない理由

1 タイヤチェーンをつけるから。	0名 (0%)
2 スノータイヤ(スパイクなし)をつけるから。	2名 (1.2%)
3 スタッドレスタイヤをつけるから。	2名 (1.2%)
4 その他(具体的に)	1名 (0.6%) (理由は不明)

いつ頃ですか(付問)



4 毎年きまった時期がくると、雪がなくてもつける。それは 月(上 中 下) 旬頃である。

11月下旬	4名 (2.3%)
12月上旬	7名 (4.1%)
12月中旬	3名 (1.8%)
12月下旬	3名 (1.8%)

図-11 問4 (付問)の結果

表-6 内訳別の回答率(問4 (付問))

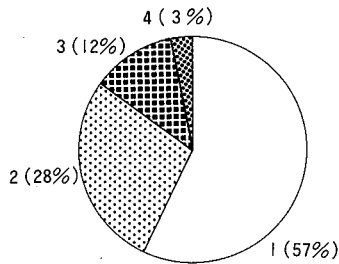
区分	回答番号	1	2	3	4	5
20代以下		4	54	36	2	4
30、40代		7	35	34	14	10
50代以上		14	38	14	24	10

区分	回答番号	1	2	3	4	5
海岸部		7	34	39	13	7
内陸部		6	53	26	7	8

区分	回答番号	1	2	3	4	5
男性		7	37	34	13	9
女性		7	61	25	2	5

区分	回答番号	1	2	3	4	5
市部		8	39	32	12	9
郡部		4	51	33	7	5

問5 スパイクタイヤをつける場合、春になってスパイクタイヤをはずすのはいつ頃でしょうか。次の中から1つだけお選びください。  
 1 路面の凍結がなくなったとき。  
 2 雪がすっかり消えたとき。  
 3 毎年きまった時期にはずす。それは  月(上 中 下)旬頃である。  
 4 その他(具体的に )



3 毎年きまった時期にはずす。  
 それは  月(上 中 下)旬頃である。

3月上旬	3名 (1.7%)
3月中旬	5名 (2.9%)
3月下旬	11名 (6.3%)
4月上旬	2名 (1.1%)

図-12 問5の結果

表-7 内訳別の回答率(問5)

年齢層別 (%)		1	2	3	4
区分	回答番号				
20代以下		69	29	1	1
30、40代		49	29	17	5
50代以上		50	18	27	5

海岸部と内陸部 (%)		1	2	3	4
区分	回答番号				
海岸部		49	33	14	4
内陸部		67	21	11	1

性別 (%)		1	2	3	4
区分	回答番号				
男性		55	27	15	3
女性		61	32	5	2

市部と郡部 (%)		1	2	3	4
区分	回答番号				
市部		53	30	13	4
郡部		64	24	11	1

問6 あなたは、冬から春にかけて道路がほこりっぽいと感じることがありますか。  
 1 多いに感じる。 2 感じる。 3 感じない。

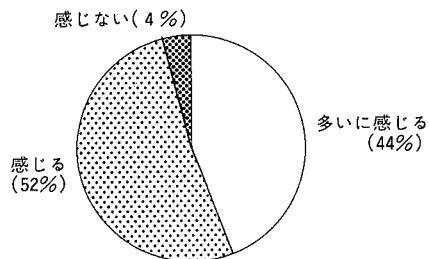


図-13 問6の結果

表一 8 内訳別の回答率 (問6)

区分	回答	多いに感じる	感じる	感じない
20代以下		48	49	3
30、40代		46	51	3
50代以上		22	71	7

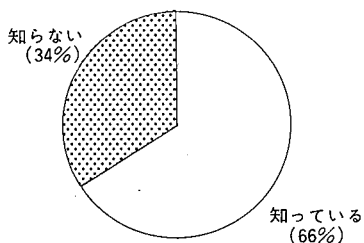
区分	回答	多いに感じる	感じる	感じない
男性		45	51	4
女性		40	57	3

区分	回答	多いに感じる	感じる	感じない
海岸部		51	45	4
美陸部		35	61	4

区分	回答	多いに感じる	感じる	感じない
市部		48	46	6
郡部		36	63	1

区分	回答	多いに感じる	感じる	感じない
運転する		45	51	4
運転しない		36	64	0

問7. あなたは、県で決めた「スパイクタイヤ使用自粛指導要綱」をご存知ですか。  
 1 知っている。 2 知らない。



図一14 問7の結果

表一 9 内訳別の回答率 (問7)

区分	回答	知っている	知らない
20代以下		45	55
30、40代		79	21
50代以上		85	15

区分	回答	知っている	知らない
男性		73	27
女性		51	49

区分	回答	知っている	知らない
海岸部		68	32
内陸部		65	35

区分	回答	知っている	知らない
市部		65	35
郡部		68	32

区分	回答	知っている	知らない
運転する		67	33
運転しない		60	40

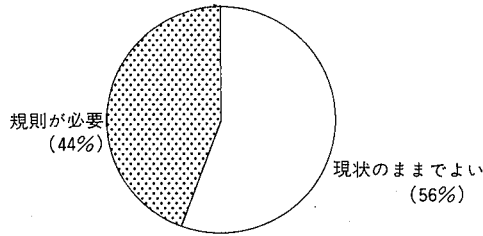


問8 あなたは、今後のスパイクタイヤの使用についてどのようにお考えですか。次の中からお選びください。

1 現状のままでよい。  
理由(付問1)  
1 粉じん公害といっても特に問題があるとは思わないから。  
2 スパイクタイヤは交通安全上必要だと思うから。  
3 スパイクタイヤに強い道路をつくればよいから。  
4 「スパイクタイヤ使用自粛指導要綱」で十分対応できるから。  
5 その他(具体的に )

2 なんらかの規制が必要である。  
理由(付問2)  
1 道路粉じんは人の健康によくないと思うから。  
2 道路がいたんで、補修のための税金がムダだから。  
3 スパイクタイヤを過信し、スピードを出し過ぎて交通事故がふえるから。  
4 その他(具体的に )

今後のスパイクタイヤの使用について



「現状のままでよい」の理由(付問1)

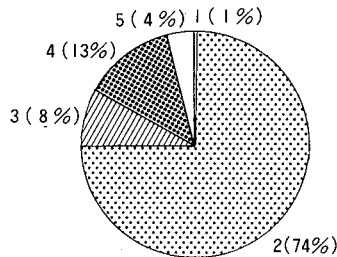


図-16 問8(付問1)の結果

「規制が必要」の理由(付問2)

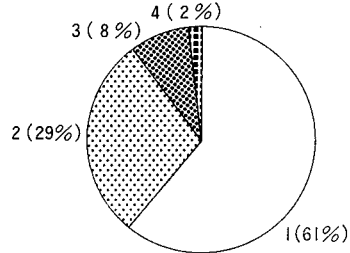


図-17 問8(付問2)の結果

表-10 内訳別の回答率(問8)

年齢層別		(% )	
区分	回答	現状のままでよい	規制が必要
20代以下		59	41
30、40代		52	48
50代以下		63	37

性別		(% )	
区分	回答	現状のままでよい	規制が必要
男性		57	43
女性		52	48

海岸部と内陸部 (% )

区分	回答	現状のままでよい	規制が必要
海岸部		62	38
内陸部		49	51

市部と郡部 (% )

区分	回答	現状のままでよい	規制が必要
市部		58	42
郡部		53	47

車を運転する、しない (% )

区分	回答	現状のままでよい	規制が必要
運転する		61	39
運転しない		20	80

表一11 内訳別の回答率 (問8 (付問1))

区分	回答番号	1	2	3	4	5
20代以下		0	81	6	9	4
30、40代		2	76	8	12	2
50代以上		0	58	11	26	5

区分	回答番号	1	2	3	4	5
男性		1	74	5	15	5
女性		0	78	16	6	0

区分	回答番号	1	2	3	4	5
海岸部		0	73	7	14	6
内陸部		2	78	9	11	0

区分	回答番号	1	2	3	4	5
市部		0	79	8	8	5
郡部		2	69	7	22	0

区分	回答番号	1	2	3	4	5
運転する		1	75	7	13	4
運転しない		0	60	20	20	0

表一12 内訳別の回答率 (問8 (付問2))

区分	回答番号	1	2	3	4
20代以下		58	31	8	3
30、40代		57	32	9	2
50代以上		82	9	9	0

区分	回答番号	1	2	3	4
男性		58	33	9	0
女性		69	19	6	6

区分	回答番号	1	2	3	4
海岸部		53	35	10	2
内陸部		66	25	7	2

区分	回答番号	1	2	3	4
市部		57	33	10	0
郡部		65	23	7	5

区分	回答番号	1	2	3	4
運転する		58	32	8	2
運転しない		73	18	9	0

問1については、全体の88%が自動車を運転すると答えており(図-6)、特に男性は96%に達している(図-7)。

問2によると、車を運転する目的は45%が通勤・通学であり、次いでレジャーが22%である(図-8)。

問3では、運転する車の種類は78%が普通乗用車で、次は軽自動車の11%である(図-9)。

問4によると、「冬期間にスパイクタイヤをつける」と答えた人が97%と大部分であり、スパイクタイヤをつけない人のうち、「スノータイヤをつける」又は「スタッドレスタイヤをつける」と答えた人がそれぞれ1.2%しかいなかった(図-10)。また、スパイクタイヤをつける時期については、「雪が1回でも降ったらつける」と答えた人が最も多く、「スパイクタイヤをつける」と答えた人のうち43%であった(図-11)。これについて内訳別の回答率を見ると(表-6)、年齢層別では「雪が1回でも降ったらつける」と答えた人は20才代以下で高率であり54%と過半数を占めている。これに対して、50才代以上では「毎年きまった時期が来るとつける」と答えた人が他の年齢層より高率になっている。性別では雪が1回でも降ったらつける人は男性37%に対して女性が61%と非常に高率であり、男性より女性の方が雪道の運転に対してより慎重であると思われる。地域別では、海岸部より内陸部の人、また市部より郡部の人が「雪が1回でも降ったらつける」と答えた人が多かった。

問5については、「路面の凍結がなくなったときにスパイクタイヤをはずす」と答えた人が全体の57%で最も多かった(図-12)。内訳別の回答率を見ると(表-7)、年齢層別では「路面の凍結がなくなったときにははずす」と答えた人は20才代以下に最も多く、「毎年きまった時期にははずす」と答えた人は50才代以上に最も多かった。性別では「雪がすっかり消えたときにははずす」という慎重な意見は男性より女性に多かったが、スパイクタイヤをつける時期について(問4)ほど大きな差は見られなかった。また、地域別では海岸部と市部、内陸部と郡部が似た傾向を示した。

問6の「冬から春にかけて道路がほこりっぽいや感じるか」の問いに対して、「多いに感じる」が44%、「感じる」が52%で、合計96%の人がほこりっぽさを感じているが(図-13)、今回の調査からはその原因がスパイクタイヤによる道路粉じんのためと考えているかは不明である。内訳別の回答率を見ると(表-8)、年齢層別では「多いに感じる」と答えた人の割合が50才代以上が他の年齢層よりかなり低くなっている。性別では大きな差異は見られなかった。海岸部と内陸部の区別では、海岸部の方が「多いに感じる」と答えた人が高率だったがこれは降雪期間は両地域でそれほど変わらないのに対して、海岸部は降雪量が少なく、道路や周辺部が露出している期間が長く粉じんが発生しやすいためと、風が強いためそれが飛散しやすいためと考えられる。市部と郡部の区別では市部の方が「多いに感じる」と答えた人が高率であり、これは交通量に関係があるように思われるが、逆に市部には「感じない」と答えた人が6%もあり、明確な傾向は見られなかった。車を運転するか否かの区別では「多いに感じる」と答えた人の割合は運転する人の方が高かったが、運転しない人は100%の人が「多いに感じる」か「感じる」と答えており、両者の間にも明確な意識の違いは見られなかった。

問7の結果から「スパイクタイヤ使用自粛指導要綱」について全体の約3分の2の66%の人が「知っている」と答えている(図-14)。内訳別の回答率を見ると(表-9)、年齢層別では20才代以下が「知らない」と答えた率が55%と高く、他の年齢層とは明確な違いを示している。また性別では女性の49%が知らないと答えており、男性よりかなり高かった。なお20才代の女性については69%が「知らない」と答えており、今後同要綱を普及させるためには、特に若い女性ドライバーを重点に啓蒙を図る必要があると思われる。地域別では、海岸部と内陸部、市部と郡部ともほぼ同様の結果であり、地域差は見られなかった。また、運転するか否かの区別では運転する人の方が「要綱を知っている」と答えた率が高かったが、それほど大きな差異はなかった。

問8については、今後のスパイクタイヤの使用を「現状のままでよい」と答えた人が56%であり、「なんらかの規制が必要」と答えた人の率(44%)を上回った(図-15)。内訳別の回答率を見ると(表-10)、年齢層別では「現状のままでよい」と答えた率は50才代以上で最も高く、30~40才代で最も低かった。性別では男性の方が「現状のままでよい」と答えた率が高かったが、それほど大きな差はなかった。海岸部と内陸部の区別では「現状のままでよい」と答えた人の率が海岸部で62%であるのに対して、内陸部では49%と過半数を割っており、積雪量が多くスパイクタイヤをより必要とするはずの内陸部の方が「なんらかの規制が必要である」という意識の人が多かった。市部と郡部の区別では市部の方が「現状のままでよい」と答えた人が多かったが、両者にそれほど大きな差はなかった。車を運転する人としらない人ではその意識に明確な違いが見られた。即ち、車を運転する人は「現状のままでよい」という意見が61%だったのに対して、運転しない人ではわずか20%であり、スパイクタイヤの必要性についてよりきびしい考え方を持っていることが認められた。

次に「現状のままでよい」と答えた理由については、「スパイクタイヤは交通安全上必要だと思うから」と答えた人が全体の74%であり、「粉じん公害といっても特に問題があるとは思わないから」と答えた人はわずか1%しかいなかった(図-16)。これについて内訳別の回答率を見ると(表-11)、年齢層別では50才代以上では「スパイクタイヤは交通安全上必要だと思うから」という意見は他の年齢層に比べて少なかった。それに対して「スパイクタイヤ使用自粛指導要綱」で十分対応できるから」と答えた人の割合が比較的多かった。これは、問7の結果が示すように50才代以上の方が同要綱を最もよく知っており、同要綱に従ってスパイクタイヤを適切に使用すればスパイクタイヤに関する諸問題は軽減されると考えているためと思われる。また、運転する人としらない人の区別では、実際に車を運転する人の方が「交通安全上必要だと思う」という意見が多かった。なお、性別、地域別の区別ではそれほど大きな差異はなかった。

また「なんらかの規制が必要である」と答えた理由についての調査結果は図-17のようになり、全体の61%の人が「道路粉じんは人の健康によくないと思うから」と答えており、「道路がいたんで補修のための税金がムダだから」と答えた人の割合(29%)の2倍以上であった。このことから、多くの人が冬から春にかけて発生する道路粉じんはスパイクタイヤに起因すると考えていることが類推され、またスパイクタイヤに関する諸問題のうち、道路補修費等の問題よりも人体への影

響について深刻に憂慮していると言える。内訳別の回答率を見ると（表-12）、年齢層別では「人の健康によくないと思うから」と答えた人は50才代以上に多く、日頃の健康への関心の深さと関連していると思われる。性別、地域別ではそれほど大きな差は認められなかった。車を運転する人としらない人の区別では「人の健康によくないと思うから」と答えた人は車の運転をしない人に多く、実際に道路を歩く機会の多い人の方が道路粉じんの人体への影響について憂慮していることがわかる。

#### 4 ま と め

##### 4-1 浮遊粉じん濃度

- (1) 昭和61年度は降雪量が少なかったため、1月に浮遊粉じん濃度の減少がほとんどなかった。
- (2) 12月、1月、3月の値は10月の値に比べて概ね2～3倍の濃度であった。

##### 4-2 浮遊粒子状物質濃度

- (1) 浮遊粉じん濃度と同様に、1月に濃度の減少がほとんどなかった。
- (2) 12月、1月、3月の八橋（0m）地点の濃度は八橋（50m）地点の濃度の約2倍であった。

##### 4-3 スパイクタイヤに関する意識調査

- (1) 冬期間、車にスパイクタイヤを装着する人は全体の97%であり、スタッドレスタイヤを装着する人は1.2%であった。
- (2) スパイクタイヤを装着する時期は、43%の人が「雪が1回でも降ったらつける」と答えた。
- (3) スパイクタイヤをはずす時期は、57%の人が「路面の凍結がなくなったとき」と答えた。
- (4) 冬から春にかけて道路がほこりっぽいと感じる人は、「多いに感じる」と答えた人を含めて96%であった。
- (5) 「スパイクタイヤ使用自粛指導要綱」を知っている人は全体の66%であった。内訳では50才代以上の人が85%と知っている率が高く、逆に20才代の女性が低くわずか31%であった。
- (6) 今後のスパイクタイヤの使用については、56%の人が「現状のままでよい」と答えており、「なんらかの規制が必要である」と答えた人は44%であった。ただし車を運転しない人では80%の人が「なんらかの規制が必要である」と答えた。また「現状のままでよい」と答えた理由については74%の人が「スパイクタイヤは交通安全上必要だと思うから」と答えており、「なんらかの規制が必要である」と答えた理由については61%の人が「道路粉じんは人の健康によくないと思うから」と答えた。

## 秋田市内における雨水成分の調査結果について（第4報）

斉藤 学 小玉 幹生  
高橋 浩 藤島 直司

### 1 はじめに

前報までの調査では、主として初期降雨を対象として、秋田市の市街地と後背地の雨水成分について比較してきた。その結果、降りはじめの雨水は市街地の方が成分濃度が高いが、PHは郊外の後背地で低い値を示すこと、また、降水量が増加するにつれて市街地および後背地のPH、成分濃度は、ほぼ一定の値に収束するような傾向を示すことなどがわかった。

今年度は、一週間単位のBulkによる雨水を対象に、さらに広範囲の後背地に調査地点を設置し、雨水の酸性化の実態を把握するとともに、イオン成分の降下量についても検討してみた。

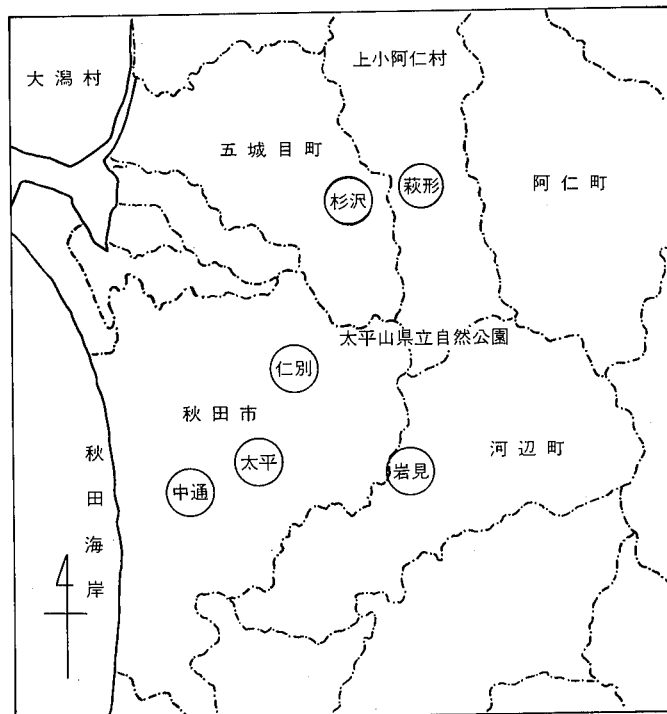
### 2 調査方法

#### 2. 1 調査期間

昭和61年6月30日～7月28日

#### 2. 2 調査地点と採水器設置状況

調査地点は、図一1に示すとおりで、秋田市3地点、河辺町、五城目町、上小阿仁村各1地点で計6地点を選定した。調査地点の特性と採水器設置場所は、表一1に示した。



図一1 調査地点

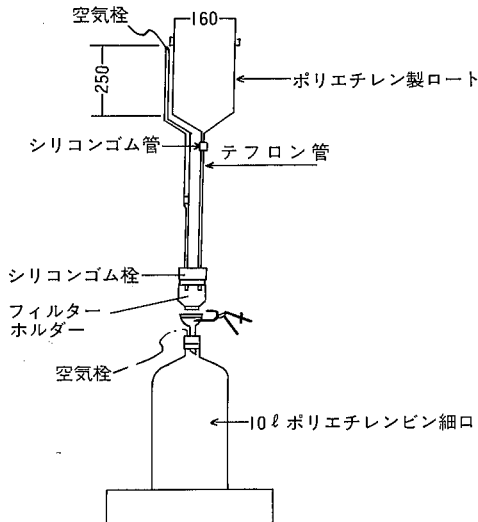
表一 1 調査地点の特性と採水器設置場所

地点名	設置場所	地点の特性
中通	秋田市 秋田保健所屋上	海岸から約5kmの市街地
太平	秋田市 太平地域センター地上	中通より東北東へ約6kmの郊外
仁別	秋田市 旭川ダム管理事務所屋上	中通より北東へ約12kmの近山間部
岩見	河辺町 岩見ダム管理事務所地上	中通より東へ約16kmの近山間部
杉沢	五城目町 杉沢発電所地上	中通より北北東へ約25kmの遠山間部
萩形	上小阿仁村 萩形ダム管理事務所地上	中通より北東へ約29kmの遠山間部

### 2. 3 雨水の採取方法

雨水は、全地点で一週間単位の雨水を採取した。

また、雨水採取装置は図一2に示したろ過式の採取装置を使用した。



図一2 酸性雨ろ過式採取装置

### 2. 4 調査項目および分析方法

調査項目は、PH、EC、 $SO_4^{2-}$ 、 $NO_3^-$ 、 $Cl^-$ 、 $NH_4^+$ 、 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $H^+$ 、降水量で、 $H^+$ はPHより計算で求めた。

また、降水量も貯水量から計算で求めた。

## 3 調査結果と考察

### 3. 1 雨水の採取状況と気象概況

調査期間中、各地点とも一週間単位の雨水を4回採取できた。採取に関し、特に成分濃度に大

きく影響を与えるような状況はなかった。

気象の概況は、市街地の中通に近い秋田地方気象台の観測結果から、7月の平均気温は26.6℃でほぼ平年並みであった。平均風速は3.0m/sec、最多風向の月平均はSE方向であった。調査期間中の降水日数は17日で、7月11～12日と7月22～24日は大雨となった。また、7月の降水量は平年よりやや多いという状況であった。なお、梅雨入りは6月13日、梅雨明けは8月9日であった。

### 3. 2 雨水成分濃度の調査結果

#### (1) 雨水のイオンバランス

表一2に、PH、EC、降水量ならびに雨水中成分濃度の調査結果を示した。

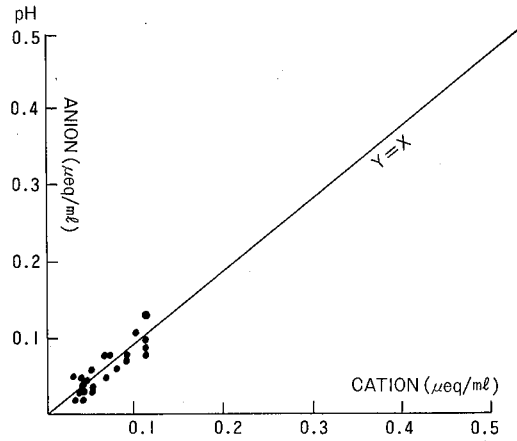
図一3には、分析結果の信頼性確認のため、全試料の成分のイオンバランスを示した。各試料とも低濃度であったため、測定誤差の積み重ね等により、若干バランスがとれていない試料もあったが、おおむね良好な結果であった。

表一2 雨水成分濃度調査結果

		PH	EC	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	降水量
中 通	MAX	4.96	26.2	3.79	1.58	1.85	0.67	0.49	0.168	0.14	1.00	0.039	56
	MIN	4.41	6.28	0.90	0.08	0.40	0.22	0.21	0.014	0.06	0.21	0.011	28
	AVE	4.60	17.9	2.39	0.69	0.86	0.38	0.35	0.087	0.10	0.43	0.025	43
太 平	MAX	4.93	20.3	2.76	1.58	1.66	0.72	0.43	0.122	0.21	0.90	0.026	60
	MIN	4.59	6.63	0.84	0.12	0.48	0.25	0.11	0.023	0.08	0.15	0.012	32
	AVE	4.73	14.7	1.90	0.69	0.88	0.41	0.24	0.065	0.14	0.50	0.019	44
仁 別	MAX	4.72	18.0	2.49	1.12	1.54	0.32	0.29	0.119	0.13	0.91	0.036	55
	MIN	4.44	8.19	0.94	0.11	0.47	0.07	0.08	0.033	0.09	0.28	0.019	46
	AVE	4.60	14.9	1.85	0.54	0.77	0.20	0.18	0.060	0.10	0.56	0.025	51
岩 見	MAX	4.86	19.7	2.69	0.81	1.17	0.27	0.27	0.090	0.12	0.71	0.039	54
	MIN	4.41	6.47	0.82	0.14	0.35	0.11	0.09	0.019	0.10	0.17	0.014	39
	AVE	4.61	14.2	1.69	0.48	0.70	0.22	0.15	0.051	0.11	0.38	0.025	47
杉 沢	MAX	5.62	13.9	1.29	0.58	1.89	0.29	0.30	0.157	0.15	1.13	0.017	42
	MIN	4.77	5.16	0.62	0.15	0.32	0.10	0.08	0.023	0.07	0.23	0.002	32
	AVE	5.05	8.67	1.08	0.33	0.76	0.20	0.16	0.060	0.11	0.49	0.009	38
萩 形	MAX	5.51	9.35	1.31	0.96	0.76	0.22	0.31	0.149	0.19	0.51	0.010	35
	MIN	5.02	6.92	0.54	0.03	0.23	0.19	0.20	0.032	0.09	0.23	0.003	26
	AVE	5.35	7.28	1.07	0.39	0.46	0.20	0.24	0.060	0.14	0.36	0.004	32

単位はPHがなし、ECが $\mu\text{s}/\text{cm}$ 、降水量が $\text{mm}$ 、他は $\mu\text{g}/\text{ml}$





図一三 雨水のイオンバランス

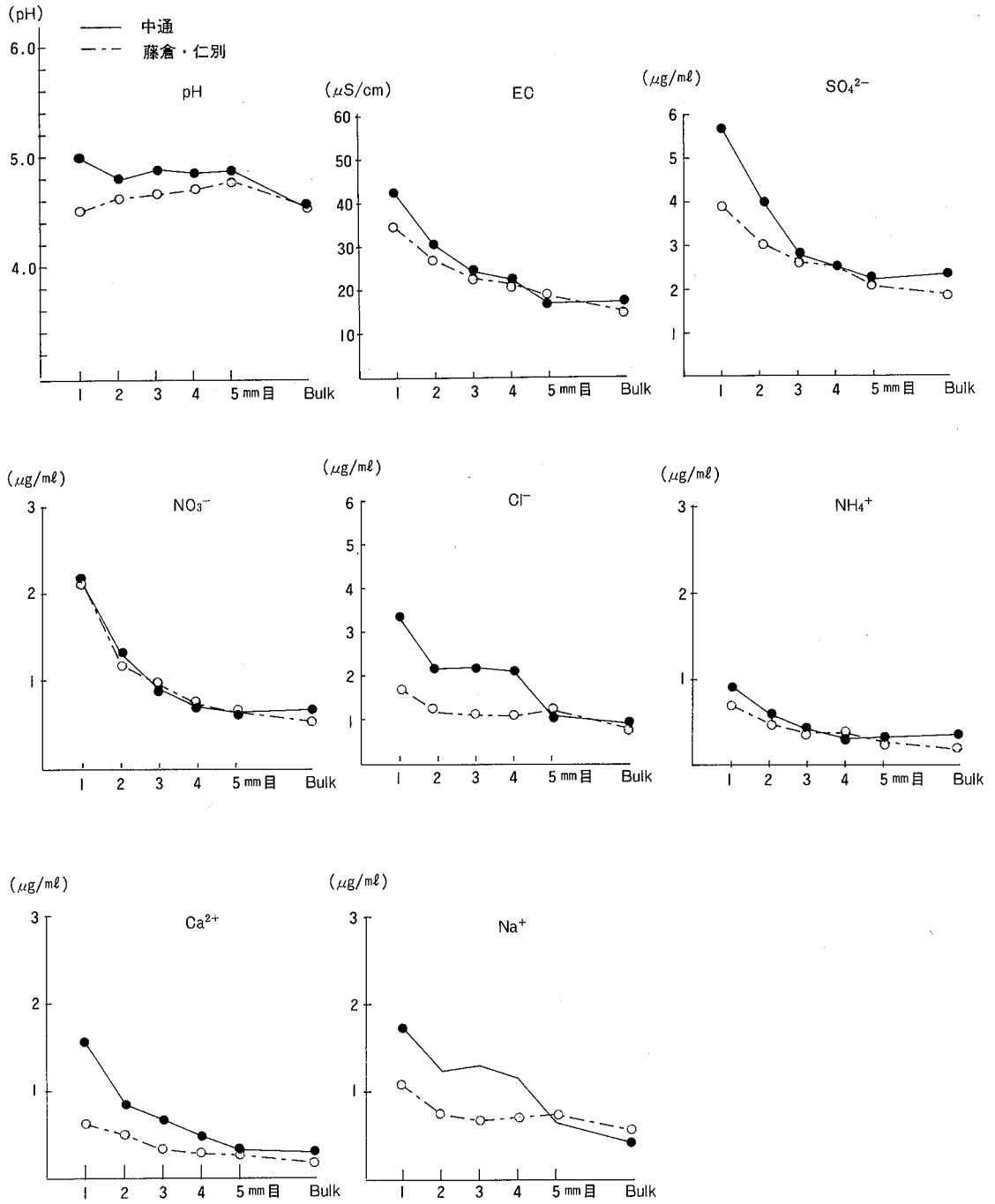
(2) 前年度および他県の調査結果との比較

図一四には、前年度調査した中通、藤倉地点における降雨順別のPH、ECおよび主要なイオン成分濃度の平均値の推移と、今年度のBulkによる雨水の平均値をプロットしてみた。中通地点は今年度と同一地点、藤倉地点は今年度の仁別地点から約1km市街地に近い、近山間部で、仁別地点とほぼ同一地点として位置づけられる地点である。

PHについてみると、中通の初期降雨は1mm目で高く、2mm目以降は4.8~5.0の値に横ばいする傾向を示したが、今年度のBulkによる雨水では4.60と低く、初期降雨の降雨順別の推移との関連はみられなかった。また、近山間部の藤倉、仁別を同一地点としてみれば、初期降雨では1mm目が最も低く、降雨が増すごとにPHが上昇して、中通のPHに近づく傾向を示したが、Bulkによる雨水では、中通と同様の低い値を示した。また、降雨順別の推移からみると、今年度のBulkによる雨水は、前年度の藤倉地点の1mm目と2mm目の間に位置する値となっていた。

ECについてみると、初期降雨1mm目において、中通と藤倉の値に差異がみられたが、降雨が増すごとに両地点ともほぼ初期降雨における収束値の範囲に入るような値を示した。

イオン成分濃度についてみると、初期降雨の降雨順別の推移は、一定の値に収束するような傾向を示したが、今年度のBulkによる雨水も、ECと同様前年度の初期降雨調査の収束値範囲となるような値を示した。



図一四 初期降雨とBulkによる雨水の比較

表一 3 には、昭和59年に今回の調査と同様な採取方法で調査した石川県の報告から、7月の調査結果を平均し、地点的に類似した特性を示す太平、岩見の2地点の平均値と比較してみた。

PH、ECはほぼ同程度の値を示しているが、NO<sub>3</sub>は秋田の太平、岩見地点が若干低く、その他の項目では高い値となっていた。特にNa<sup>+</sup>とCl<sup>-</sup>が高い値となっていたことから、海塩粒子の影響など、気象条件の相違が要因となったものと推定された。

表一 3 他県との比較

	県名	地点名	PH	EC	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
郊外	秋田	太平	4.73	14.7	1.90	0.69	0.88	0.41	0.24	0.065	0.14	0.50
	石川	三馬	4.70	17.5	1.75	1.12	0.25	0.31	0.18	0.028	0.06	0.16
山間部	秋田	岩見	4.61	14.2	1.69	0.48	0.70	0.22	0.15	0.051	0.11	0.38
	石川	鳥越	4.74	12.9	1.14	0.74	0.17	0.19	0.08	0.020	0.05	0.14

単位はPHがなし、ECが $\mu\text{s}/\text{cm}$ 、他は $\mu\text{g}/\text{ml}$

### (3) 雨水の酸性化の状況とPHの地域区分

表一 2 より、雨水のPHの最低値は中通の4.40、最高値は杉沢の5.62であった。また、各地点のPHの平均値は、いずれも5.6以下の酸性雨となっており、前報（第3報）の初期降雨調査結果と同様、一週間単位の雨水も酸性化していることがわかった。

図一 5 に、各地点のPHの平均値をもとに、PHの地域区分を示した。市街地の中通と、郊外の太平、近山間部の仁別および岩見は4.60~4.61と、ほぼ同一の値を示す地域と考えられた。前報（第3報）での初期降雨1mm目の調査結果では、市街地と郊外以降で明確なPHの差異がみられたが、今回の調査期間中のBulkによる雨水では、差異は認められなかった。

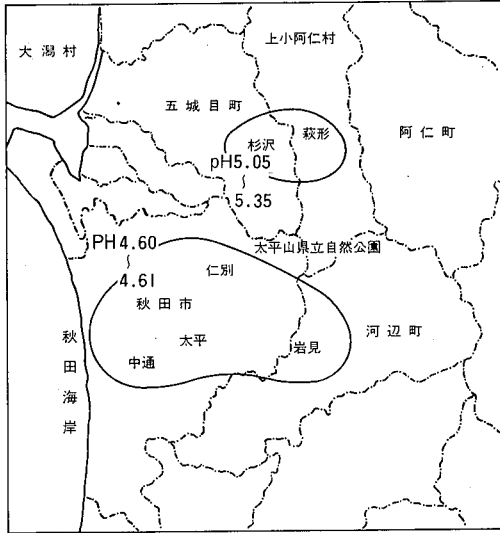
また、遠山間部の杉沢、萩形のPHは5.05~5.35で、雨水の酸性化の状況としては、ほぼ同一の区域と考えられた。

このことから、秋田市の市街地と後背地における雨水の酸性化の状況は、太平山に代表される比較的高い山間部を境として、日本海に面した市街地側で酸性化の度合いが高く、山間部を越えた裏側の地域では、あまり酸性化が進んでいないものと考えられた。

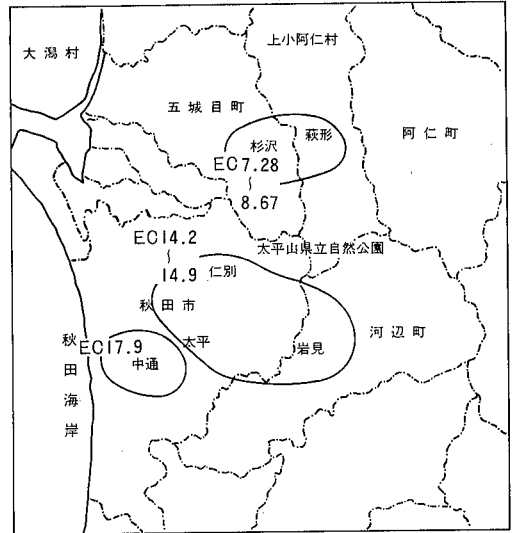
### (4) ECの地域区分

表一 2 より、雨水の汚染の程度を示すECの最大値は、中通の26.2 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 、最小値は杉沢の5.16 $\mu\text{s}/\text{cm}$ であった。各地点の平均値は7.28~17.9 $\mu\text{s}/\text{cm}$ となっていた。

図一 6 には、各地点の平均値をもとに、ECの地域区分を示した。市街地の中通が17.9 $\mu\text{s}/\text{cm}$ で一区分され、郊外の太平、近山間部の仁別、岩見が14.2~14.9 $\mu\text{s}/\text{cm}$ で一区分、遠山間部の杉沢、萩形が7.28~8.67 $\mu\text{s}/\text{cm}$ で一区分の、計3区分に分類できた。



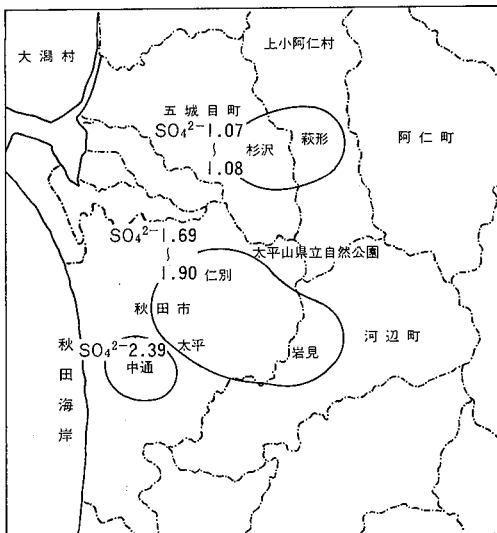
図一五 PHの地域区分



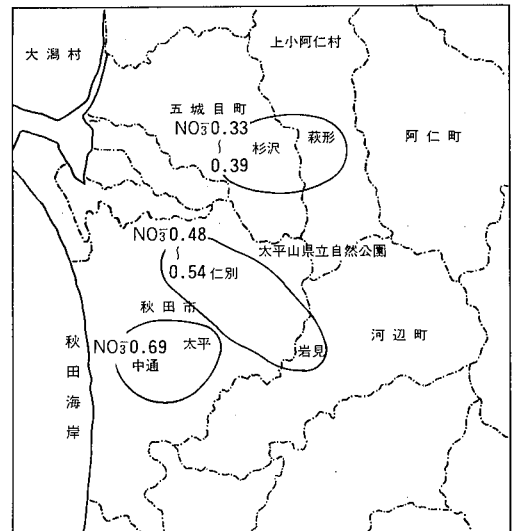
図一六 ECの地域区分

(5) イオン成分濃度の地域区分

図一七、八には、雨水の酸性化に寄与するといわれている $SO_4^{2-}$ 、 $NO_3^-$ の各地点の平均値から、その濃度分布状況を示した。両イオンともPH、ECと同様、太平山に代表される山間部の裏側の地域である杉沢、萩形地点が一区分とされ、市街地側の成分濃度より低い値を示した。また、市街地側では $SO_4^{2-}$ は中通で一区分、太平、仁別、岩見で一区分されたのに対し、 $NO_3^-$ は中通、太平で一区分、仁別、岩見で一区分と考えられ、両イオンの地域区分に相違がみられた。

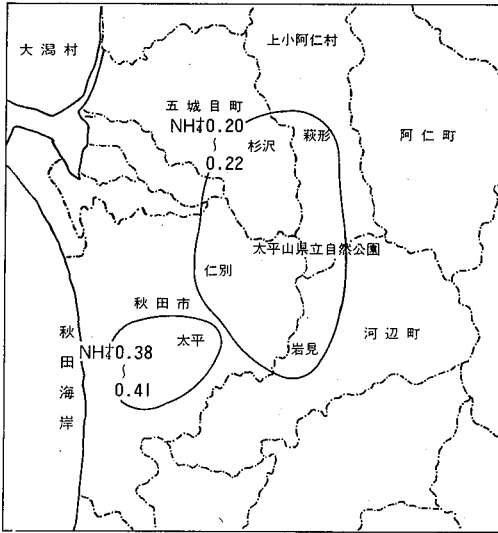


図一七  $SO_4^{2-}$ の地域区分

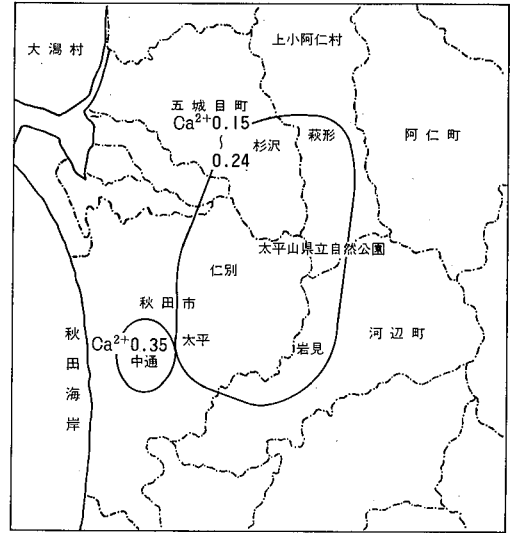


図一八  $NO_3^-$ の地域区分

図一9、10には、雨水の酸性化を抑制する役割を果たすといわれている $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ の地域区分を示した。両イオンともPH、EC、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ の区分と異なり、杉沢、萩形地点と、中通を除く市街地側の地点とに明確な区分けができなかった。また、市街地側では、 $\text{NH}_4^+$ は中通、太平で一区分、 $\text{Ca}^{2+}$ では中通が一区分されるものと考えられた。



図一9  $\text{NH}_4^+$ の地域区分



図一10  $\text{Ca}^{2+}$ の地域区分

(6) イオンの当量濃度比とPHについて

図一11には、各地点でのイオン成分濃度の平均値をもとに、主要なイオンのTotal Anion、Total Cationに対する当量濃度比をダイヤグラムで示した。ダイヤグラムの形状と、イオン総量から比較して、当量濃度比の特性はPH、EC等の地域区分と同様、市街地側と裏側の地域に区分されるものと考えられた。

PHが4.60~4.61と低い値を示した市街地側では、 $\text{SO}_4^{2-}$ の比率が60%前後で突出しており、 $\text{NO}_3^-$ は13~14%とほぼ一定の比率を示していた。PHが5.05~5.35と高くなった裏側の地域では、 $\text{SO}_4^{2-}$ が40~50%に比率が減少し、 $\text{NO}_3^-$ は逆に20~25%に上昇した。

$\text{NH}_4^+$ と $\text{Ca}^{2+}$ についてみると、市街地の中通で $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ が20%、太平で $\text{NH}_4^+$ が25%の比率を示したが、裏側の地域では2地点とも20~25%と総体的に高い比率を示した。

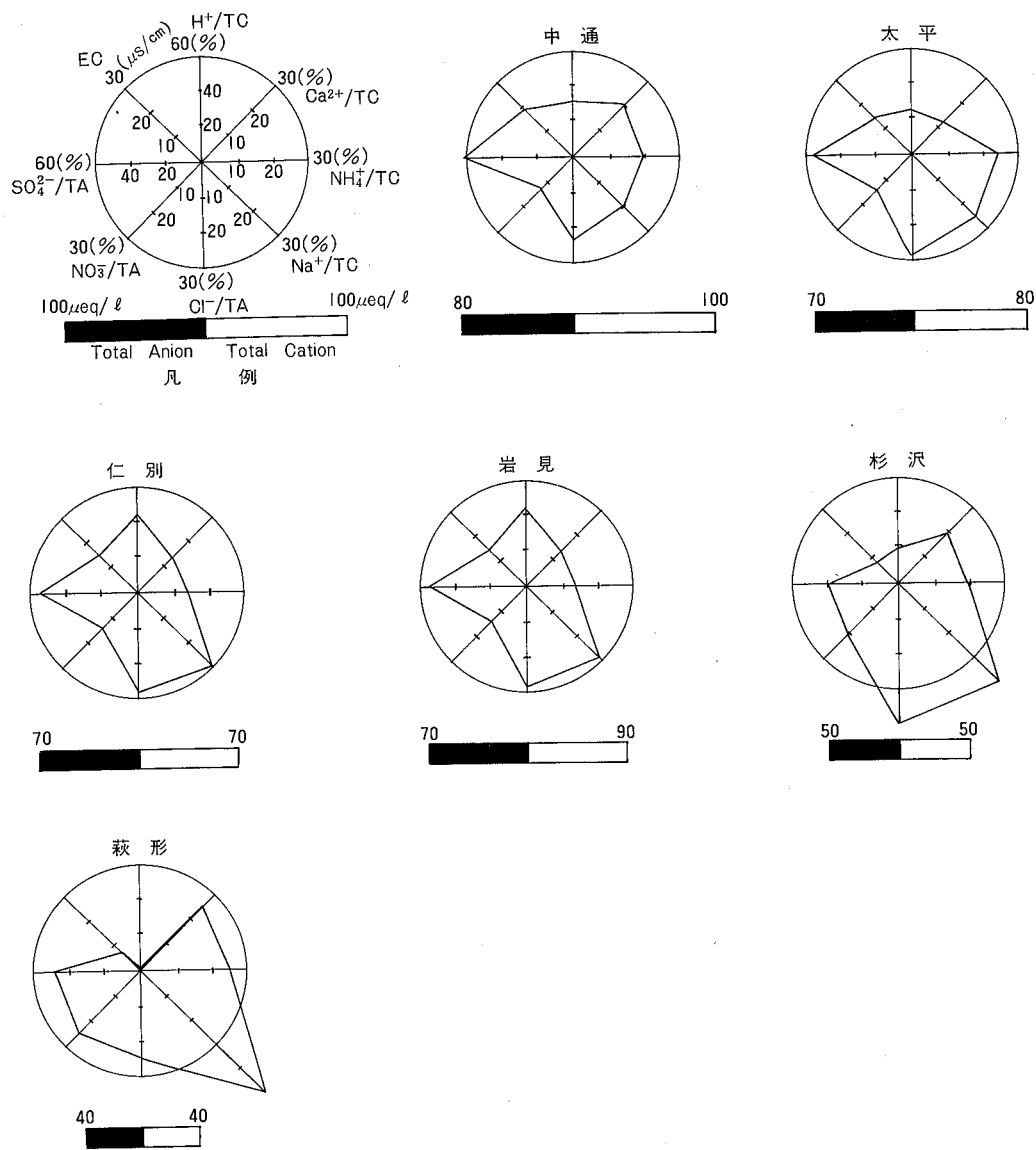


図-11 各地点のイオン当量濃度比

図-12には、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ の当量濃度とPHの関係を見るため、全試料についてTA (Total Anion) に対する比をプロットしてみた。

$\text{SO}_4^{2-}$ についてみると、 $\text{SO}_4^{2-}/\text{TA}$ とPHには明確な相関が認められなかったが、 $\text{NO}_3^-$ は5.0付近以下の低PH値の試料で、 $\text{NO}_3^-$ が増加するとPHが下がる傾向がみられた。この傾向は、本県と類似的な調査を実施した横浜市の昭和60年度調査の報告と同様であった。また、比較的高いPHを示した杉沢、萩形地点の試料は、 $\text{NO}_3^-/\text{TA}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}/\text{TA}$ ともに、PHに対してほとんど傾向がみいだせなかった。

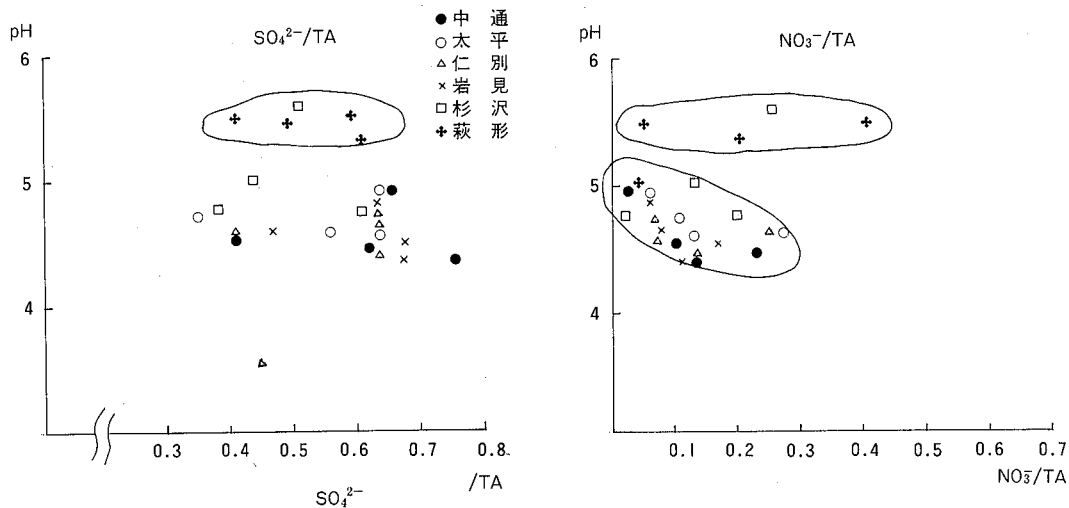


図-12 PHと $\text{SO}_4^{2-} \cdot \text{NO}_3^- / \text{TA}$ の関係

図-13、14には、 $\text{NH}_4^+$ と $\text{Ca}^{2+}$ のPH低下の抑制効果を見るため、各イオンの当量濃度について、Total Anionに対する比とPHの関係を示した。 $\text{NH}_4^+$ については、PH5.0付近以外で弱い相関がみられる程度であるが、 $\text{Ca}^{2+}$ では3試料を除くと、かなり明確な相関がみられた。

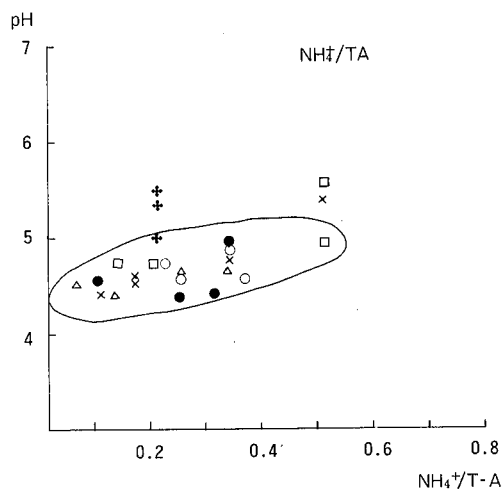


図-13 PHと $\text{NH}_4^+ / \text{TA}$ の関係

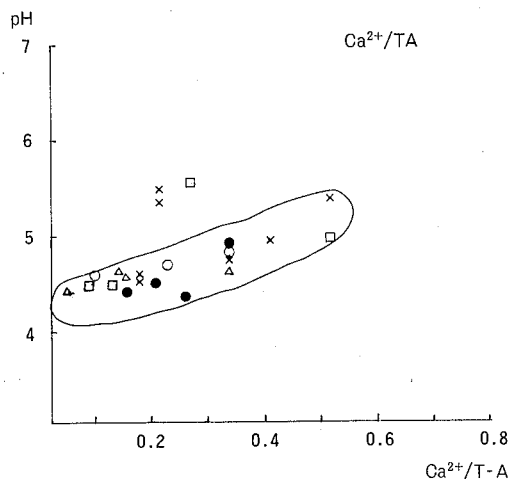


図-14 PHと $\text{Ca}^{2+} / \text{TA}$ の関係

以上の雨水成分濃度の調査結果から、秋田市の市街地と後背地の雨水の酸性化の状況をまとめると前述のように、市街地側で雨水の酸性化の度合いが高く、山間部を越えた裏側の地域では、酸性化はあまり進んでいない状況であった。裏側の地域で酸性化があまり進んでいなかった要因

としては、PHの酸性化を抑制する $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ の当量濃度が、市街地側より総体的に高くなっていることと、雨水の酸性化に寄与するといわれる $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ の成分濃度が低くなっていることが考えられた。

また、市街地側での雨水の酸性化は、アニオンの濃度が高いことによるものと考えられるが、低いPH値の試料で $\text{NO}_3^-/\text{TA}$ とPHに負の相関がみられることより、市街地側の雨水の酸性化には、 $\text{NO}_3^-$ の寄与が大きいのではないかと推定された。

### 3. 3 雨水によるイオン成分降下量

#### (1) 地点ごとの降水量の比較

3. 2では、雨水中のイオン成分濃度と、雨水の酸性化の状況について検討してみた。ここでは、後背地の山間部が、県内において主要な森林資源地域となっていることから、杉などの生態系への影響が懸念されたため、雨水によってもたらされる湿性降下物中のイオン成分の量的把握を試みた。

図-15には、今回の調査期間中におけるイオン成分の降下量を示した。

降水量は、最大が仁別の203mm、最小が萩形の129mmで、太平山の市街地側の山麓部と位置づけられる仁別、岩見が多く、裏側の地域となる杉沢、萩形地点で少なかった。

$\text{SO}_4^{2-}$ の降下量は、市街地の中通と仁別で $359\sim 368\text{mg}/\text{m}^2$ を示し、杉沢、萩形地点の $138\sim 168\text{mg}/\text{m}^2$ の約1.4倍の降下量があった。

$\text{NO}_3^-$ の降下量は、市街地に近い太平、仁別地点で $103\sim 105\text{mg}/\text{m}^2$ となっていたが、中通、岩見

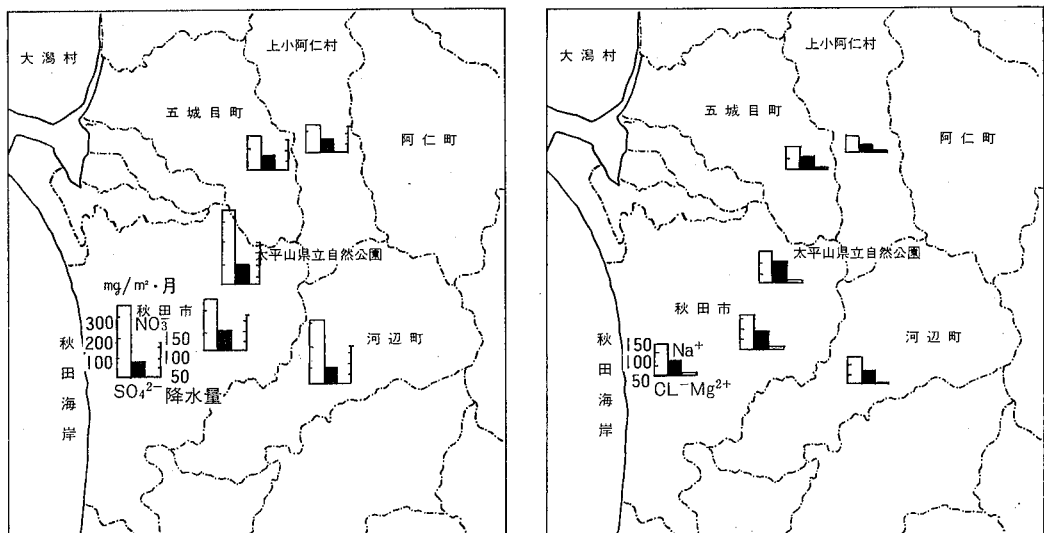
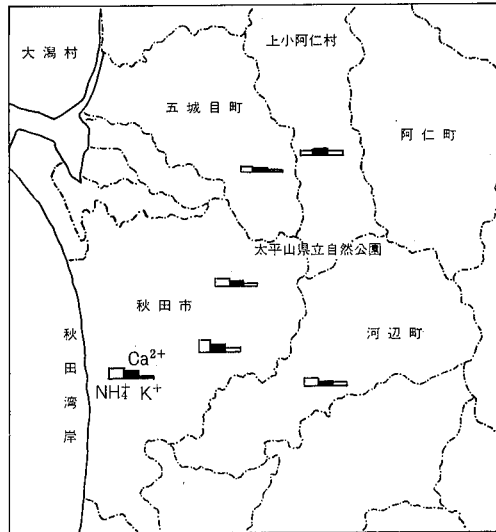


図-15 降水量とイオン成分降下量





図—15

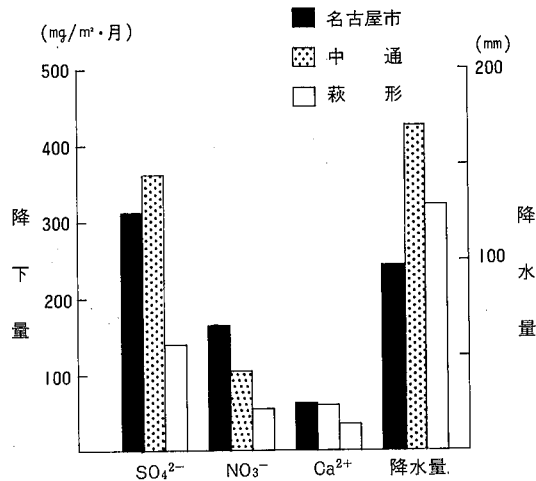
が85~92mg/m<sup>2</sup>、遠山間部の杉沢、萩形は53~54mg/m<sup>2</sup>と少なかった。

Cl<sup>-</sup>の降下量は、萩形が57mg/m<sup>2</sup>と最も少なく、他地点は杉沢の112mg/m<sup>2</sup>から、太平の170mg/m<sup>2</sup>の範囲であった。Cl<sup>-</sup>と同様、海塩由来といわれるNa<sup>+</sup>、Mg<sup>2+</sup>の降下量も地点ごとの傾向は類似しており、Na<sup>+</sup>は45~113mg/m<sup>2</sup>、Mg<sup>2+</sup>は7~14mg/m<sup>2</sup>であった。K<sup>+</sup>の降下量は16~23mg/m<sup>2</sup>で、地点間による差異が小さかった。

## (2) 他県の降下量との比較

図—16には、昭和60年に名古屋市が今回の調査と同様な採取方法で実施した、イオン成分降下量の調査結果から、7月の結果を抜すいて中通、萩形地点と比較したものを示した。

降水量は、名古屋市の97mmに対し、中通が171mmで、中通が約1.5倍多かった。しかし、イオン成分降下量は、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>が中通で359mg/m<sup>2</sup>、名古屋市が310mg/m<sup>2</sup>で、中通が多くなっている他は、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Ca<sup>2+</sup>とも名古屋市の方が多かった。また、遠山間部の萩形地点はSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Ca<sup>2+</sup>とも、他地点より少なかったが、土壤の酸性化を抑制する効果を果たすCa<sup>2+</sup>量の差異が小さいことから、杉などの生態系への影響懸念が少なくなるものと考えられた。



図一16 他県の降水量との比較

### まとめ

秋田市の後背地における雨水の酸性化の実態を把握するため、一週間単位の雨水を採取し、成分調査した結果、

1. 太平山に代表される山間部を境として、市街地側のPHの平均値が4.60~4.61と酸性化の度合いが高く、山間部を越えた裏側の地域ではPH5.05~5.35と、あまり酸性化が進んでいなかった。
2. ECと雨水成分濃度の平均値は、前年度の降雨順別の推移調査で、一定の値に収束する傾向を示したが、中通、仁別地点では、その収束値に近づくような値を示した。
3. イオン成分濃度では、アニオンの濃度は市街地側が高いが、カチオンは市街地中心部を除くと、市街地側と裏側の地域で差異が小さかった。
4. 各イオンの当量濃度とTotal Anion、Total Cationの当量濃度比から、市街地側でアニオン、裏側の地域でカチオンが総体的に高かった。また、PHとの相関からみて、アニオンではNO<sub>3</sub><sup>-</sup>がPH低下に寄与し、カチオンではCa<sup>2+</sup>がPH低下の抑制に主要に寄与しているものと推定された。
5. イオン成分の降水量は、市街地側が多く、裏側の遠山間部は総体的に少ない傾向を示した。また、市街地側と、裏側の地域では、裏側の地域でアニオンの降水量が小さいことと、カチオンの降水量の差異が小さいことから、今回の調査期間中に限って言えば、雨水による遠山間部の生態系への影響懸念は、市街地側より少ないものと考えられた。

## 参 考 文 献

- 1 信太穰 他、秋田市内における雨水成分の調査結果について（第1報） 昭和58年度秋田県環境技術センター年報
- 2 齊藤学、他、秋田市内における雨水成分の調査結果について（第2報） 昭和59年度秋田県環境技術センター年報
- 3 齊藤学 他、秋田市内における雨水成分の調査結果について（第3報） 昭和60年度秋田県環境技術センター年報
- 4 秋田地方气象台 秋田県気象月報 昭和60年7月号
- 5 北村守次 他 石川県における酸性雨調査（第2報） 1985年、石川県衛生公害研年報
- 6 渡辺善徳 他、降水成分に関する調査研究（Ⅶ）横浜市公害研究所 昭和62年大気汚染学会要旨集
- 7 大場和生 他、雨水採取法と降下量について 名古屋市公害研究所 昭和62年大気汚染学会要旨集