

# VII 報 文

## 秋田地区におけるクロマツ樹葉の重金属成分濃度実態について

吉田 昇 杉本俊比古  
井島 辰也<sup>1)</sup> 片岡 実<sup>2)</sup>

### 1 はじめに

大気汚染物質の植物影響については昨年度までガス状物質の代表である二酸化硫黄に着目し、秋田臨海地区及び秋田市街地区のクロマツ木等を対象に大気中濃度と葉中硫黄含有量さらには樹木成長との関連性などについて調査検討を加えてきたが、57年度は新たに重金属成分による植物影響を考察する目的で同地区内の製錬所周辺及び一般環境地点のクロマツ木について葉中の重金属含有実態調査を実施した。

### 2 調査方法

#### (1) 調査地点及び試料採取

調査地点は表一1及び図一1のとおりである。一般環境地点として昨年度の秋田地区内8地点のうち男鹿市脇本及び秋田市將軍野を除く6地点を、また、製錬所周辺地区として新たに秋田市飯島地区の亜鉛製錬所周辺に6地点を設定し、57年10月に各地点の代表1標本木について樹木頂部から3、4段目の正常葉を2年葉を含め採取した。

表一1 調査地区別調査地点

地区区分	No.	調査地点名	地区区分	No.	調査地点名
一般環境地区	1	天王町上二田	製錬所周辺地区	7	火力発電所北門北100 m
	2	“ 追分西		8	“ 北200 m
	3	秋田市中通(千秋公園)		9	製錬所西側境界50 m
	4	“ 仁井田		10	“ 150 m
	5	“ 割山		11	“ 300 m
	6	“ 新屋(大森山)		12	製錬所南東約1 km

1) 現在鷹巣保健所      2) 現在環境保全課

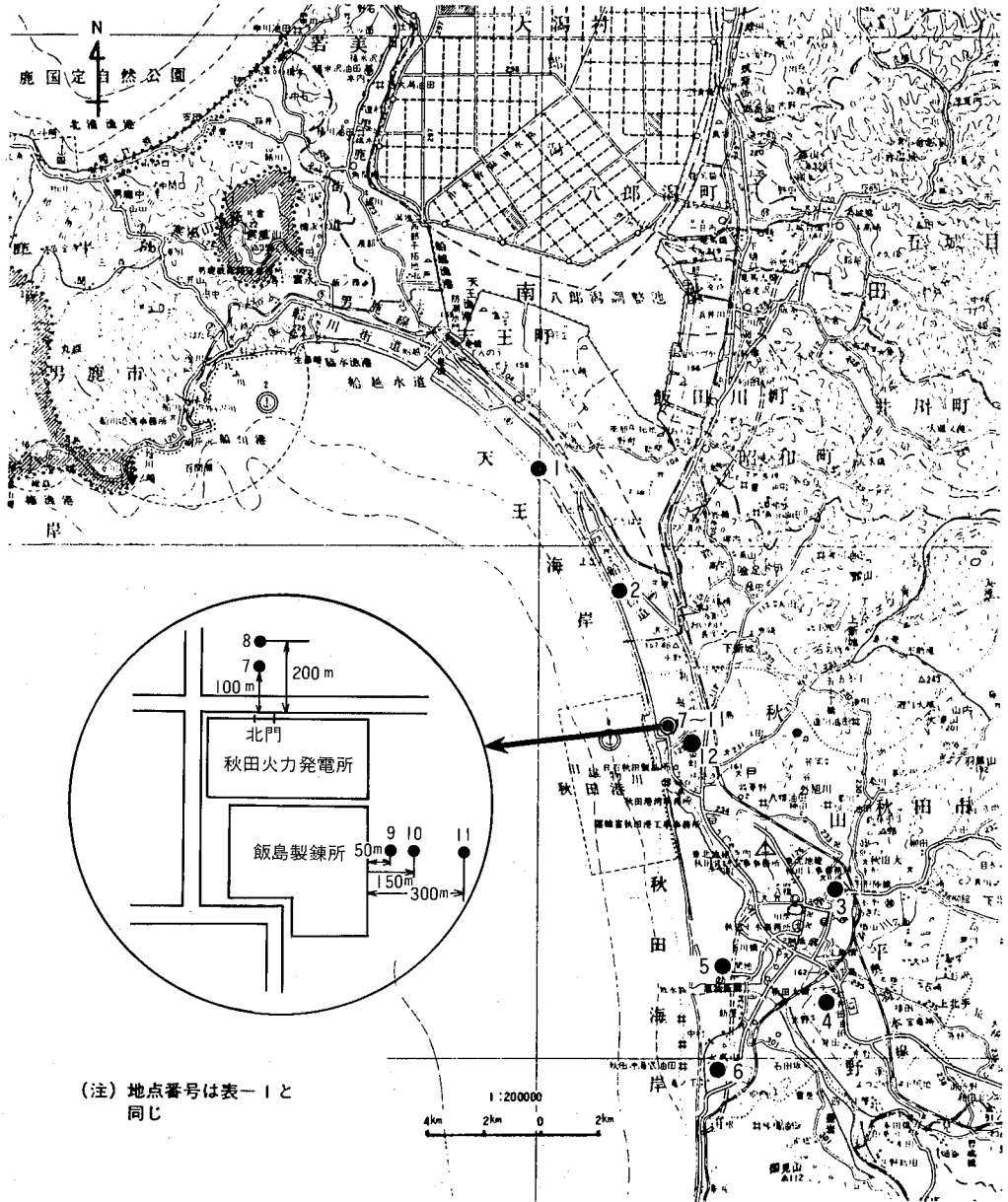


図-1 調査地点

(2) 試料調製及び分析方法

採取した各地点の1、2年葉を水道水及びイオン交換水振とう洗浄により葉体表面の付着成分を除去後、80℃数日乾燥で恒量とした。

また試料の分解は恒量試料の一定量を粉碎せずにトルビーカーに入れ、ホットプレート上で硝酸、過塩素酸分解濃縮後、温塩酸により溶解濾過後定容し、さらにその一定量を溶媒抽出し原子吸光法で銅、鉛、亜鉛、カドミウム、鉄、マンガン及びニッケルの8成分について測定を行った。

### 3 調査結果及び考察

#### (1) 成分別葉中含有量状況

表-2及び図-2は一般環境及び製錬所周辺地区における各調査地点のクロマツ葉中の金属成分含有量を表わしたもので、また表-3はこれらのバラツキ程度をみるための平均値、標準偏差及び変動係数を求めたものである。

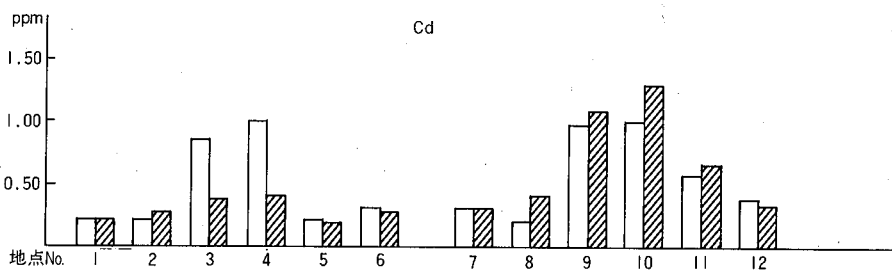
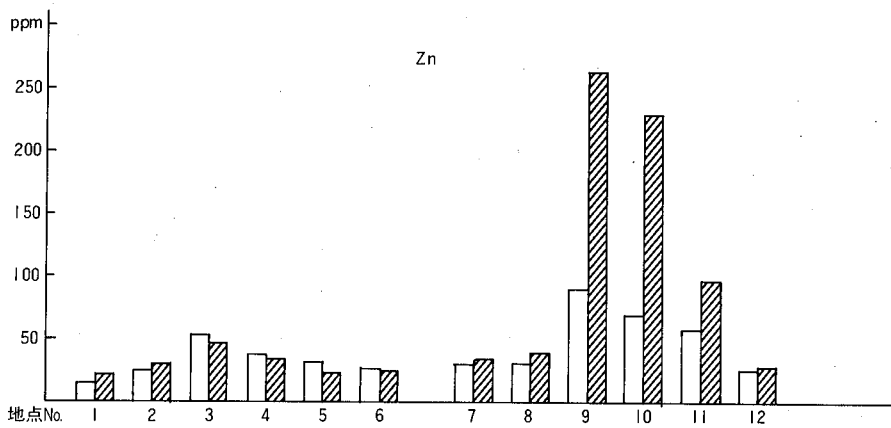
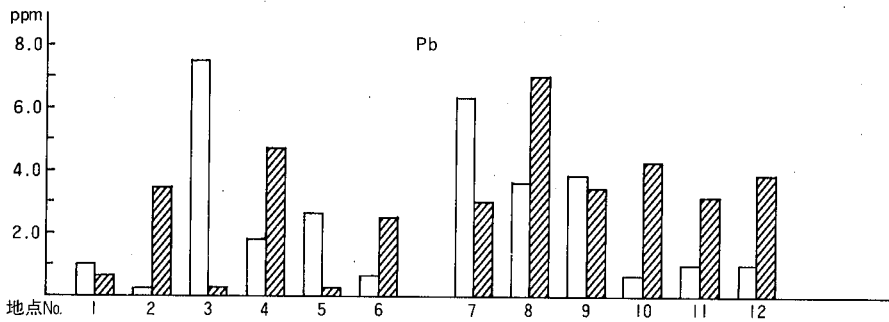
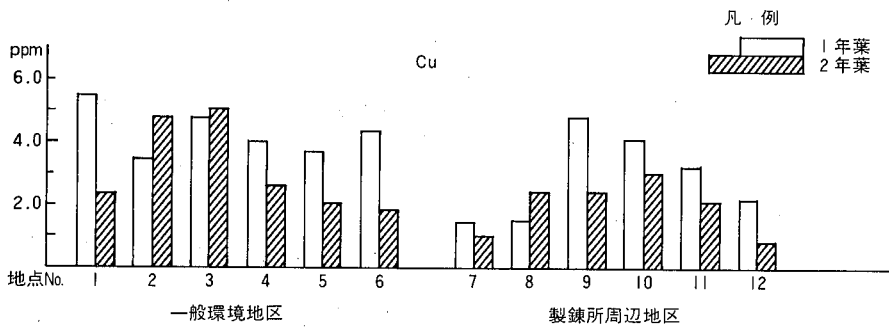
葉中の金属成分濃度は各成分の葉体吸収機構や植物体内での挙動のちがい、さらにはこれらの発生要因との関連により成分それ自体で大きく異なるが、同一成分でも調査地点及び葉令によりかなりの変動がみられる。

一般環境地区及び製錬所周辺地区の各6調査地点の平均値により両地区間の成分別含有量順位をみると、一般環境では $Fe > Mn > Zn > \begin{matrix} Cu \\ Pb \\ Ni \end{matrix} > Cd$ であるのに対し製錬所周辺地区では $Fe > Zn > Mn > \begin{matrix} Cu \\ Pb \\ Ni \end{matrix} > Cd$ とマンガンと亜鉛の含有割合が逆転しており、製錬所周辺地区のクロマツ葉中の亜鉛含有量が一般環境のそれに比較高いことがわかる。

表-2 クロマツ葉中の金属成分濃度分析結果

地区区分	No.	調査地点名	金属成分濃度 (ppm)						
			Cu	Pb	Zn	Cd	Fe	Mn	Ni
一般環境地区	1	天王町上二田	5.5 (2.4)	0.98 (0.58)	23 (16)	0.22 (0.22)	141 (270)	37 (82)	3.9 (3.2)
	2	" 追分西	3.5 (4.8)	0.18 (3.4)	26 (31)	0.22 (0.27)	413 (182)	58 (44)	3.2 (3.4)
	3	秋田市中通	4.8 (5.1)	7.5 (0.23)	54 (49)	0.85 (0.37)	397 (750)	40 (61)	5.4 (3.9)
	4	" 仁井田	4.0 (2.6)	1.8 (4.7)	37 (36)	1.00 (0.40)	96 (223)	44 (81)	5.3 (3.3)
	5	" 割山	3.7 (2.1)	2.6 (0.22)	33 (25)	0.22 (0.18)	125 (174)	47 (99)	3.6 (3.1)
	6	" 新屋	4.3 (1.8)	0.58 (2.4)	27 (25)	0.30 (0.27)	153 (275)	35 (59)	3.8 (3.7)
		平均	4.3 (3.1)	2.3 (1.9)	33 (30)	0.47 (0.29)	221 (312)	44 (71)	4.2 (3.4)
製錬所周辺地区	7	火力発電所北門北 100 m (製錬所北約 800 m)	1.4 (1.0)	6.3 (3.0)	31 (36)	0.30 (0.30)	390 (985)	39 (68)	3.9 (3.8)
	8	" 200 m (製錬所北約 900 m)	1.5 (2.4)	3.6 (7.0)	32 (43)	0.22 (0.42)	467 (765)	44 (57)	4.0 (3.2)
	9	製錬所西側境界 50 m	4.8 (2.4)	3.8 (3.4)	91 (265)	0.97 (1.08)	187 (332)	47 (71)	4.5 (3.3)
	10	" 150 m	4.1 (3.0)	0.58 (4.2)	73 (230)	1.00 (1.30)	232 (627)	37 (51)	4.2 (3.8)
	11	" 300 m	3.2 (2.1)	0.92 (3.1)	57 (96)	0.57 (0.65)	205 (510)	41 (62)	4.2 (4.1)
	12	製錬所南東約 1 km	2.2 (0.80)	0.89 (3.8)	26 (28)	0.37 (0.27)	183 (385)	48 (83)	4.0 (3.3)
		平均	2.9 (2.0)	2.7 (4.1)	52 (117)	0.57 (0.67)	277 (601)	43 (65)	4.1 (3.6)

(注) 表中の上段は1年葉、下段の( )内は2年葉の各成分濃度を表わす。



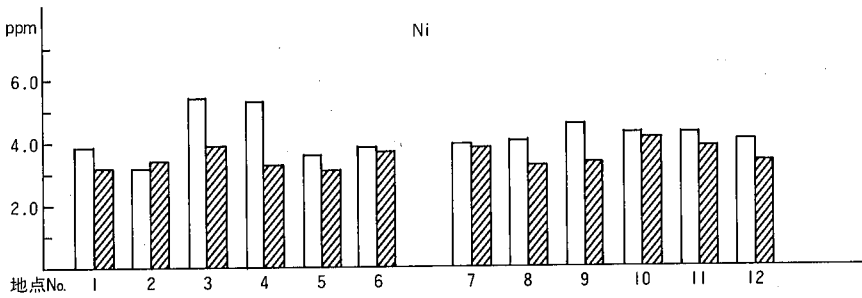
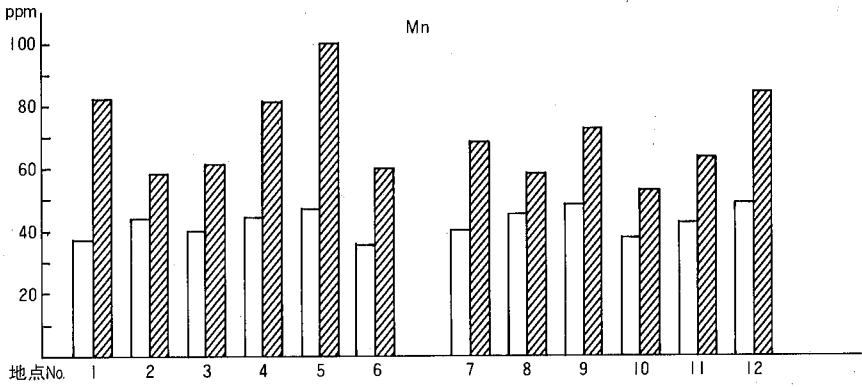
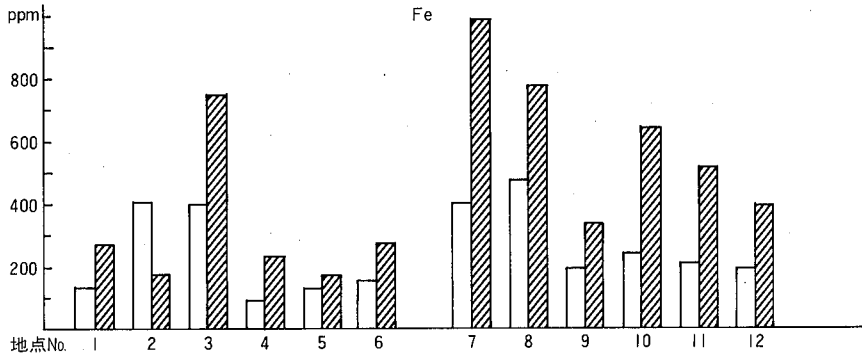


图-2 成分别地点别浓度比较

表一 3 地区別成分別濃度状況

区分	金属名	最 高	最 低	平 均	標 準 偏 差	変 動 係 数
一 般 環 境 地 区	Cu	5.5 ( 5.1)	3.5 ( 1.8)	4.3 ( 3.1)	0.68 (1.31)	15.8 (42.3)
	Pb	7.5 ( 4.7)	0.58 (0.22)	2.3 ( 1.9)	2.47 (1.72)	107 (90.5)
	Zn	54 ( 49)	23 ( 16)	33 ( 30)	10.3 (10.4)	31.2 (34.7)
	Cd	1.0 (0.40)	0.22 (0.18)	0.47 (0.29)	0.33 (0.08)	70.2 (17.0)
	Fe	413 (750)	96 (174)	221 (312)	131 (200)	59.3 (64.1)
	Mn	58 ( 99)	35 ( 44)	44 ( 71)	7.63 (18.2)	17.3 (25.6)
	Ni	5.4 ( 3.9)	3.2 ( 3.1)	4.2 ( 3.4)	0.84 (0.28)	20.0 (8.24)
製 錬 所 周 辺 地 区	Cu	4.8 ( 3.0)	1.4 (0.80)	2.9 ( 2.0)	1.28 (0.79)	44.1 (39.5)
	Pb	6.3 ( 7.0)	0.58 ( 3.0)	2.7 ( 4.1)	2.08 (1.37)	77.0 (33.4)
	Zn	91 (265)	26 ( 28)	52 (117)	24.2 (95.8)	46.5 (81.9)
	Cd	1.0 ( 1.3)	0.22 (0.27)	0.57 (0.67)	0.31 (0.39)	54.4 (58.2)
	Fe	467 (985)	183 (332)	277 (601)	110 (224)	39.7 (37.3)
	Mn	48 ( 83)	37 ( 51)	43 ( 65)	4.03 (10.3)	9.37 (15.8)
	Ni	4.5 ( 4.1)	3.9 ( 3.2)	4.1 ( 3.6)	0.18 (0.33)	4.39 (9.17)

(注) 表中の左数値は1年葉、( )内は2年葉を表わす。

樹木葉中の金属成分含有実態についてはいくつかの研究機関における調査事例が報告されているが、表一4はこれらと今回の秋田地区の調査結果を比較したものである。調査対象地域の環境実態、調査対象木さらには調査分析法等がすべて異なるため同一尺度での比較検討はできないが、秋田地区でのクロマツ葉中の金属成分含有量は平均的には各成分とも他地区の調査結果に比較しほぼ同程度のレベル範囲内にあるといえる。

表一 4 他機関の調査例との比較

調査機関	年度	調査地点	調査対象樹木	葉中の金属成分含有量(PPM)						
				Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Ni	Cd
神奈川県農総研	47	22	ケヤキ	180~290	30~60	20~35	—	5~11	—	0.3~0.4
			イチョウ	230~360	21~28	11~27	—	6~16	—	0.4~0.7
			サクラ	230~320	40~130	30~40	—	7~11	—	0.4~0.6
神奈川県公害センター	52	12	クロマツ	—	—	21~80	—	1.6~9.6	—	0.71~0.95
東京都公害研究所	52	10	ケヤキ	110~320	20~300	10~25	5.6~8.2	4.2~11.8	1.8~3.5	—
秋田県環境技術センター	57	秋田地区12	クロマツ	96~985	35~99	16~28	0.80~5.5	0.00~7.5	3.1~5.4	0.18~1.30

(注) 神奈川県農総研及び東京都公害研究所のデータは平均含有量を表わす。

(2) 地区別濃度状況

一般環境地区6地点の各成分濃度については、前述の表一2、3及び図一2からわかるとおり、秋田市街地区の秋田市中通（千秋公園）及び秋田市仁井田（県農業試験場）の両地点において、鉛、亜鉛、カドミウムの3成分が昨年度の葉中硫黄含有量調査結果と同様、他地点に比較しやや高目の傾向にある。また、製錬所周辺との地区対比では、平均レベルで、亜鉛、カドミウム及び鉄の3成分が低目であるのに対し、銅成分は逆に全般的に同地区内の含有量を上回る傾向にある。

一方、亜鉛製錬所からのばい煙等による重金属成分の樹木影響を考察する目的で新たに製錬所周辺地区に設けた6調査地点については地区平均レベルで一般環境地区とは逆に亜鉛、カドミウム及び鉄成分が高い傾向にある。また、銅を含む亜鉛、カドミウムの3成分については製錬所に最も近いNo.9、10の両地点が他の地点に比較し高い含有量を示している。

図一3は製錬所周辺地区内の6地点について、製錬所からの距離と成分別葉中含有量との関係を示したものであるが、これによると前述の銅、亜鉛及びカドミウムの3成分については製錬所直近のNo.9及びNo.10をピークとする葉中成分含有量の顕著な距離減衰傾向がみられ、同製錬所からの影響が推察される。

今回の調査ではクロマツ林の位置や調査地点の選定の関係上、各調査地点においてハイボリウムエアサンプラー等による大気環境中の粉じん、重金属成分調査を実施することができなかつたため、前述の葉中含有量の距離減衰と大気環境濃度との関連性は明確にすることはできない。しかし図一4（年報第8号から抜粋）の亜鉛製錬所周辺において過去に実施した調査データをもとに作成した飯島地区の成分別相対濃度経年変化をみてわかるとおり亜鉛、カドミウムの両成分は葉中含有量と同様の距離減衰を示しており、両者の相関性がうかがわれる。

なお、表一5は一般環境地区及び製錬所周辺地区の両地区について成分間の相関係数を求めたものであるが、一般環境地区についてはZn—Cd—Ni間に、また、製錬所周辺地区についてはCu—Zn—Cd間にそれぞれ有意な相関関係がみられる。

表一5 地区別成分間相関係数

(一般環境地区)

	Cu	Pb	Zn	Cd	Fe	Mn	Ni
Cu		0.266 (-0.018)	0.069 (0.711)	0.061 (0.421)	-0.124 (0.583)	-0.751 (-0.637)	0.311 (0.495)
Pb	-0.400 (0.360)		0.950 (0.102)	0.576 (0.516)	0.393 (-0.441)	-0.207 (-0.339)	0.698 (-0.070)
Zn	0.961 (0.722)	-0.189 (-0.217)		0.758 (0.788)	0.375 (0.736)	-0.120 (-0.347)	0.804 (0.667)
Cd	0.968 (0.827)	-0.360 (-0.125)	0.943 (0.959)		0.032 (0.503)	-0.167 (-0.328)	0.957 (0.543)
Fe	-0.723 (-0.141)	0.510 (0.217)	-0.534 (-0.457)	-0.649 (-0.357)		0.476 (-0.256)	-0.014 (0.793)
Mn	0.027 (-0.809)	-0.038 (-0.408)	-0.080 (-0.318)	-0.166 (-0.519)	-0.254 (-0.414)		-0.386 (-0.660)
Ni	0.942 (0.079)	-0.653 (-0.570)	0.947 (0.040)	-0.847 (-0.177)	-0.613 (0.259)	0.224 (-0.371)	

(製錬所周辺地区)

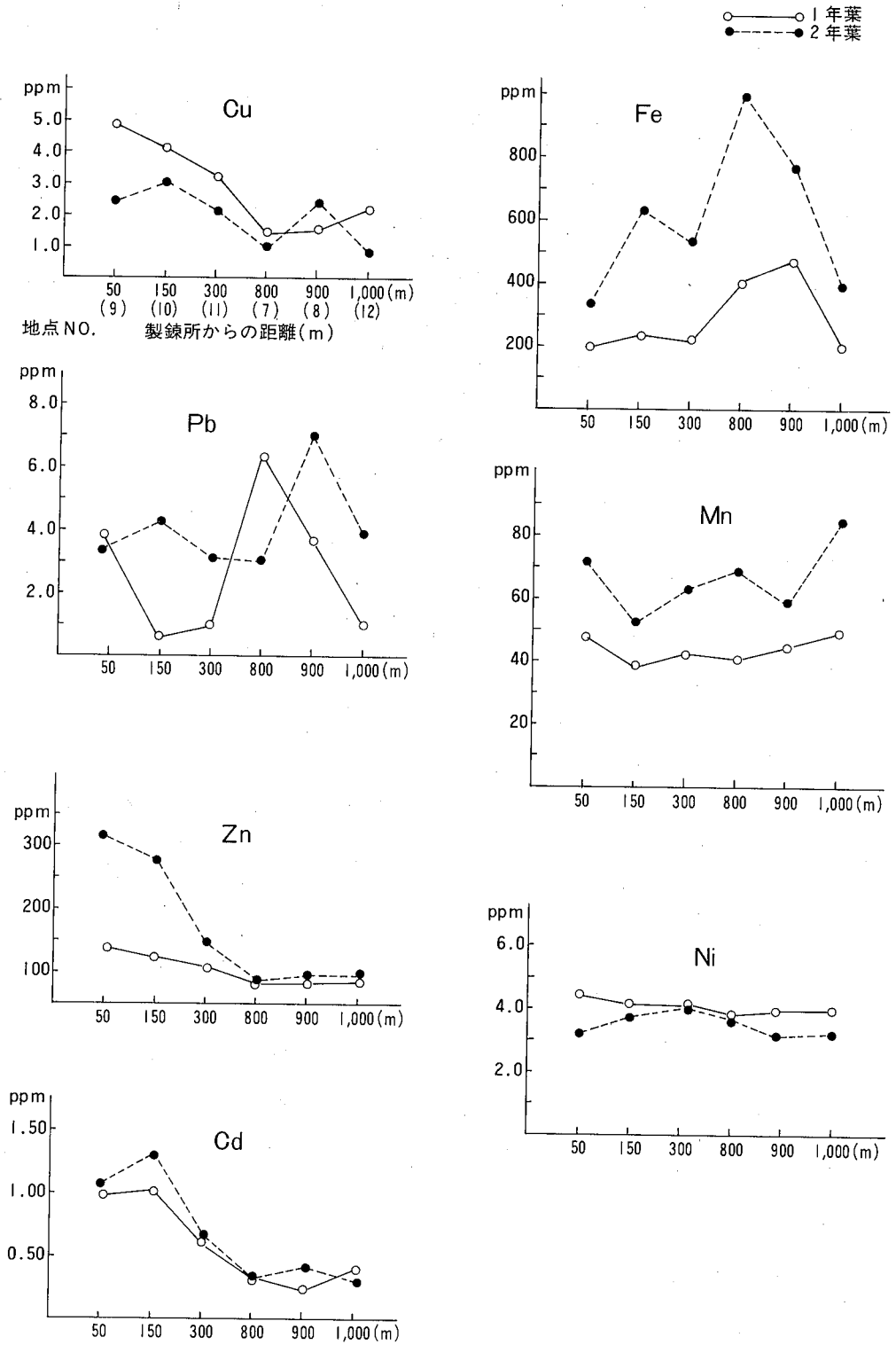
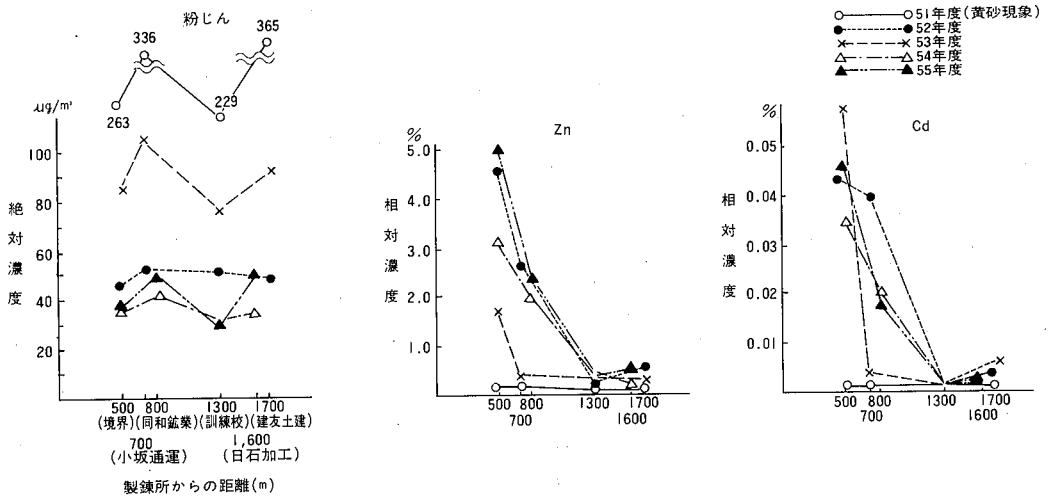


図-3 製錬所周辺地区の成分別距離別濃度変化





図—4 飯島地区成分別相対濃度経年変化 (51~55年度期間平均)

### (3) 葉令別濃度状況

今回の調査では昨年度までの葉中硫黄含有量と同様、各標本木の1年葉及び2年葉の両葉について各金属成分の葉中含有量測定を実施した。

葉中における金属成分の挙動は植物種や植物の生理条件等による大気及び土壌からの吸収能力さらには金属成分そのものの化学的性状による植物体内での移動など多くの要因に支配されているものと考えられるが、一部地点の特定元素を除き地区別の元素間に一定の傾向が見られる。すなわち、一般環境地区については鉄及びマンガンを除いてはいずれも1年葉>2年葉であるのに対し、製錬所周辺地区内の大部分の標本木は銅及びニッケルの2成分を除き2年葉>1年葉となっている。

### 4 まとめ

- 各地点における葉中金属成分の濃度順位は鉄が最も高く次いで亜鉛・マンガン、銅・鉛・ニッケルでカドミウムが最も低い。
- 製錬所周辺地区の葉中成分のうち銅、亜鉛及びカドミウムの3成分については製錬所を中心とする葉中含有量の明確な距離減衰がみられ、同製錬所からの樹木への影響が推察される。
- 葉令別成分含有量は一部の元素を除くと一般環境地区では1年葉>2年葉、製錬所周辺地区では2年葉>1年葉となっている。

## 参 考 文 献

- 1 農林水産技術会議事務局（1977）：農林水産生態系における汚染物質の循環と指標生物に関する研究
- 2 農林水産技術情報協会（1977）：大気汚染物質による農作物被害に関する研究
- 3 神奈川県農総研（1972）：樹木に対するばいじん中の重金属の影響
- 4 神奈川県公害センター（1977）：植物指標による複合大気汚染地域の環境評価に関する野外調査
- 5 東京都公害研究所（1977）：ケヤキの葉分析結果と樹勢との関係について

## 道路近傍における浮遊粉じん等の実態について

吉田 昇 杉本俊比古  
井島 辰也<sup>1)</sup> 片岡 実<sup>2)</sup>

### 1 はじめに

近年、東北や北海道の都市部を中心に冬から春先にかけて道路のほこりによる生活環境の悪化、更には地域住民の健康への影響が憂慮されるなど「道路粉じん公害」が大きな社会問題としてとりあげられている。

これら道路粉じんの発生は、冬季のスパイクタイヤの普及による路面摩耗の増大がその主要因であるとされており、各研究機関においてこれらの原因解明のための各種実態調査が進められているほか、すでに一部自治体においてはスパイクタイヤに関し公用車の使用自粛さらには一般車に対する使用期間制限等の規制措置など具体的な対応策が打ち出されてきている。

本県でも融雪後、路面の乾湿状況によっては自動車の走行などにより一時的な道路粉じんの舞上り現象はみられるが、冬期間は積雪等によりこれらの現象はなく仙台などのような深刻な事態までには至っていない。

しかし、一方では冬期のスパイクタイヤ使用により県内の各所では顕著なわだち掘れが認められ、これらの道路補修経費の増大は道路サイドとして大きな問題となっており、58年2月には県道路課が中心となり、本県としての今後のスパイクタイヤ問題に対すとりくみについて総合的な対応検討を行うため道路、環境、警察等の実務担当者からなる「スパイクタイヤ問題研究会」を発足させ話し合いを進めている状況にある。

当センターでは道路粉じんについて分析方法などの検討を含め57年度からその実態把握のための基礎調査に着手したが、本報文は57年度分の調査結果についてその概要をとりまとめたものである。

### 2 調査方法

#### (1) 調査地点の概要

調査地点は図一1の8地点で、これらの地点の道路概況は表一1のとおりである。

---

1) 現在鷹巣保健所 2) 現在環境保全課



図-1 調査地点図

表一 1 調査地点の概要

No.	調査地点名	道路状況			
		路線名	車線数	舗装状況	全交通量(台/12h) (うち大型車)
1	秋田市飯島白樺ラーメン前	国道 7 号	2	アスファルト	17,062 (3,398)
2	秋田市土崎自動車排出ガス測定局舎	国道 7 号	2	アスファルト	—
3	秋田市八橋県環境技術センター前	国道 7 号	2	コンクリート	32,197 (5,744)
4	秋田市山王市役所前	新屋、土崎線	3	アスファルト	20,902 (2,021)
5	秋田市中通自動車排出ガス測定局舎	秋田停車場	5	アスファルト	38,746 (3,235)
6	秋田市茨島自動車排出ガス測定局舎	国道 7 号	2	コンクリート アスファルト	20,649 (4,776)
7	秋田市御町人形会館前	国道 13 号	2	アスファルト	19,040 (3,997)
8	秋田市新屋新屋支所前	国道 7 号	1	アスファルト	11,175 (2,475)

(注) 交通量は昭和55年度交通量調査表(道路課資料)より抜粋

(2) 調査時期および調査内容

調査時期は昭和57年3月、9月及び12月で、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	調査地点No.
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 2500 Q AST)	浮遊粉じん濃度、灰化減量、ベンゼン抽出物質量(アスファルト指標)、金属成分濃度(Cu、Pb、Zn、Cd、Fe、Mn、Ni、Al、Ca、V)	2、3、5、6
	アンダーセンエアサンプラー	浮遊粉じんの粒度分布、金属成分濃度	2、5
浮遊粒子状物質	ローボリュームエアサンプラー (ろ紙:ハイボルと同じ)	浮遊粒子状物質濃度、ベンゼン抽出物質量	2、5、6
道路堆積物	—	粒径分布、ベンゼン抽出物質量、金属成分濃度	1～8

(3) 分析方法

灰化減量: H.Vろ紙の一定量を低温灰化装置により灰化し、その前後の秤量値により求めた。

ベンゼン抽出物質量: アスファルト成分の指標としてベンゼン抽出物質量を測定した。抽出法について、ソックスレー抽出法と超音波抽出法を比較検討した結果、多試料を処理するうえでの抽出時間の点から短時間抽出が可能な超音波抽出法を採用した。H.Vろ紙(細切)および道路堆積物の一定量を共栓付三角フラスコに入れ、ベンゼン50mlで、30分間超音波抽出後、ろ液をロータリーエバポレーターで濃縮し、あらかじめ恒量とした秤量瓶に入れ赤外ランプにより乾固、恒量とし求めた。

金属成分濃度：H.Vろ紙については低温灰化後細切しビーカーに入れ、硝酸、過酸化水素により加熱分解処理を行い原子吸光度法で定量した。

アンダーセンについては各ステージをビーカーに入れ、硝酸により超音波抽出を行い、その後、H.Vろ紙同様加熱分解処理を実施し定量を行った。

堆積物についてはトールビーカー中で硝酸、塩酸、過塩素酸分解処理後、原子吸光度法で定量した。

堆積物の粒径分布：粒径1mm以下の堆積物について、孔径590 $\mu\text{m}$ 、297 $\mu\text{m}$ 、149 $\mu\text{m}$ 、74 $\mu\text{m}$ 及び46 $\mu\text{m}$ の5種類のフルイを使用しふるい分けを行い、全量に対する各粒径の重量比を求めた。

### 3 調査結果及び考察

#### (1) 浮遊粉じんおよび浮遊粒子状物質

##### ア 粉じん濃度

道路端4地点におけるハイボリュームエアサンプラーによる浮遊粉じん濃度の測定結果は表-3及び図-2のとおりである。

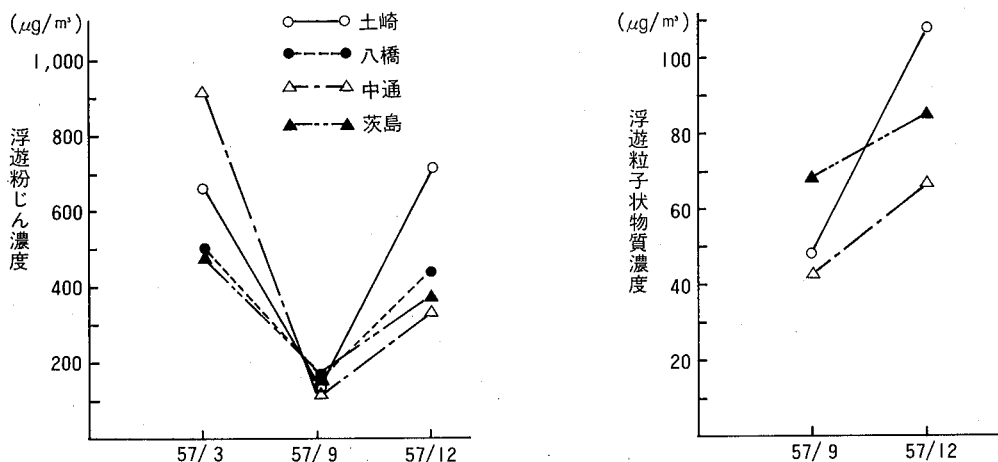
4地点における各月の期間平均濃度は9月が約150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後で地点間にそれほど大きな差がみられないのに対し、3月は494～932 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、12月338～725 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と地点間の差が大きいことに加え、いずれも夏期に比べ顕著な濃度の増加傾向がみられる。また、3月、12月は各地点とも路面の乾湿状況等により調査期間中粉じん濃度にかかなりの差がみられ、茨島を除く3地点では1,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える高濃度値が測定されるなど、同期には道路粉じん（ほこり）そのものが夏期に比較し多いことを示している。

一方、路面の舗装状態による粉じん濃度の差異については、対象地点として選定した当センター前（コンクリート舗装）が機器の設置高さや自動車の停・走行状態などの面で他のアスファルト舗装3地点と多少異なることもあり、今回の調査では特に際立った差はみとめられない。

表-3 浮遊粉じん及び浮遊粒子状物質濃度の経月変化

No.	調査地点	機器 設置状況	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )					
			57年3月		57年9月		57年12月	
			ハイボリューム (8検体)	ハイボリューム (10検体)	ローボリューム (1検体)	ハイボリューム (6検体)	ローボリューム (1検体)	
2	土 崎 自排局舎上	道路端 地上2m	670 (298~1036)	142 (102~189)	49.0	725 (54~1664)	109	
3	八 橋 環境センター前	道路端 地上	515 (153~1092)	160 (71~222)	—	451 (62~871)	—	
5	中 通 自排局舎上	道路端 地上3m	932 (433~1340)	126 (88~184)	43.5	338 (35~693)	68.6	
6	茨 島 自排局舎上	道路端 地上2m	494 (201~688)	184 (120~258)	69.6	380 (63~826)	86.5	

(注) 1. ハイボリューム値(24時間サンプル)は期間平均値、( )内は最低～最高値を表わす。  
2. ローボリューム値は9月が12日間、12月が9日間の連続吸引濃度を表わす。



図一 2 浮遊粉じん(H.V.)及び浮遊粒子状物質(L.V.)濃度の経月変化

表一 4 は一般環境調査として秋田市市内の八橋（当環境技術センター）、中通（秋田保健所）、茨島（旧県工業試験場）の 3 地点において毎月 1 回任意日にハイボリュームエアサンプラーによる 24 時間サンプル調査を実施している浮遊粉じん濃度の昭和 55～57 年度の間の年度別経月変化を示したものである。

これら一般環境調査地点での試料採取は道路端から約 30～50m、地上高約 4～14m 地点で行っているが、各地点の年平均濃度は、採取地点を移動した茨島の 57 年度データを除くと、当環境技術センターで  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  前後、秋田保健所及び旧県工業試験場で  $90 \sim 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  となっており、また、道路粉じん調査を実施した 9 月、12 月及び 3 月の 3 カ年平均についてみると 9 月が  $56 \sim 77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、12 月  $105 \sim 206 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、3 月が  $144 \sim 286 \mu\text{g}/\text{m}^3$  で各月とも道路端濃度に比較し、約  $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$  低目の値を示している。

また、一般環境での各年度の経月変化については毎月 1 日のみの調査で、かつ年度のある月については中国大陸からの黄砂などの特異現象の影響をうけるなど、かならずしも月の代表データとはいきれない面もあるが、3 調査地点とも 3～4 月及び 11～12 月が他の月に比較し高い傾向がみられ、各地点とも道路からそれほど離れていないことなどから道路粉じんの寄与が大きいことが考えられるが、これら拡散状況等については来年度以降調査を行う予定である。

表一 4 秋田市街地の一般環境における浮遊粉じん濃度(ハイボル値)

調査地点	機器設置状況	年度	(μg/m <sup>3</sup> )												平均
			4月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
秋田市八橋 環境技術セ ンター2階	道路端から	55	56	130	49	36	38	52	37	88	75	46	118	214	78
	約50m	56	140	65	81	45	37	63	37	96	84	42	90	97	73
	(地上約4m)	57	105	45	54	30	55	欠	58	27	156	47	75	121	70
秋田市中通 秋田保健所 3階屋上	道路端から	55	149	141	51	36	53	69	38	82	85	48	89	430	106
	約50m	56	131	72	52	37	23	43	32	100	283	40	40	158	84
	(地上約10m)	57	118	68	36	35	98	欠	76	99	250	57	43	269	104
秋田市茨島 旧工業試験 場屋上	道路端から	55	102	133	59	42	68	80	55	110	85	56	231	409	119
	約30m	56	59	81	111	64	29	73	52	184	206	93	70	114	95
	(地上約14m)	57	92	63	70	35	90	欠	198	216	376	190	178	521	184

(注) 茨島旧工試屋上の57年10月～58年3月測定値は茨島自排局舎上の捕集データ。

57年9月、12月に土崎、中通及び茨島の3自排局舎上において実施したローボリュームエアサン  
プラーによる粒径10μm以下の浮遊粒子状物質濃度の測定結果は表一3及び図一2のとおりである。

3地点における濃度はスパイクの装着期である12月が約70～100μg/m<sup>3</sup>で夏期の50μg/m<sup>3</sup>前後に  
比べるといずれも増加傾向にあるが、ハイボリュームによる浮遊粉じん濃度の変動ほど顕著ではな  
く、また同じ3地点での両者の濃度差をみるかぎりでは冬期の道路近傍での粉じんの増加は主に粒  
径10μm以上の大粒子側の増加によるものであることがうかがわれる。

なお、表一5は参考までに中通、茨島の両自排局舎における自動測定機による浮遊粉じん濃度(ロ  
ーボリュームによる校正未実施)の月平均濃度の経月変化を表わしたものであるが、1時間値の年  
平均濃度は中通局が約20μg/m<sup>3</sup>、工業地帯に隣接する茨島局が約40μg/m<sup>3</sup>で、経月的には各年度と  
も大きな濃度変動はみられない。

表一 5 中通・茨島自排局における浮遊粉じん濃度経月変化

測定地点	年度	(μg/m <sup>3</sup> )												平均
		4月	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
中通自排局	55	57	54	54	49	50	39	22	26	15	13	19	21	35
	56	23	18	20	20	16	14	14	13	17	14	17	19	17
	57	22	19	18	20	16	16	24	18	17	17	17	21	19
茨島自排局	55	42	36	40	33	38	30	37	41	29	26	40	39	36
	56	42	31	37	37	32	40	31	31	42	30	41	41	36
	57	38	36	41	40	32	34	46	41	43	35	38	41	39



アンダーセンエアサンプラーによる土崎、茨島両自排局舎上での浮遊粉じんの粒径別濃度及び粒度分布曲線は表-6、図-3のとおりである。

浮遊粉じんの分級捕集は同表のとおり0ステージ（粒径  $11.0 \mu m$ 以上）から第7ステージ（同  $0.43 \sim 0.65 \mu m$ ）及びバックアップフィルター（同  $0.43 \mu m$ 以下）の9粒径区分により行ったが、両調査地点での粒径別濃度分布状況はいずれも各月粒径  $6 \mu m$ 付近に一つのピークをもつ分布系を示し、3月及び12月の道路端での粉じんの増加は粒径  $2.1 \mu m$ 以上の粒子の増加であり、特に  $11.0 \mu m$ 以上の大粒子が大きく寄与していることがわかる。

表-6 アンダーセンエアサンプラーによる粒径別粉じん濃度

( $\mu g / m^3$ )

調査地点	年月	粒 径 ( $\mu m$ )								
		B.F.	7	6	5	4	3	2	1	0
		< 0.43	$\sim 0.65$	$\sim 1.11$	$\sim 2.10$	$\sim 3.3$	$\sim 4.7$	$\sim 7.0$	$\sim 11.0$	$11.0 <$
土 崎 自動車排出 ガス局舎上	57/3	19.0	5.2	7.2	7.6	10.2	26.8	40.5	39.4	169
	57/9	21.7	1.2	4.7	1.9	4.6	7.6	10.2	5.7	12.1
	57/12	18.1	1.2	4.4	4.3	9.0	20.5	35.3	24.5	80.4
中 通 自動車排出 ガス局舎上	57/3	25.2	3.0	5.3	4.2	11.1	35.0	57.8	34.2	180
	57/9	20.3	3.2	5.5	2.9	5.0	7.5	10.3	7.1	15.6
	57/12	12.8	0.9	3.7	2.3	2.4	11.6	22.8	15.4	48.5

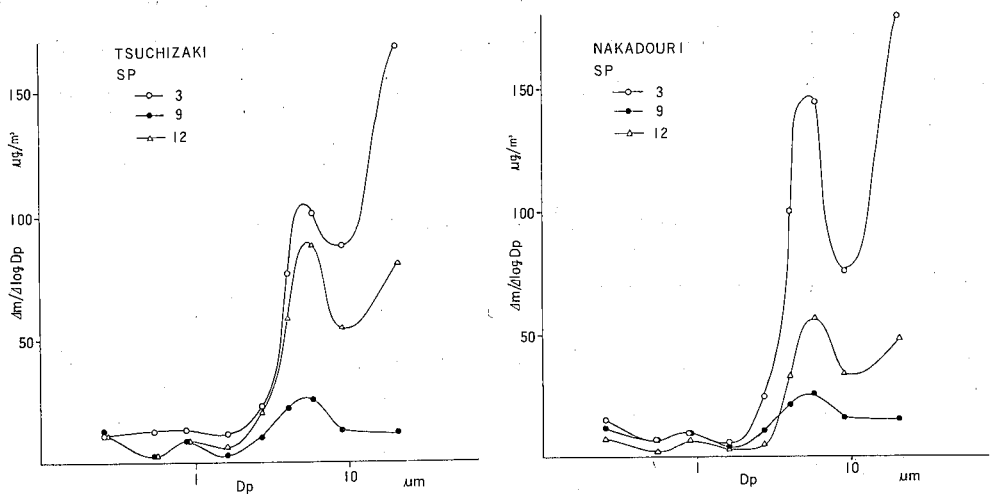


図-3 浮遊粉じんの粒度分布曲線

## イ 灰化減量

低温灰化装置による土崎、八橋、中通及び茨島の4地点でのハイポリウム捕集粉じんの灰化減量は表一7のとおりである。

灰化減量は捕集粉じん中の後述のアスファルト成分指標としてのベンゼン抽出物質を含むいわゆる総有機性物質質量であるといえるが、これらの地点別月別状況は吸引流量当たりの平均濃度では9月がいずれの地点とも約 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であるのに対し3月及び12月は $52 \sim 113 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で月及び地点によりかなり差がみられ、夏期より高い値を示している。これに対し粉じん総重量当たりの平均灰化減量は3月、12月が粉じん濃度そのものが高いこともあり、逆に9月が $30 \sim 39\%$ で3月の $13 \sim 17\%$ 及び12月の $21 \sim 32\%$ を上回っている。

表一7 浮遊粉じん中の灰化減量

区 分	57 / 3		57 / 9		57 / 12	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%
土 崎	82 (45~110)	13 (11~15)	54 (32~73)	39 (21~44)	101 (29~187)	26 (11~54)
八 橋	72 (34~120)	17 (10~30)	49 (16~81)	30 (13~37)	59 (28~93)	21 (11~45)
中 通	113 (61~222)	13 (11~14)	48 (37~60)	39 (23~45)	52 (21~88)	30 (12~60)
茨 島	66 (37~89)	14 (12~19)	60 (37~83)	33 (18~40)	71 (43~120)	32 (14~63)

(注) 表中の上段は平均値、下段の( )内は最低~最高値を表わす。

## ウ ベンゼン抽出物質

道路端での捕集粉じん及び道路堆積物中の摩耗アスファルト分を求めるため、ベンゼンによる超音波抽出を行い、アスファルト分の指標として検討を加えた。

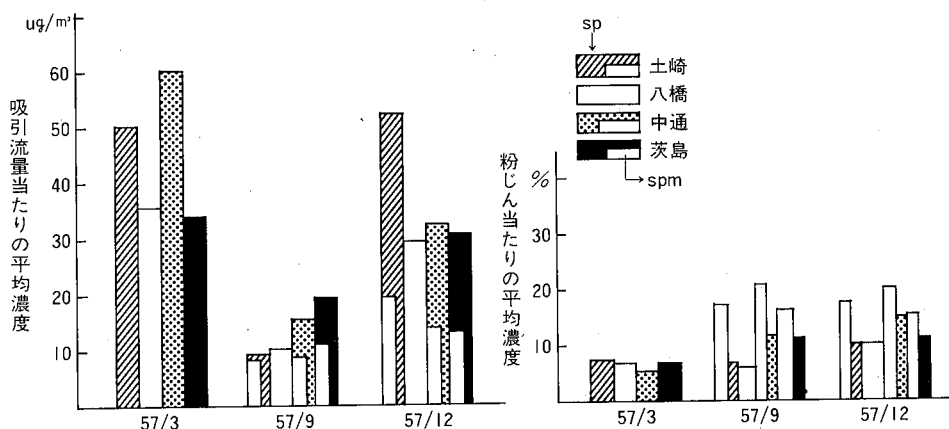
表一8及び図一4は浮遊粉じん(SP)及び粒径 $10 \mu\text{m}$ 以下の浮遊粒子状物質(SPM)中のベンゼン抽出物質質量を表わしたものである。

浮遊粉じん中の期間平均ベンゼン抽出物質質量は、吸引流量当たりでは3月及び12月が約 $30 \sim 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、9月が $10 \sim 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で各地点ともスパイク装着期が夏期より高い傾向にあるが、粉じん重量当たりでは中通、茨島両自排局の9月濃度は3月より高い値を示している。

浮遊粒子状物質中のベンゼン抽出物質濃度については吸引流量当たりでは12月が $13.3 \sim 19.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、9月が $8.5 \sim 11.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で浮遊粉じんと同様冬期が夏期より高く、粉じん重量当たりでは中通、茨島両自排局の9月が12月よりわずかに高い値を示し、%値そのものは3調査地点の9月、12月の両月とも浮遊粉じん中の含有率より高く、粒径の小さいほどベンゼン抽出物質の濃度が高いことが推察される。

表一 8 浮遊粉じん及び浮遊粒子状物質中のベンゼン抽出物質質量

調査地点	調査方法 区 分	57 / 3		57 / 9		57 / 12	
		吸引量当りの抽 出量 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	浮遊粒子状物質 中の割合 (%)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%
土 崎 自排局舎上	sp	50.2 (25.5~73.7)	7.6 (6.8~8.6)	9.6 (4.7~12.2)	6.9 (3.1~8.8)	52.3 (10.3~107.6)	10.4 (5.5~20.1)
	spm	—	—	8.5	17.4	19.7	18.0
八 橋 センター 道路左端	sp	35.5 (15.5~59.3)	7.2 (5.4~10.2)	10.3 (3.3~18.1)	6.3 (2.5~10.1)	29.4 (12.9~49.1)	10.4 (6.0~22.4)
	spm	—	—	—	—	—	—
中 通 自排局舎上	sp	60.3 (31.8~100.1)	6.7 (4.3~7.8)	15.3 (11.6~21.6)	11.7 (5.6~14.2)	32.3 (8.1~61.0)	15.1 (7.0~27.8)
	spm	—	—	9.1	20.8	13.8	20.1
茨 島 自排局舎上	sp	34.2 (14.8~45.6)	7.0 (6.4~7.8)	19.3 (9.9~29.4)	11. (5.1~20.3)	30.6 (10.3~63.0)	11.3 (6.2~19.7)
	spm	—	—	11.4	16.4	13.3	15.3



図一 4 浮遊粉じん及び浮遊粉じん中のベンゼン抽出物質質量

### エ 金属成分

表一 9 及び図一 5 はハイポリウムエアサンプラー捕集粉じん中の金属成分濃度の地点別経月変化を表わしたものである。

各成分とも調査地点及び調査日により濃度変動がみられるが、期間平均濃度についてみるといずれの地点も土壌成分元素であり、またアスファルト舗装材成分である Fe、Mn、Al、Ca、V 及び Ni の各元素が、茨島の V、Ni を除き、浮遊粉じん濃度と同様 3 月、12 月値が 9 月より高い値を示しており、特に Ca 成分の濃度増加が顕著である。

表一 10 は参考までに秋田市街地の一般環境 3 地点における浮遊粉じん中の金属成分濃度の 55~57 年度間の年平均値の推移を表わしたものであるが、道路端に比較し Fe、Mn 濃度がやや低い点を除き、他成分については平均的には大きな濃度差はみられない。

なお、表一 11 は道路端 4 地点について各成分間の相関係数を求めたものであるが、4 地点とも土

壤成分元素としてのFe、Mn、Al間のほか一部地点ではCa、V、Znを含む相関性が認められ、また、茨島調査地点では垂鉛製錬所、肥料工場及び石膏ボード工場等からなる茨島工場地帯に隣接していることもあり、道路粉じんの寄与とあわせ、Cu、Pb、Zn、Cd及びCa成分間にも相関性がみられ同工場地帯からの影響もうかがわれる。さらにコンクリート舗装として対象とした八橋地区の当センター前では特にCaがCu、Pb、Zn、Cdを除く他成分と高い相関性を示し、他の3地点と多少異なる傾向にあるといえる。

図-6は土崎、中通両自排局舎におけるアンダーセンエアサンプラーによる金属成分別の粒度分布を示したものである。

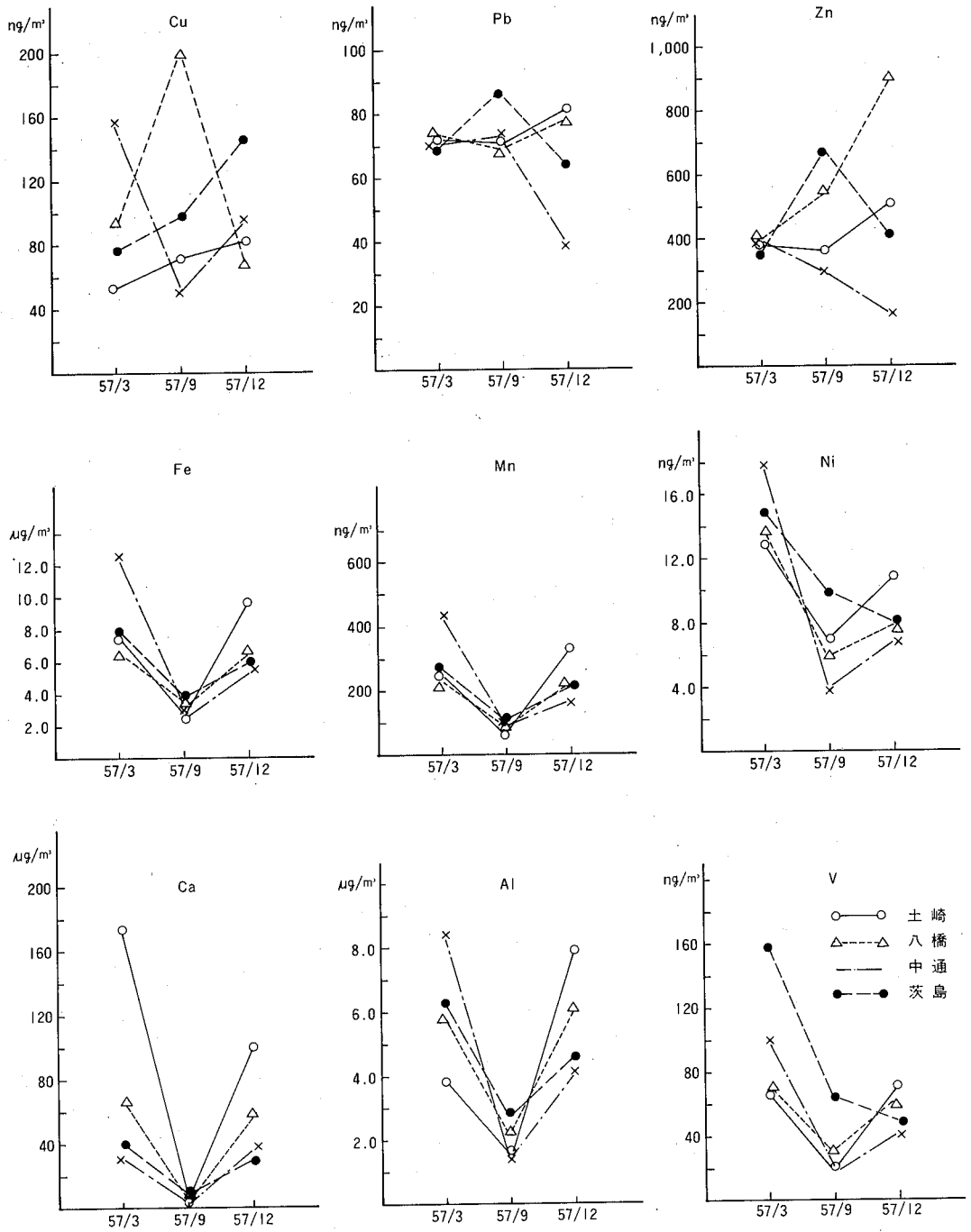
調査元素のうえ土壌成分元素としてのFe、Mn、Al及びCaの各成分は各月とも6 $\mu$ m付近に1つのピークを持つ分布系を示し、3月、12月には2.1 $\mu$ m以上及び11 $\mu$ m以上の粗大粒子群の顕著な増加傾向が認められ、前述の粉じん濃度そのものと全く同じパターンを示している。

また、他のCu、Pb、Zn等の成分については、1 $\mu$ m以下にも小ピークをもつ2山型の異なる分布系を示し、季節による顕著な濃度差はみられない。

表-9 浮遊粉じん中の金属成分濃度

		(ng/m <sup>3</sup> )										
調査地点	年月	Cu	Pb	Zn	Cd	Fe	Mn	Ni	V	Ca	Al	
土 崎	57/3	53 (34~81)	72 (51~116)	370 (267~445)	2 (1~4)	7,530 (2,420~12,470)	260 (83~446)	13 (7~21)	65 (54~83)	175,700 (8,300~25,950)	3,960 (1,430~6,480)	
	57/9	71 (34~212)	70 (55~84)	350 (140~530)	2 (1~4)	2,650 (2,010~3,650)	64 (46~85)	7 (3~11)	18 (10~27)	3,480 (1,760~6,920)	1,470 (1,060~2,200)	
	57/12	82 (47~132)	81 (20~162)	500 (80~1,090)	1 (ND~3)	9,780 (240~17,380)	337 (11~732)	11 (3~20)	72 (11~121)	102,000 (1,820~241,000)	8,120 (6,670~16,170)	
八 橋	57/3	94 (43~175)	73 (36~154)	386 (24~673)	2 (1~3)	6,645 (3,990~13,000)	252 (59~590)	14 (7~24)	73 (22~156)	66,100 (5,420~101,100)	5,900 (890~10,200)	
	57/9	201 (143~272)	69 (42~96)	540 (170~970)	3 (1~5)	3,240 (1,640~5,210)	97 (47~132)	6 (3~11)	29 (12~48)	2,970 (1,500~4,700)	2,230 (1,040~3,540)	
	57/12	66 (26~112)	78 (27~153)	900 (130~1,900)	3 (1~6)	6,740 (820~12,100)	222 (24~419)	8 (3~13)	65 (24~90)	56,950 (2,890~103,000)	5,980 (400~9,220)	
中 通	57/3	155 (85~275)	70 (50~95)	387 (269~517)	1 (1~2)	12,470 (6,230~22,430)	440 (160~773)	18 (9~28)	100 (87~132)	30,560 (3,550~53,670)	8,490 (2,860~14,150)	
	57/9	50 (42~59)	72 (49~132)	280 (210~360)	1 (ND~2)	2,610 (1,790~4,200)	68 (44~104)	4 (3~7)	19 (14~26)	4,120 (1,580~19,970)	1,420 (930~2,600)	
	57/12	93 (47~131)	39 (13~64)	150 (40~250)	1 (ND~1)	5,320 (180~10,100)	168 (9~345)	7 (3~12)	43 (18~76)	37,290 (1,380~83,020)	4,100 (640~7,250)	
茨 島	57/3	73 (41~111)	68 (51~84)	350 (74~434)	2 (1~2)	8,040 (3,670~12,430)	273 (124~424)	15 (9~23)	158 (54~377)	41,150 (19,600~74,800)	6,352 (1,072~9,081)	
	57/9	96 (62~150)	86 (55~154)	670 (390~1,080)	5 (1~15)	3,850 (2,660~5,530)	114 (71~165)	10 (3~22)	64 (15~143)	8,240 (2,940~26,320)	2,720 (1,760~4,730)	
	57/12	146 (96~210)	63 (30~98)	400 (160~770)	2 (1~5)	6,030 (550~11,360)	215 (39~419)	8 (4~10)	48 (11~87)	30,510 (2,900~69,600)	4,550 (1,720~8,580)	

(注) 表中の上段は期間平均値、下段の( )内は最低~最高値を表わす。



図一五 浮遊粉じん中の金属成分濃度経月変化(平均値)

表-10 秋田市街地における浮遊粉じん中の金属成分濃度推移 (年平均値)

		(ng/m <sup>3</sup> )							
調査地点	年度	Cu	Pb	Zn	Cd	Fe	Mn	Ni	粉じん (μg/m <sup>3</sup> )
八 橋 (環境技術センター2階)	55	110	45	555	1	2,767	58	10	78
	56	80	29	247	1	1,482	44	21	73
	57	52	28	195	1	1,265	67	12	70
中 通 (秋田保健所屋上)	55	88	42	334	1	3,995	62	7	106
	56	71	34	122	1	1,882	44	18	84
	57	89	30	144	1	1,905	55	8	104
茨 島 (旧工業試験場屋上)	55	120	80	936	2	5,468	122	11	119
	56	86	44	493	2	2,816	89	72	95
	57	81	68	888	3	3,453	119	17	184

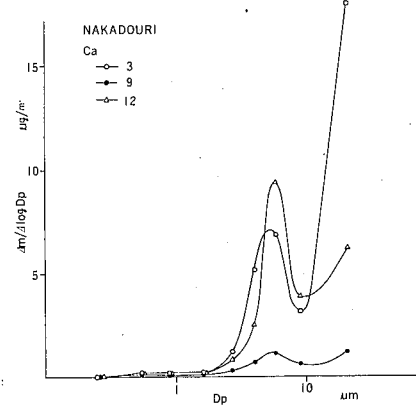
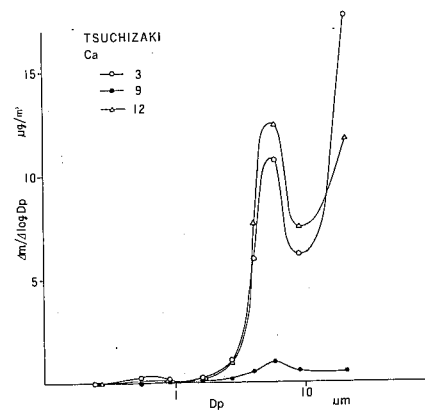
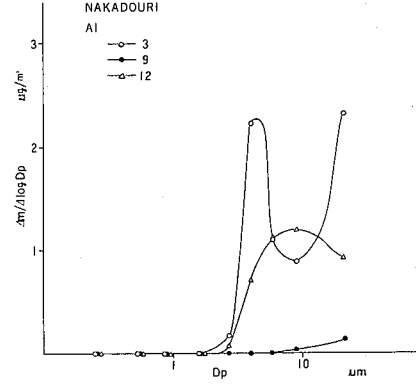
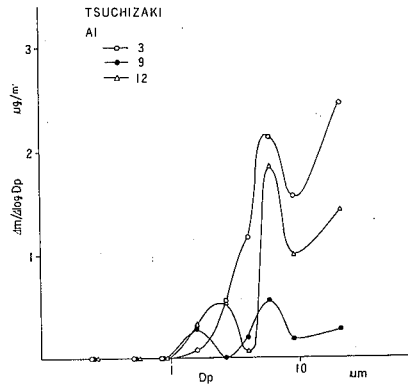
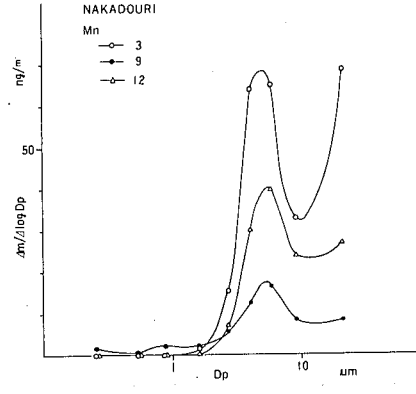
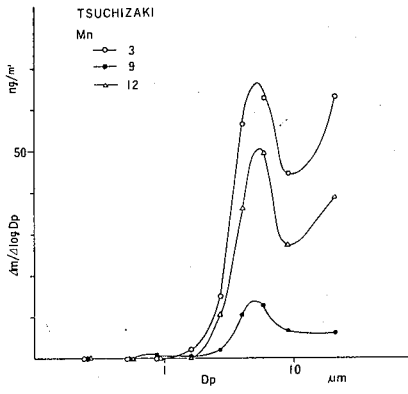
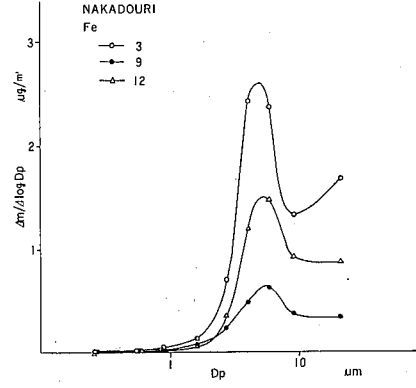
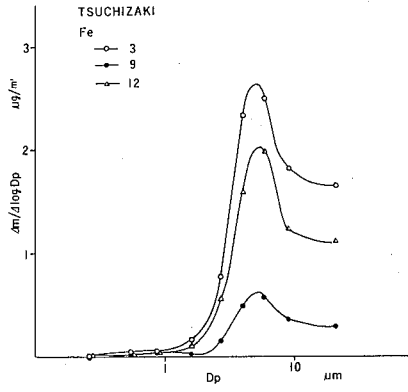
表-11 地点別の成分間相関係数

(土 崎)													(八 橋)															
	SD	LA	EB	Cu	Pb	Zn	Cd	Fe	Mn	Ni	Al	V	Ca		SD	LA	EB	Cu	Pb	Zn	Cd	Fe	Mn	Ni	Al	V	Ca	
SD								823	708		736		833	SD														
LA			946			962		831	901		664	780		LA	1		884		809	771		877	928		660	866	925	948
EB			1			891		716	808			793		EB	5	1			656	692		799	838					719
Cu						636	780	661					632	Cu						847								
Pb														Pb		1	5			790		679	712					
Zn		1	1	5			681	832	862			691	711	Zn		1	5	1	1		763	744						
Cd						1	5							Cd						5								
Fe	1	1	5	5		1			930		946	712		Fe	1	1	1		5			971		927	740			
Mn	5	1	1			1	1				809			Mn	1	1	1		5	5				844	737	854		
Ni														Ni	5											842	692	
Al	5	5				5	1	1				781		Al	1	5				1	1	1				769	792	
V		1	5			5								V	1	5					5	5	1	1			922	
Ca	1			5			5				1			Ca	1	1	5						1	5	1	1		

(中 通)													(茨 島)														
	SD	LA	EB	Cu	Pb	Zn	Cd	Fe	Mn	Ni	Al	V	Ca		SD	LA	EB	Cu	Pb	Zn	Cd	Fe	Mn	Ni	Al	V	Ca
SD				916	653		940	658	911	915		849	896	SD					675			895	818	800	845		
LA				668										LA													
EB	1					794		694	756		645	763	764	EB													
Cu	5	5				761			646			660		Cu					695	798	845			757			874
Pb														Pb	5		5				758			913		905	715
Zn	1		1	5			908	920			845	823		Zn			1				740						
Cd	5											645	668	Cd			1	5	5					762		954	
Fe	1		5			1			971		969	768		Fe	1							779		910			
Mn	1		5	5		1		1			921	792		Mn	1						1			646			
Ni														Ni	1											815	766
Al	1		5			1		1	1			694		Al	1						1	5					
V	1		5	5		1	5	1	1		5			V										1			
Ca				5			5							Ca				1	5		1			1			

(注) 表中の上段は相関係数、下段は危険率を表わす。



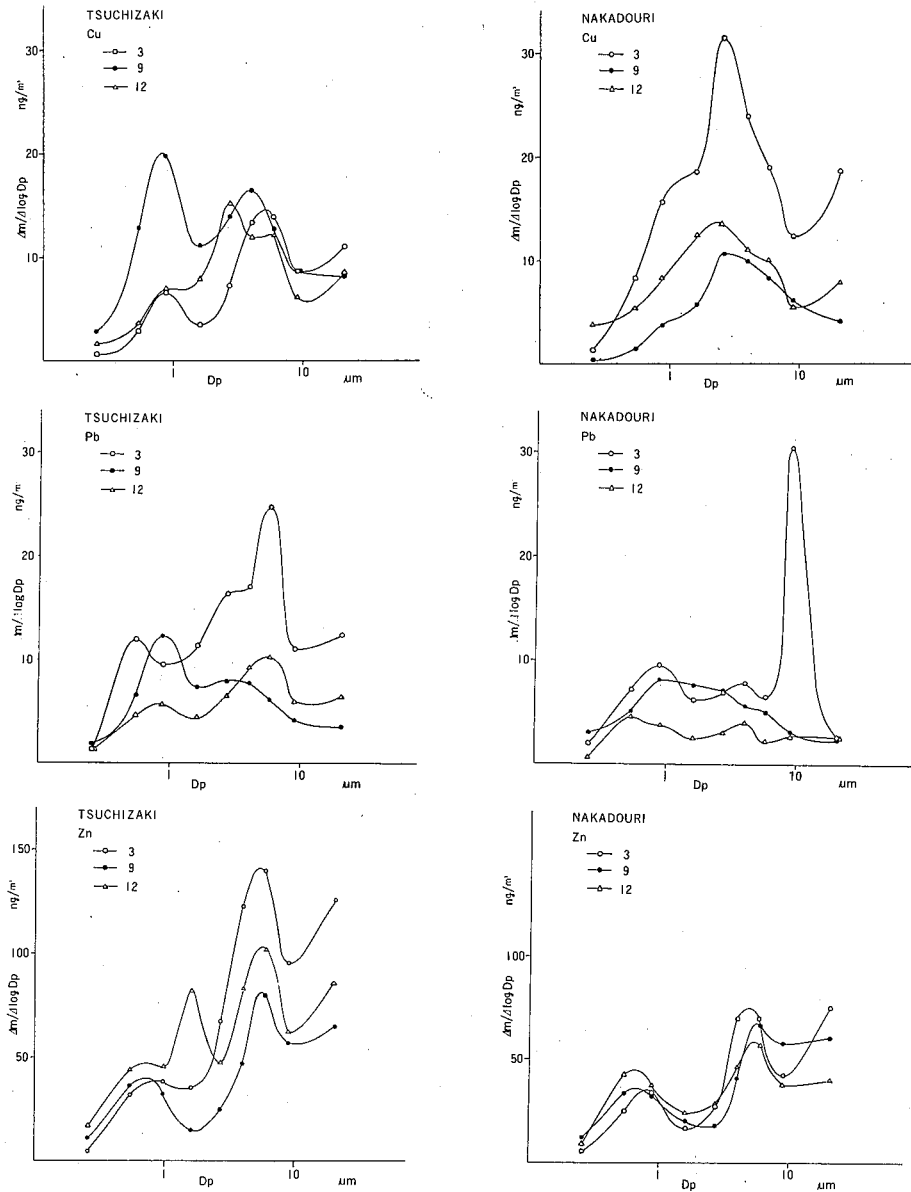


図-6 アンダーセンによる金属成分別粒度分布曲線

## (2) 道路堆積物

### ア 粒度分布

図-7は8調査地点のうちハイボリュームエアサンプラーによる浮遊粉じん調査地点である土崎、八橋、中通及び茨島の4地点について道路堆積物の月別粒度分布状況を比較したものである。

地点及び季節により粒径別の割合は多少異なるが、各地点とも149～297  $\mu\text{m}$ にピークをもつ1地型の分布を示している。(八橋の3月のみ46～74  $\mu\text{m}$ 、149～297  $\mu\text{m}$ の2山型)

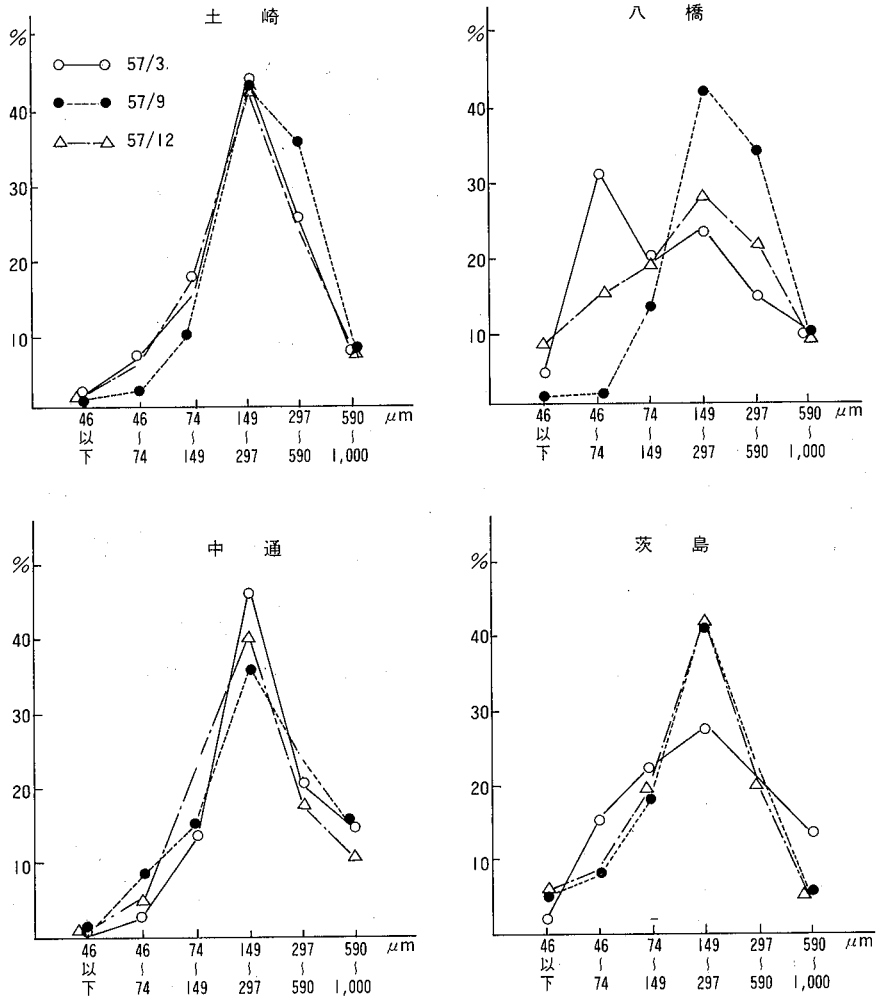
なお、表-12は県工業技術センターのラベリング試験室内から実際のスパイクタイク使用による



アスファルト舗装材の摩耗試験の際発生した摩耗粉じん堆積物を採取し、この堆積物について、道路堆積物と同様の方法により粒度分布を求めたものであるが、A、B両サンプルとも149～297  $\mu\text{m}$  にピークをもつ1山型の分布を示し、粒度分布の面では道路堆積物と同じ状況にある。

表一12 工業技術センターラベリング試験室堆積物の粒度分布  
(No.A、B 2 サンプル)

粒径 ( $\mu\text{m}$ )	～590	297～590	149～297	74～149	46～74	～46
A	8.6	25.1	36.4	20.4	7.0	2.5
B	12.1	20.8	33.3	15.8	15.5	2.5



図一7 道路堆積物の粒度分布

イ ベンゼン抽出物質

市内の主要幹線道路端 8 地点から採取した道路堆積物中のベンゼン抽出物質量は表-13のとおりである。

各地点でのベンゼン抽出物質量は中通自排局舎前の 9 月 9.4%の特異値を除くと 3 月が 4.0~7.0%、9 月 0.08~1.0%、12 月 1.4~7.1%でいずれもスパイク装着期の 3 月、12 月が夏期より高い含有率を示しており、これら冬期の増加はスパイクタイヤによるアスファルト道路摩耗物の増加によるものであると推察される。

また、表-14は中通自排局 (57 / 3 月サンプル) における粒径別のベンゼン及びトリクロルエタン抽出物質量であるが粒径が小さくなるほど含有率が高く前述の浮遊粉じんと浮遊粒子状物質中のベンゼン抽出物質量の関係を裏づけている。

なお、表-15は当センター前で採取した道路堆積物について、抽出法 (ソックスレー及び超音波法) 及び抽出溶媒 (ベンゼン、トリクレン、二硫化炭素、四塩化炭素) のちがいによる抽出物質量を比較したものであるが、抽出法及び抽出溶媒のちがいによる差は特にみられない。

表-13 道路堆積物中のベンゼン抽出物質量 (%)

調査地点	57 / 3	57 / 9	57 / 12
1 飯 島	7.0	0.37	3.7
2 土 崎	4.4	0.47	2.6
3 八 橋	4.1	0.08	2.6
4 山 王	4.0	0.37	4.6
5 中 通	5.4	9.4	7.1
6 茨 島	4.6	1.0	1.4
7 卸 町	5.8	0.18	1.6
8 新 屋	5.5	0.28	4.1

表-14 道路堆積物の粒径別溶媒抽出物質濃度 (%)

メッシュ	粒 径 ( $\mu\text{m}$ )	試 料 採取量(g)	ソックスレー抽出法		超音波抽出法	
			ベンゼン	トリクロ ルエタン	ベンゼン	トリクロ ルエタン
16~28	1,000~590	2.000	1.5	1.3	1.2	1.2
28~48	590~297	5.000	1.5	1.6	1.4	1.5
48~100	149~297	"	2.5	2.6	2.5	2.6
100~200	74~149	"	3.8	3.9	3.5	3.8
200~300	46~74	"	5.8	5.9	5.7	6.3
300~	<46	"	9.4	9.7	9.1	10.5

(注) 57 / 3 の中通自排局前サンプル

表一15 抽出法及び抽出溶媒比較

(%)

試料 採取地点	サンプル 年月日	試料 分析量	ソックスレ ー抽出法	超音波抽出法			
			ベンゼン	ベンゼン	トリクロ ルエタン	二硫化炭素	四塩化炭素
環境技術センター道路端	56.12.11	5,000 g	4.1	4.4	4.3	4.5	4.5

ウ 金属成分

市内8地点の道路端から採取した道路堆積物中の季節別金属成分濃度は表一16のとおりである。

Caを除く9成分についてはZnが9月にやや高くなる傾向があるが他は各地点とも季節による大きな濃度変動はみられない。Ca成分については9月の約7,000～10,000 μg/gが3月、12月には約30,000～95,000 μg/gといずれも地点も約5～10倍の増加がみられ、これらは冬期のスパイクタイヤによるアスファルト舗装材の摩耗増大が大きく寄与しているものと考えられる。

Znの夏期＞冬期の現象は同元素そのものが骨材中にしめる割合が低く、冬期の摩耗堆積物増加による希釈効果によるものであると考えられる。

なお、地点別では茨島のPb、Zn及びCdの三成分が他の地点よりやや高い傾向にあるが、これは隣接する工場地帯からの影響によるものであると推察される。

表一16 道路堆積物中の金属成分濃度

(μg/g)

調査地点	年月	Cu	Pb	Zn	Cd	Fe	Mn	Ni	Al	V	Ca
飯島	57/3	32	18	180	0.80	32,600	590	8.2	27,100	106	82,000
	57/9	23	33	270	0.88	23,900	350	8.0	18,400	57	6,740
	57/12	32	55	360	1.02	26,900	400	7.9	23,100	80	53,700
土崎	57/3	37	15	200	0.90	29,300	470	11	23,300	82	61,000
	57/9	40	122	570	1.24	40,300	430	12	22,100	76	10,000
	57/12	37	36	230	0.62	252,00	410	5.6	22,600	58	48,000
八橋	57/3	54	31	280	1.14	33,600	560	12	28,300	74	92,500
	57/9	53	30	1550	5.30	35,900	520	13	25,600	76	8,200
	57/12	47	46	470	1.28	27,700	470	9.0	24,400	65	56,800
山王	57/3	240	16	130	0.58	24,700	480	8.2	24,100	70	44,600
	57/9	33	24	250	0.48	24,300	400	7.8	20,700	68	8,400
	57/12	58	24	160	0.50	26,900	440	7.5	24,600	76	57,000
中通	57/3	62	18	150	0.72	37,100	520	11	25,400	73	77,000
	57/9	77	31	280	0.56	35,900	670	25	30,800	89	7,200
	57/12	47	46	240	0.64	25,700	510	13	24,600	69	96,400
茨島	57/3	54	44	350	1.46	34,100	550	9.0	27,900	80	58,100
	57/9	72	67	910	2.58	29,800	480	11	24,900	80	6,600
	57/12	63	48	940	3.14	32,000	460	11	26,900	89	30,100
卸町	57/3	32	7.6	120	0.64	41,100	570	8.6	29,300	80	66,020
	57/9	32	43	200	0.52	31,100	450	10	27,300	72	7,200
	57/12	25	15	150	0.58	28,800	470	5.8	26,800	77	30,100
新屋	57/3	39	19	150	0.82	38,200	540	8.5	38,300	93	68,300
	57/9	54	37	190	0.52	25,800	330	8.6	21,200	62	6,700
	57/12	33	16	160	0.66	27,300	420	6.5	30,400	94	57,100

#### 4 まとめ

- (1) 道路端における浮遊粉じん濃度は、夏期は  $151 \mu\text{g}/\text{m}^3$  前後で地点間に大きな差はみられないが、融雪期の3月及び12月は路面の乾湿状況による変動幅が大きく、かつ夏期に比べ顕著な濃度の増加がみられる。
  - (2) 道路端での浮遊粉じんは各月とも粒径  $6 \mu\text{m}$  付近にピークをもつ分布系を示し、3月及び12月の浮遊粉じんの増加は粒径  $2.1 \mu\text{m}$  以上の粒子の増加によるもので特に、 $10 \mu\text{m}$  以上の粗大粒子群が大きく寄与している。
  - (3) 浮遊粉じん及び粒径  $10 \mu\text{m}$  以下の浮遊粒子状物質中のアスファルト分指標としてのベンゼン抽出物質量は吸引流量当たりではいずれの地点とも3月及び12月が9月より高い値を示しているが、粉じん重量当たりでは逆の傾向を示すカ所もある。
  - (4) 浮遊粉じん中の金属成分濃度のうち主に人為的活動からの発生因子である Cu、Pb、Zn、Cd、Ni 成分については大きな季節差はみられないが、土壌元素でありかつアスファルト舗装材元素でもある Fe、Mn、Al、Ca 及び V の5成分は3月及び12月が9月より高い濃度を示し、特に Ca の増加が顕著である。
  - (5) 浮遊粉じん中の金属成分の粒度分布については Fe、Mn、Al、Ca 成分に粉じんと同じ粒度分布がみられるが、他の成分はいずれも  $1 \mu\text{m}$  以下にも小ピークをもつ2山型の分布を示し、季節的には大きな差はみられない。
  - (6) 道路堆積物の粒度分布は地点及び季節により粒径別の割合は多少異なるが、各地点とも  $149 \sim 297 \mu\text{m}$  にピークをもつ1山型の分布を示し、スパイクタイヤによるアスファルト舗装摩耗試験を行うラベリング試験室内での摩耗堆積物と同じ粒度分布状況にある。
  - (7) 道路堆積物中のベンゼン抽出物質量は粒径が小さいほどその含有率が高く、季節的には3月及び12月が9月より高い値を示している。
  - (8) 道路堆積物中の金属成分については Ca が浮遊粉じんと同様3月及び12月が9月より高い値を示しているが、その他の元素は各地点とも季節による顕著な差はみられない。
- 以上のことから、積雪前のスパイクタイヤ装着期及び融雪後における粉じんの増加、さらには道路端の道路堆積物は冬期のスパイクタイヤ使用によるアスファルト摩耗物からの寄与がきわめて大きいことが考えられるが、今後とも道路粉じんの拡散影響（距離減衰）等を含む一連の調査を継続し、これらの関係を更に明確にしていく予定である。

# トリエタノールアミン(T E A)ろ紙法による窒素酸化物濃度測定について

杉本俊比古 吉田 昇  
井島 辰也<sup>1)</sup> 片岡 実<sup>2)</sup>

## 1 はじめに

本調査については、過去2カ年にわたり地域の濃度分布の把握に主眼を置いて調査を実施し、その結果を年報第8号及び9号に示した。そこで57年度はこの結果を今一度見直すと共に、同法の自動測定機の補完法としての精度を検討するためいくつかのテーマについて若干の検討を加えてみた。

## 2 調査項目及び内容

### (1) T E Aろ紙のNO<sub>2</sub>捕集限界について

T E Aろ紙法は環境大気中のNO<sub>2</sub>簡便測定法として検討され、広く用いられているが、暴露期間が長期になると捕集能力が低下するといわれることから一般的には1日や1週間といった短期暴露による応用例が多い。そこで、最もNO<sub>2</sub>捕集効率が高いとされ、かつ過去2カ年の調査で用いた20% T E A溶液で製作したろ紙について、暴露期間と捕集量の両面からその捕集限界を検討してみた。

調査は、同一条件下で製作したT E Aろ紙について実験室内暴露を行い、ろ紙の一部は概ね1週間ごとに交換し、それぞれ各週のNO<sub>2</sub>捕集量の累積値を求め、また、残りのろ紙については前者と同じ条件下で一斉に暴露し1週間後、2週間後……に一枚ずつ回収してNO<sub>2</sub>捕集量を求め、それぞれ対応する両者のデータを比較するという方法によった。なお、以後便宜上前者を週間累積捕集量、後者を期間捕集量という。

---

1) 現在鷹巣保健所 2) 現在環境保全課

(2) 短期暴露調査について

過去2カ年間実施した1カ月暴露に対し、暴露期間を概ね1日（以下1日値という）、概ね7日（以下1週間値という）とした場合について調査を行い、自動測定機によるデータと比較検討してみた。なお調査は1日値については図-1に示すA及びBの2地点、1週間値についてはCを加えた3地点について実施した。

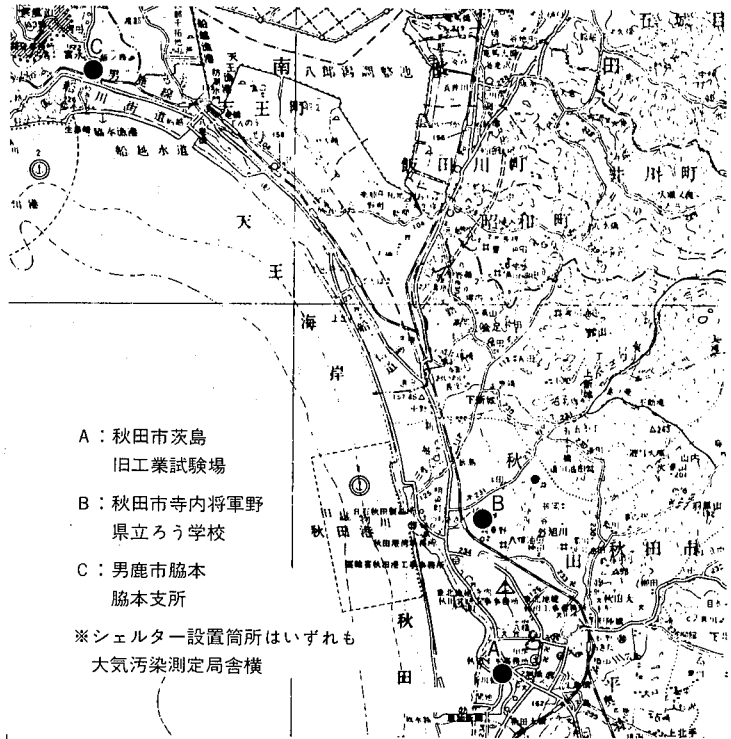
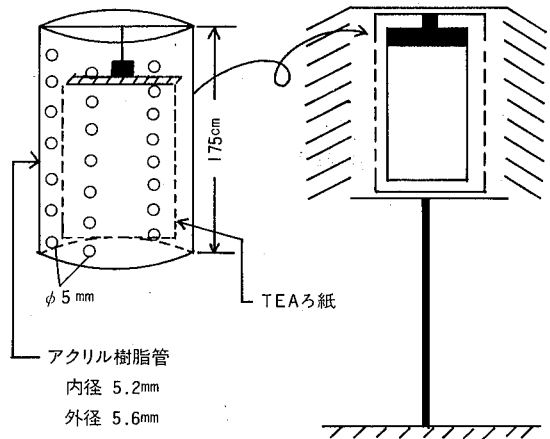


図-1 調査地点図

(3) 二重構造型シェルターについて

過去の調査結果からTEAろ紙法は気象の影響が無視できないと考えられる。そこで右図のようにシェルターを二重構造とした場合の捕集精度はどうかを検討してみた。本調査は(2)と並行し、1日値、1週間値それぞれについて実施した。



### 3 結果及び考察

#### (1) 1カ月暴露調査結果について

57年度の結果を述べる前に、過去2カ年の調査結果に基づくNO<sub>2</sub>捕集量と自動測定機によるデータとの関係(図-2)についてふれてみたい。

この図によれば、両者は相関係数0.877と高い相関関係にあり、また、NO<sub>2</sub>捕集量は概ね3,000 μg NO<sub>2</sub>/100cm<sup>3</sup>以内にとどまっている。ちなみに、自動測定機が欠測のため図に示されていないデータも含めるとTEAろ紙のNO<sub>2</sub>最大捕集量は、56年12月の茨島地区での3,333 μgであった。過去にも述べたように、周囲の状況、自動測定機による過去の測定データ等から人為的影響によるNO<sub>2</sub>濃度が県内で最も高いレベルに属すると考えられる同地区が調査地点に含まれていること。また、図-2において特に明確な捕集限界が認められないことなどから、県内全域において1カ月暴露によるTEAろ紙調査が可能であるといえよう。

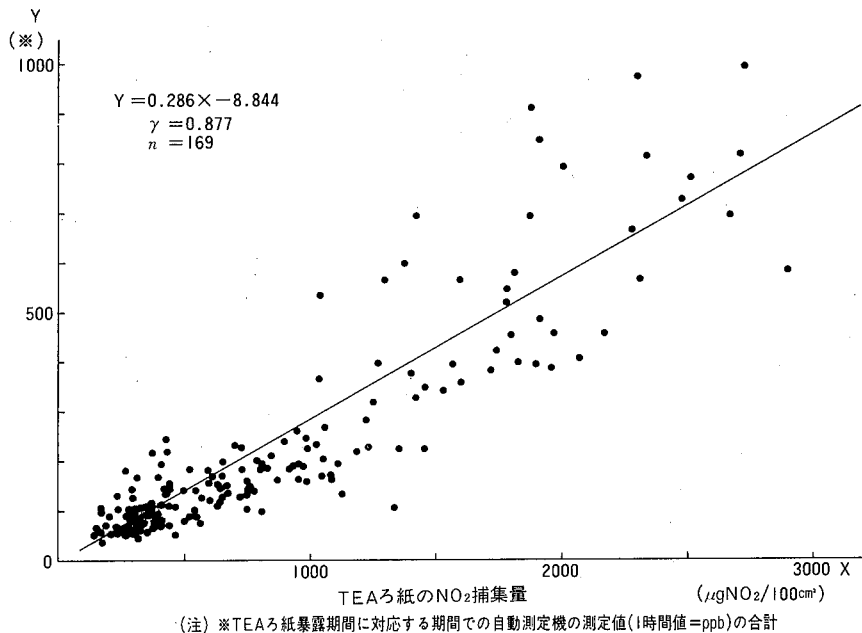


図-2 TEAろ紙による1カ月値と自動測定機との関係

#### (2) TEAろ紙のNO<sub>2</sub>捕集限界について

調査結果を表-1、図-3に示した。ここでは便宜上調査開始1週間目(6/14~6/21)暴露値を捕集率100%とした。これによると、57年6月14日から開始した第1回目の調査では57日経過後の8月10日まで80%以上の捕集率を有し、9月11日から開始した2回目の調査では1回目と比べ全般的に捕集率は低いものの65日経過後の11月15日まで70%以上の捕集率を有した。又捕集量の面からみると、期間捕集量で1回目1427.0 μg、2回目2143.8 μgまでそれぞれ80%、70%以上の

捕集率であった。さらに2回目の調査における11月24日までの74日経過後は週間累積捕集量 3390.4  $\mu\text{g}$  に対し期間捕集量は 1478.2  $\mu\text{g}$  と捕集率が激減しているがその後のデータはなく、全体として暴露期間の長期化による捕集率の漸減傾向は認められるものの明確な捕集限界を求めるには至らなかった。

表-1 捕集限界調査結果

区分	暴露期間	捕集量 ( $\mu\text{gNO}_2/100\text{cm}^3$ )	調査開始日 からの累積①	暴露期間	捕集量② ( $\mu\text{gNO}_2/100\text{cm}^3$ )	捕集率 (②/① $\times 100\%$ )
第 一 回	57 6/14~6/21	206.1	206.1	57 6/14~6/21	206.1	100.0
	6/21~6/28	274.8	480.9	6/14~6/28	437.6	91.0
	6/28~7/6	306.5	787.4	6/14~7/6	697.7	88.6
	7/6~7/12	163.8	951.2	6/14~7/12	937.6	98.6
	7/12~7/19	200.8	1,152.0	6/14~7/19	1,041.2	90.4
	7/19~7/29	322.4	1,474.4	6/14~7/29	1,279.1	86.8
	7/29~8/2	89.8	1,564.2	6/14~8/2	1,411.2	90.2
	8/2~8/10	174.4	1,738.6	6/14~8/10	1,427.0	82.1
第 二 回	9/11~9/20	330.3	330.3	9/11~9/20	330.3	100.0
	9/20~9/27	163.8	494.1	9/11~9/27	436.0	88.2
	9/27~10/4	253.7	747.8	9/11~10/4	567.0	75.8
	10/4~10/19	602.5	1,350.3	9/11~10/19	1,179.4	87.3
	10/19~11/2	623.7	1,974.0	9/11~11/2	1,422.9	72.1
	11/2~11/15	832.4	2,806.4	9/11~11/15	2,143.8	76.4
	11/15~11/24	584.0	3,390.4	9/11~11/24	1,478.2	43.6



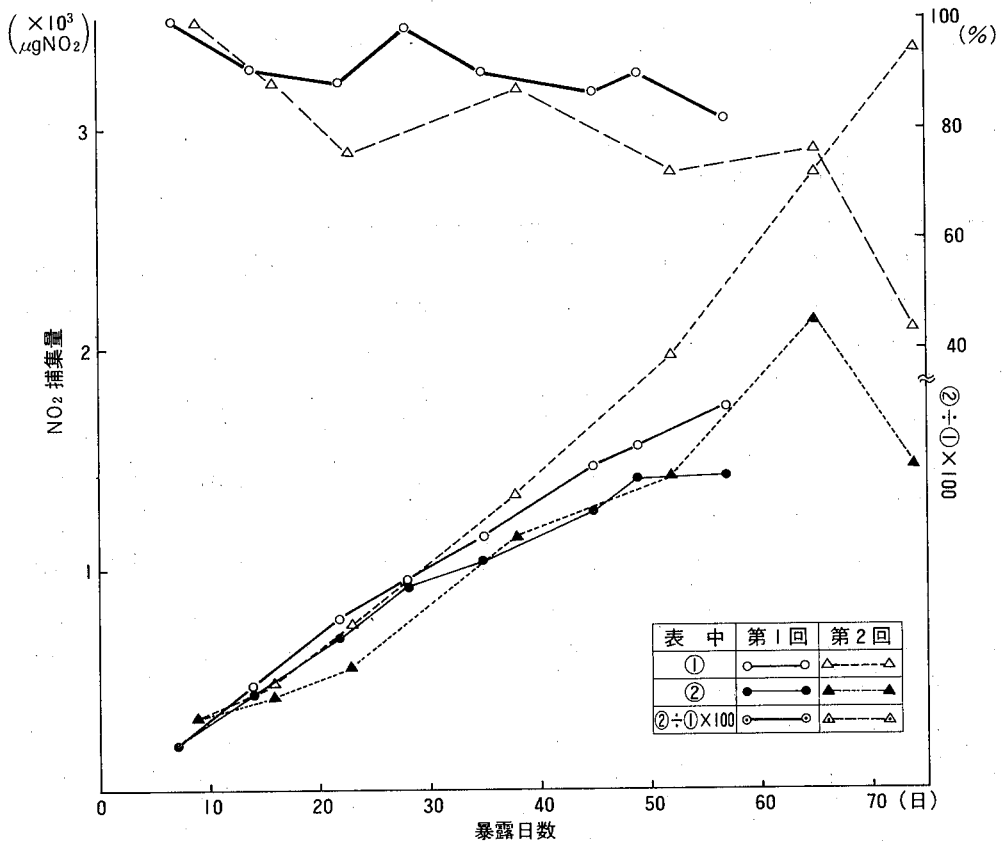


図-3 暴露期間とNO<sub>2</sub>捕集率との関係

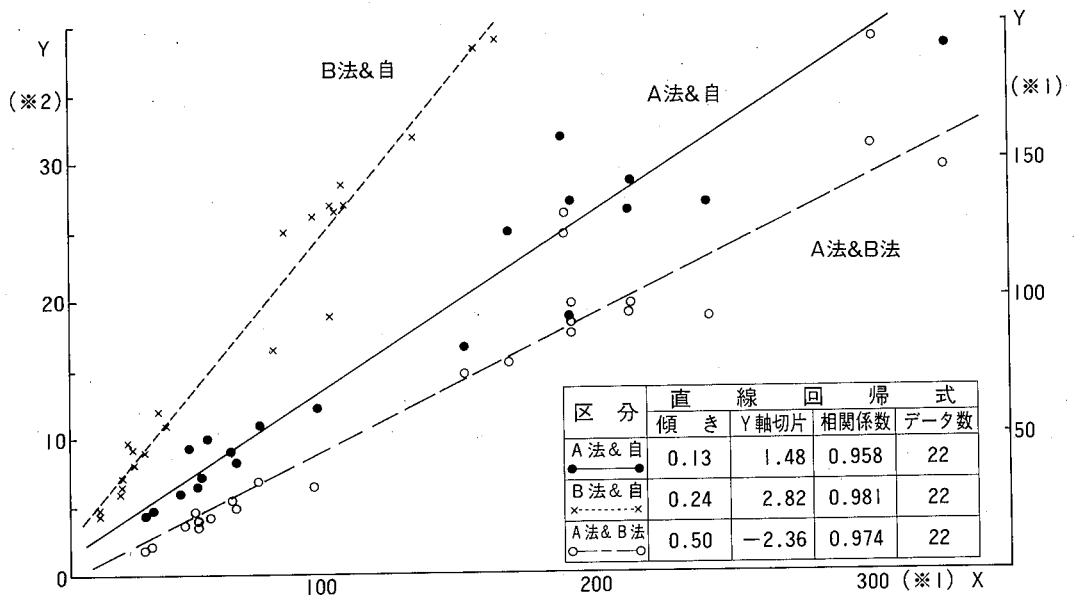
(3) 短期暴露調査及び二重構造型シェルターによる調査結果について

調査結果を表-2及び表-3に、またこの結果をグラフにしたものを図-4、図-5にそれぞれ示した。ここでA法とは従来のような紀本式シェルター、B法とは先に述べた二重構造型シェルターによる暴露調査をいう。

この結果と、1カ月暴露調査結果の図-2からA法と自動測定機の間係をみると、まず相関係数は1日値0.958、1週間値0.913と、1カ月値0.877を大きく上回り、また直線回帰式をみるとその傾きは1カ月値の0.29に対し1日値、1週間値とも0.13となっている。ここでの直線回帰式の傾きが小さいことはNO<sub>2</sub>捕集率が高いことを意味することから、この結果は気象等捕集率低下の原因と考えられる要素の影響が1週間程度の暴露期間では非常に少ないことを物語っているといえよう。

表-2 短期間暴露による調査結果(1日値)

調査地点	暴露期間			A法による調査結果		B法による調査結果		自動測定機による測定結果 (ppb/H)
	設置日時	回収日時	暴露時間(H)	NO <sub>2</sub> 捕集量	NO <sub>2</sub> 捕集量 ÷ 暴露時間	NO <sub>2</sub> 捕集量	NO <sub>2</sub> 捕集量 ÷ 暴露時間	
将	57 6/2 13:30	6/3 13:25	23 $\frac{55}{60}$	42.8	1.79	23.5	0.98	9.3
	6/3 13:25	6/4 13:20	23 $\frac{55}{60}$	50.3	2.10	21.3	0.89	9.9
	6/4 13:20	6/5 15:30	26 $\frac{10}{60}$	44.8	1.71	20.1	0.77	6.0
	6/5 15:30	6/7 11:40	44 $\frac{10}{60}$	63.4	1.44	31.7	0.72	5.5
	6/7 11:40	6/8 9:00	21 $\frac{20}{60}$	79.9	3.74	28.9	1.35	12.1
	6/8 9:00	6/9 8:55	23 $\frac{55}{60}$	45.6	1.91	18.1	0.76	6.4
	6/9 8:55	6/10 9:32	24 $\frac{37}{60}$	30.8	1.25	11.6	0.47	4.8
	6/10 9:32	6/11 15:53	30 $\frac{21}{60}$	59.7	1.97	25.1	0.83	7.1
	6/11 15:53	6/12 10:49	18 $\frac{56}{60}$	46.5	2.46	21.4	1.13	9.0
	6/12 10:49	6/14 10:55	48 $\frac{6}{60}$	60.8	1.26	24.3	0.51	4.1
野	6/14 10:55	6/15 9:50	22 $\frac{55}{60}$	26.4	1.15	10.0	0.44	4.4
	57 6/2 14:10	6/3 13:50	23 $\frac{40}{60}$	177.1	7.48	122.6	5.18	31.8
	6/3 13:50	6/4 13:55	24 $\frac{5}{60}$	183.4	7.62	99.4	4.13	27.2
	6/4 13:55	6/5 11:45	21 $\frac{50}{60}$	131.1	6.00	66.6	3.05	16.6
	6/5 11:45	6/7 9:30	45 $\frac{45}{60}$	305.5	6.68	141.4	3.09	19.1
	6/7 9:30	6/8 9:31	24 $\frac{1}{60}$	233.6	9.73	94.1	3.92	27.0
	6/8 9:31	6/9 9:20	23 $\frac{49}{60}$	159.6	6.70	76.6	3.22	25.0
	6/9 9:20	6/10 10:03	24 $\frac{43}{60}$	188.7	7.63	90.4	3.66	26.3
	6/10 10:03	6/11 13:40	27 $\frac{37}{60}$	235.7	8.54	113.9	4.12	28.6
	6/11 13:40	6/12 11:25	21 $\frac{45}{60}$	185.0	8.51	86.7	3.99	26.6
島	6/12 11:25	6/14 11:20	47 $\frac{55}{60}$	292.8	6.11	156.2	3.26	19.5
	6/14 11:20	6/15 10:15	22 $\frac{55}{60}$	173.9	7.59	89.9	3.92	18.8

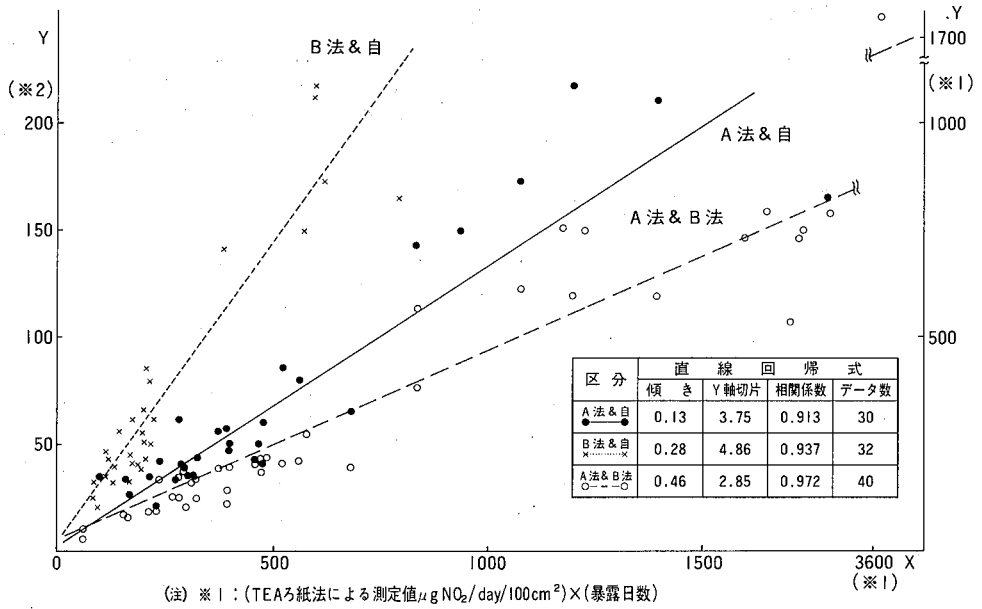


(注) ※1: (TEAろ紙法による測定値 $\mu\text{g NO}_2/\text{H}/100\text{cm}^2$ ) $\times$ (暴露日数) $\times$ (24時間)  
 ※2: (TEAろ紙暴露期間に対応する期間の自動測定機による平均1時間値(ppb)) $\times$ (暴露日数)

図-4 A法、B法、自動測定機各データ間の相関関係(1日値)

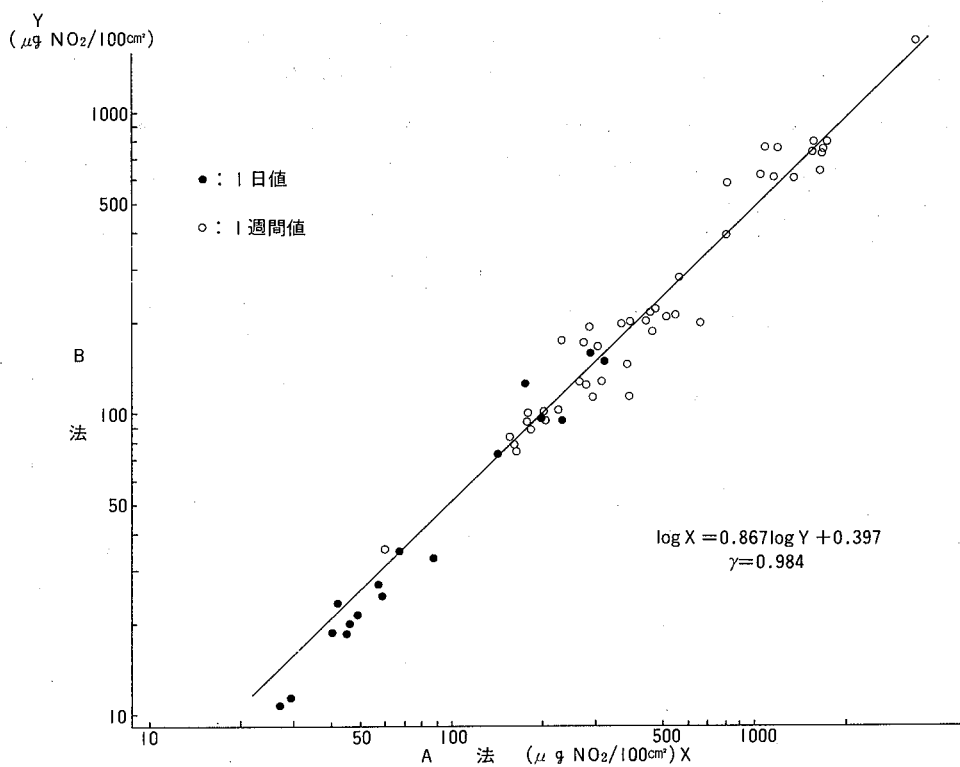
表一 3 短期間暴露による調査結果（1週間値）

調査地点	暴露期間		A法による調査結果		B法による調査結果		自動測定機による測定結果 (ppb/H)
	設置日～回収日	暴露日数 (Day)	NO <sub>2</sub> 捕集量	NO <sub>2</sub> 捕集量 ÷ 暴露日数	NO <sub>2</sub> 捕集量	NO <sub>2</sub> 捕集量 ÷ 暴露日数	
脇	57 9 / 20～9 / 27	7	230.4	32.9	98.8	14.1	3.0
	9 / 27～10 / 4	7	326.6	46.7	126.8	18.1	6.2
	10 / 4～10 / 12	8	467.8	58.5	214.6	26.8	6.3
	10 / 12～10 / 18	6	270.1	45.0	124.7	20.8	5.6
	10 / 18～10 / 25	7	311.8	44.5	162.8	23.2	5.0
	10 / 25～11 / 1	7	394.2	56.3	143.1	20.4	8.1
	11 / 1～11 / 22	21	831.6	39.6	384.5	18.3	6.8
	11 / 22～11 / 29	7	167.4	23.9	78.3	11.2	3.7
	11 / 29～12 / 6	7	286.2	40.9	124.2	17.7	5.8
	12 / 6～12 / 13	7	302.4	43.2	106.9	15.3	5.0
本	12 / 13～12 / 20	7	396.9	56.7	111.8	16.0	6.7
	58 1 / 10～1 / 17	7	61.6	8.8	35.6	5.1	1.6
	1 / 17～1 / 24	7	159.8	22.8	82.1	11.7	4.8
将軍野	1 / 24～1 / 31	7	212.8	30.4	94.5	13.5	4.9
	57 9 / 20～9 / 27	7	317.6	45.4	163.3	23.3	欠測
	9 / 27～10 / 4	7	523.2	74.8	204.5	29.2	12.3
	10 / 4～10 / 12	8	562.8	70.4	210.4	26.3	10.0
	10 / 12～10 / 18	6	475.7	79.3	185.0	30.8	6.7
	10 / 18～10 / 25	7	459.8	65.7	201.4	28.8	6.2
	10 / 25～11 / 1	7	680.4	97.2	197.6	28.2	9.4
	11 / 1～11 / 22	21	1,393.2	66.3	596.7	28.4	10.1
	11 / 22～11 / 29	7	欠測	—	167.4	23.9	6.5
	11 / 29～12 / 6	7	372.6	53.2	194.4	27.8	8.0
野	12 / 6～12 / 13	7	399.6	57.1	199.8	28.5	7.3
	12 / 13～12 / 20	7	483.3	69.0	219.2	31.3	8.8
	58 1 / 10～1 / 17	7	235.4	33.6	171.7	24.5	5.9
茨	1 / 17～1 / 24	7	280.8	40.1	170.6	24.4	8.8
	1 / 24～1 / 31	7	291.6	41.6	191.2	27.3	5.5
	57 9 / 20～9 / 27	7	欠測	—	337.7	48.2	16.0
	9 / 27～10 / 4	7	1,791.8	256.0	787.5	112.5	23.5
	10 / 4～10 / 12	8	1,736.2	217.0	747.9	93.5	欠測
	10 / 12～10 / 18	6	578.8	96.5	280.1	46.7	欠測
	10 / 18～10 / 25	7	1,598.8	228.4	732.0	104.6	欠測
	10 / 25～11 / 1	7	1,703.7	243.4	537.3	76.8	欠測
	11 / 1～11 / 22	21	3,618.0	172.3	1,749.6	83.3	欠測
	11 / 22～11 / 29	7	1,228.5	175.5	750.6	107.2	欠測
島	11 / 29～12 / 6	7	1,725.3	246.5	726.3	103.8	欠測
	12 / 6～12 / 13	7	1,647.0	235.3	793.8	113.4	欠測
	12 / 13～12 / 20	7	1,177.2	168.2	758.7	108.4	欠測
	58 1 / 10～1 / 17	7	837.0	119.6	572.4	81.8	21.4
	1 / 17～1 / 24	7	1,198.8	171.2	600.5	85.8	31.1
	1 / 24～1 / 31	7	1,077.3	153.9	614.5	87.8	24.7



図一五 A法、B法、自動測定機各データ間の相関関係（1週間値）

図一六はA法とB法の  $\text{NO}_2$  捕集性及び相関性を比較するため1日値及び1週間値について両者の関係を図化したものである。これによるとB法の捕集量は環境大気中の  $\text{NO}_2$  濃度に関係なくA法のほぼ2分の1でかつ高い相関関係を示している。また図一四、図一五に示した自動測定機との関係をみても相関係数は1日値0.981、1週間値0.937とA法と自動測定機のそれをも上回る相関関係となっている。短期間でしかも測定期間中比較的気象に恵まれた1日値調査はともかく、長期にわたった1週間値調査におけるこの結果からTEAろ紙法の精度低下の一因と考えられる気象の影響を防ぐ方法として、また捕集率がA法のほぼ2分の1であることから高濃度地域での応用の可能性をもつ測定法としてB法は非常に有効であるように思われる。



図一6 A法とB法のNO<sub>2</sub>捕集の関係

#### 4 まとめ

NO<sub>2</sub>の簡便測定法の一つであるTEAろ紙法について、三カ年にわたって地域の濃度分布や経月変化の把握とあわせて、精度面等についても検討を加えてきた。その結果得られた知見をまとめると次のとおりである。

(1) 1カ月暴露による秋田市及びその周辺地域のNO<sub>2</sub>濃度分布調査によれば、秋田市の茨島、中通地区が最も高く、次いでその周辺市街地、さらに郊外及び周辺の市町部となっている。また経月変化では春先及び晩秋から初冬にかけてNO<sub>2</sub>濃度が高く、夏期及び冬期に低くなるといった濃度パターンが概ね全地点に共通している。

(2) TEAろ紙及びそれと対応した自動測定機それぞれのデータを比較検討すると捕集率は

$$1日暴露 \approx 1週間暴露 > 1カ月暴露$$

又相関関係は

$$1日暴露 > 1週間暴露 > 1カ月暴露$$

という結果であった。ここで1カ月暴露調査の捕集率が最も低いが、捕集率低下の原因となる要素の影響が比較的均一であるためか、自動測定機とは相関係数0.877と高い相関関係にある。短期暴露では相関係数で1日暴露で0.958、1週間暴露で0.913と、さらに高い相関関係にあり、環境測

定への応用が十分期待できる。

(3) シェルターを二重構造にすると捕集率は低くなるが、自動測定機とは相関係数で1日暴露0.981、1週間暴露0.937と非常に高い相関関係となっている。また、二重構造にすることにより捕集率は従来の暴露法と比べ半減する。これは、今回確認できなかったTEAろ紙のNO<sub>2</sub>捕集限界を考慮した場合さらに高濃度地区での測定に应用できる可能性も考えられ、このことは暴露方法を工夫検討することによりTEAろ紙法の精度をさらに向上させうる可能性を示唆しているものと思われる。