

2 固定発生源から排出されるばいじん中の重金属について

植山洋一, 落井 勲, 前川 勉, 荒井彦左エ門

沢田稔之佑*, 吉田善子**, 宮永信幸

(* 現環境保全課, ** 現福井保健所)

I 緒 言

県下に届け出されたばい煙発生施設は、現在 1,100 施設あり、うちボイラーが 832 施設 (76%) あり、廃棄物焼却炉が 89 施設 (8%), 乾燥炉が 87 施設 (8%) となっている。今回それらの固定発生源からどれ位の量が排出され、周辺に及ぼす影響はどれ位かを把握することを目的に、ボイラー、廃棄物焼却炉数施設から排出されるばいじん中の金属成分濃度およびその周辺の環境濃度の調査を行なったので、その結果を報告する。

II 調査方法

1 調査対象試料

1) 固定発生源試料

煙突排出口で捕集された 5 試料 (A~E)、集じん器に捕集された 4 試料 (F~I) の概要を表 1 に示す。

2) 環境試料

A および C 施設周辺で試料採取を行なったが、その採取地点の概要を表 2 に、地図を図 1-1 (A 施設周辺)、図 1-2 (C 施設周辺) にそれぞれ示す。道路は主要と思われる

表 1 固定発生源試料の概要

施設記号	施設の種類	燃料・燃焼物	処 理 施 設
A	ボイラー	石炭 6.6 t/hr	電気集じん器
B	ボイラー	C 重油 40 l/hr	—
C	廃棄物焼却炉	一般ごみ	マルチサイクロン電気集じん器
D	廃棄物焼却炉	一般ごみ	マルチサイクロン電気集じん器
E	廃棄物焼却炉	廃タイヤ	排煙脱硫装置
F	ボイラー	石炭	電気集じん器
G	ボイラー	繊維、紙類	サイクロン
H	ボイラー	木くず	サイクロン
I	廃棄物焼却炉	一般ゴミ	電気集じん器

表 2 環境試料採取地点の概要

区 別	番号	煙源からの距離	地点周辺の状況
A 施設	a	0.5 km	住宅
	b	0.4 km	住宅
	c	0.9 km	市街地
	d	1.4 km	市街地
	e	1.9 km	住宅、海に近い
C 施設	a	0.9 km	水田
	b	0.6 km	水田
	c	1.0 km	水田
	d	1.3 km	住宅
	e	2.0 km	住宅
	f	0.5 km	水田
	g	1.3 km	水田
	h	1.9 km	水田

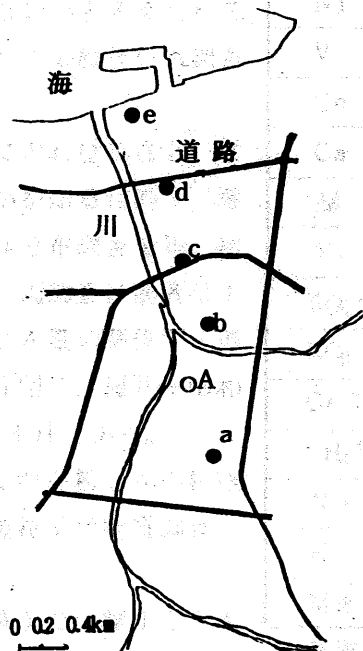


図 1-1 試料採取地点 (A 施設周辺)

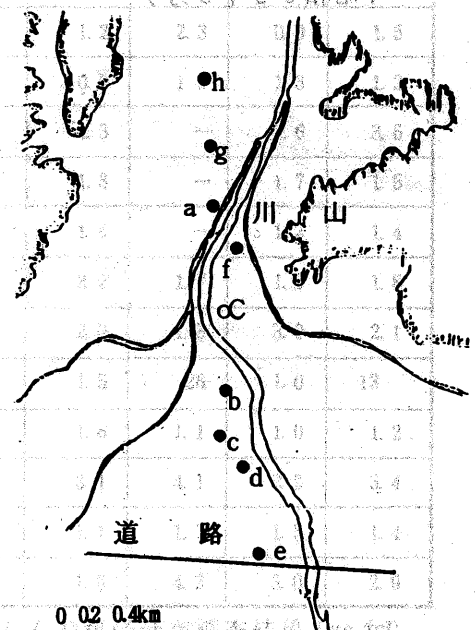


図 1-2 試料採取地点 (C 施設周辺)

もののみを示した。

試料採取地点の選定に当たっては、前もって拡散方程式を用いて最大着地濃度地点の煙源からの距離(A施設約0.9km, C施設約0.7km)を求め、その地点が間に入ること、周囲に局所的な発生源が無いこと、現地は南北方向が主風向であること、煙源の一方に4ヶ所、一方に1ヶ所(バックグラウンド用)配置すること、電源が得やすいこと等々を考慮して決定した。

各施設周辺共2回試料採取したがA施設では同じ地点で2回、C施設では1回目a, b, c, d, e地点で、2回目はb, f, a, g, h地点で実施した。

2 試料採取方法

1) 固定発生源試料

煙突排出口で捕集された5試料については、JIS Z8808に準じて円筒もしくは円形濾紙に捕集して持ち帰った。水銀については、JIS K0222に準じて硫酸酸性過マンガン酸カリウム溶液を用いて捕集し持ち帰った。一方集じん器に捕集された4試料については、工場立入り時に入手した。

2) 環境試料

A施設周辺は昭和63年10月上旬～中旬、C施設周辺は同年10月下旬～12月上旬に試料採取した。

- 水銀：金アマルガム法による捕集管を用い、吸引流量 0.7 l/min で捕集
- 塩化水素： $0.8\text{ }\mu\text{m}$ セルロースメンブランフィルターを取り付けたインピンジャー(吸収液は水)を2本直列にして吸引流量 1 l/min で捕集(C施設周辺のみ)
- その他：ハイボリウムエアースンプラー($10\text{ }\mu\text{m}$ カット装置付、愛知時計電機製)に石英繊維製濾紙(PALLFLEX 2500QAST $8\times 10\text{ inch}$)を装着し、約 1 m/min の吸引流量で捕集した。

試料採取位置の高さは、A施設周辺では数m～二十数m、C施設周辺では地上～数mであり、試料採取時間は分析感度を考慮して、水銀、塩化水素は数時間、その他は約20時間である。

なお風向を考慮して試料採取を行なったが、実際には無風状態の時や風向が一定でない時あるいは急に雨が降り出した時などがあった。その都度採取を中止にしたが、必ずしも同時に中止できず、そのため試料はAあるいはC施設からの排出ガスは全部捕集したとは言い難い。

3 分析方法

- 水銀：加熱気化冷原子吸光法
- 塩化水素：チオシアン酸第二水銀法
- その他の重金属：濾紙を適量切り取り細片後、硝酸一過酸化水素水で湿式分解し原子吸光光度計で測定。
- その他のイオン：濾紙を適量切り取り細片後、水を加え還流冷却器を取り付けて加温抽出し、イオンクロマトグラフで測定。
- ベンゾ(a)ピレン：濾紙を適量切り取り細片後、エタノール、ベンゼンを加えて超音波抽出し、濃縮後定容し、HPLC-はい光光度法で測定。
- ばいじん濃度：試料採取前後に濾紙を $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ 2時間加熱、放冷後秤量してばいじん重量を求め、吸引ガス量で除して濃度を算出。
- 浮遊粒子状物質濃度：濾紙をデシケータ(相対湿度50%)中に48時間以上放置後、 0.1 mg まで秤量して捕集重量を求め、それを吸引量で除して濃度を求めた。またその重量で各成分の重量を除して含有率を求めた。

Ⅱ 結果および考察

1 固定発生源試料

含有率、濃度、排出量を表3、図2、図3に示す。

(1) 含有率(表2、図2)

全体的に今回測定した成分では、煙突から排出されたばいじんよりも集じん器に捕集されたばいじんの方が、含有率の合計が小さく、集じん器に捕集されたばいじん中には更に他の成分が多く含まれていると思われる。Feはすべての試料に含まれていた。

表3 固定発生源試料の含有率、濃度および排出量

項目	施設	A			B			C			D			E			F	G	H	I
ばいじん		9.4	600		241	241		37	1,200		44	1,500		63	1,030					
Fe		54	0.35	22	3.7	1.1	1.1	23	0.79	26	43	1.8	62	6.8	0.23	3.7	9.5	2.7	16	12
Mn		0.96	(6.3)	0.40	(41)	(12)	0.012	0.49	(17)	0.54	0.77	(32)	1.1	0.35	(12)	0.19	0.10	(8.7)	16	0.70
Zn		330	2.2	140	(95)	(27)	0.027	230	7.8	250	7.4	0.31	11	34	1.1	19	(58)	(80)	1.6	11
Pb		ND.	ND.	ND.	(45)	(13)	0.013	49	1.7	54	3.8	0.16	5.4	1.2	(40)	0.66	(18)	(5.6)	(24)	1.9
Ni		0.71	(4.7)	0.30	3.1	0.87	0.87	2.5	(85)	2.8	5.4	0.22	7.7	0.86	(29)	0.48	(24)	3.2	(25)	(46)
V		14	(91)	5.8	3.6	1.0	1.0	0.74	(25)	0.82	0.20	(8.4)	0.29	0.15	(5.1)	0.084	(70)	1.5	0.37	0.15
Cd		ND.	ND.	ND.	ND.	ND.	ND.	0.24	(8.1)	0.26	0.11	(4.7)	0.16	(39)	(1.3)	0.021	(0.11)	ND.	(2.7)	0.72
Ca		190	1.2	79	0.11	(30)	0.030	320	11	350	83	3.4	120	2.1	(71)	1.2	4.0	0.21	280	72
Al		350	2.3	145	140	39	39	250	8.7	280	170	7.2	250	640	21	350	9.3	(93)	18	47
Ti		63	0.41	26	1.6	0.45	0.45	ND.	ND.	ND.	1.2	(50)	1.7	1.6	(54)	0.89	(0.57)	0.80	(0.28)	0.60
BaP		(10)	(0.31)	0.008	ND.	ND.	ND.	(2.8)	(0.11)	0.0037	(0.3)	(0.01)	0.0005	(61)	(5.6)	0.091	(0.02)	ND.	(0.03)	(0.10)
Hg			(2.9)	0.18					(63)	2.0										
HCl									530	17,200										

注1) A～Eについては含有率、濃度、排出量を左から順に記載。F～Iについては含有率を記載。

注2) 単位は含有率— mg/g 、または $\mu\text{g/g}$ 〔()書き〕、濃度— mg/m^3 または $\mu\text{g/m}^3$ 〔()書き〕、排出量— g/hr

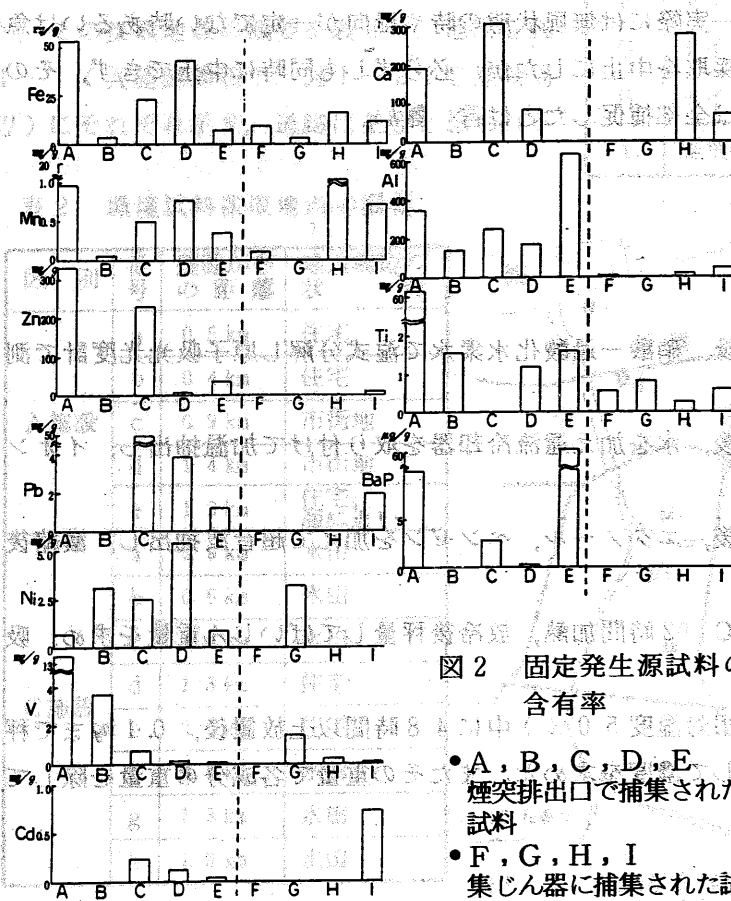


図2 固定発生源試料の含有率

- A, B, C, D, E
煙突排出口で捕集された試料
- F, G, H, I
集じん器に捕集された試料

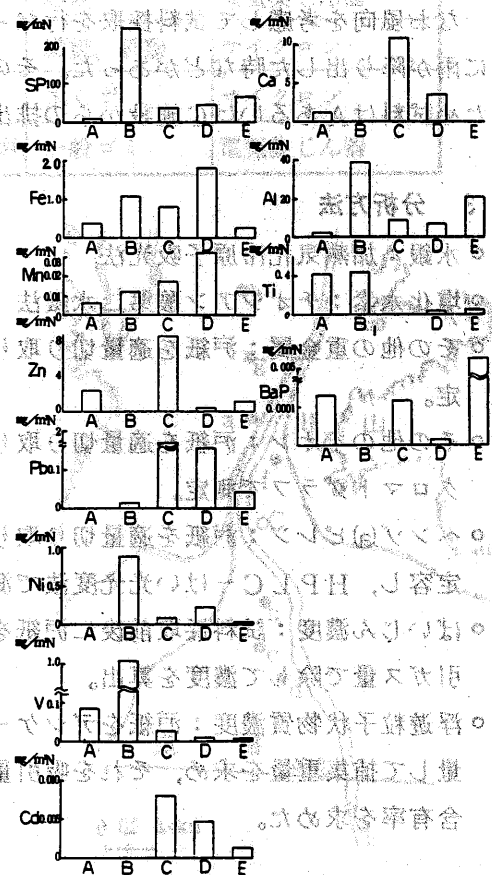


図3 固定発生源試料の濃度

集じん器に捕集されたばいじん4試料の中では、木くずボイラー(H)ではMn, Caなど、廃棄物焼却炉(I)では、Zn, Pb, Cd, Al, BaPなどが相対的に多く含まれていた。煙突から排出されたばいじん5試料の中では石炭ボイラー(A)ではZn, V, Ca, Ti, BaPなど、一般ゴミ廃棄物焼却炉(C, D)ではZn, Pb, Cd, Caなど、C重油ボイラー(B)ではVなどが相対的に多く含まれていた。石炭、C重油ボイラー共にVが多く含まれていた。Zn, Pb, Cdはプラスチックの安定剤、着色剤として広く使用され、またZn(907℃), Pb(1750℃), Cd(770℃)は、沸点が低いので、廃棄物焼却炉では多いのであろう。

石炭ボイラー(A)、廃棄物焼却炉(C)について、集じん器に捕集されたばいじんと煙突から排出されたばいじんの比較をすると、後者の方の含有率が大きいのは石炭ボイラーではZn, V, Ti, BaP, 廃棄物焼却炉ではNiであった。

廃棄物焼却炉C, D間では成分によって差があったが、同じ一般ゴミでも種類が異なっていることが予想される。

(2) 濃度(表3, 図3)

煙突から排出されたばいじん5試料で濃度を比較すると、ボイラーの方が高いのはV, Ti, 廃棄物焼却炉の方が高いのはPb, Cd, Caであった。Znは同じ廃棄物焼却炉でもC施設の方が高く、Niは石炭よりもC重油ボイラーの方が、逆にBaPはC重油よりも石炭ボイラーが高かった。

(3) 排出量(表3)

煙突から排出されたばいじん5試料の排出量(時間当たりの重量)を固定発生源毎にみると、共通して多いCa, Al, Fe以外ではC重油ボイラーではNi, V, 他4施設ではZnが多かった。一方成分毎にみると、一般ゴミ廃棄物焼却炉が他施設に比べて多くの種類の金属を排出していた。

2 固定発生源とその周辺の環境濃度

図4, 5にそれぞれA施設, C施設周辺で行なった環境調査結果を示す。

なお、図4, 5の実線の棒グラフは浮遊粒子状物質濃度の実測値を、点線は本報64ページに示す表5の平均値を用いて浮遊粉じん濃度の推定した値を示す。

(1) A施設周辺(図4)

前もって推定した拡散濃度計算(安定度D)では、最大着地濃度地点は煙源から0.9kmの距離にある。すなわちC地点に相当するが、図4に示す本調査結果では一番

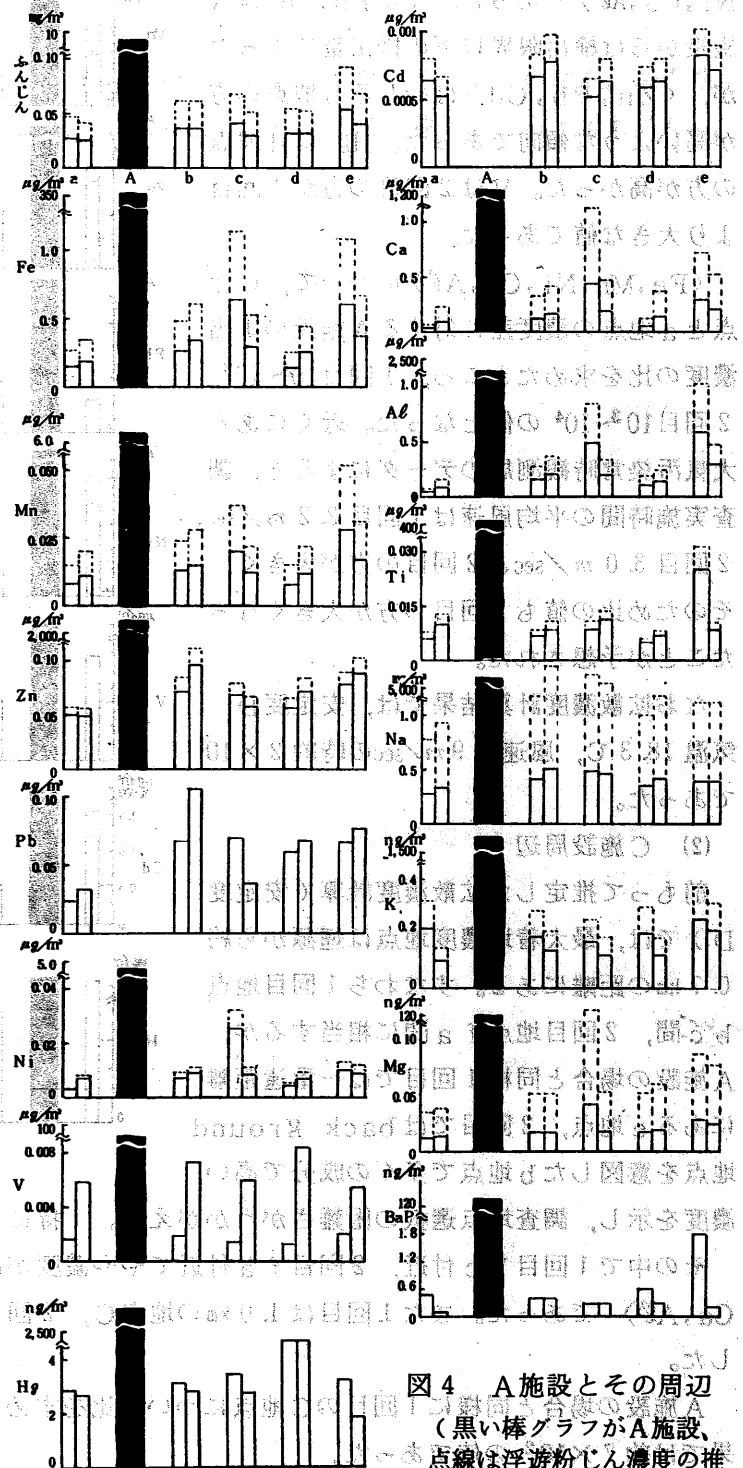


図4 A施設とその周辺
(黒い棒グラフがA施設、点線は浮遊粉じん濃度の推定値、横軸は地点番号)

遠距離にあるe地点でAl, Mn, Tiなどが他地点に比べて高い濃度を示した。おそらく土壌の舞い上がりなどの影響を受けたものと思われるが、本調査のような一発生源から大気汚染物質がどのように拡散していくかを調査する場合のfieldの選択、調査地点の選択の困難さがうかがえた。

その中でe地点を除いて0.9 kmの地点がやや高くなっている成分は、〈Fe, Mn, Ni, Ca, Al〉であった。またPb, CdはA施設からは検出限界以下の排出量であったが、〈Zn, Pb, Cd〉はむしろb地点の方が高いような傾向であった。Hgはd地点の方が高かった。Vは2回目の方が1回目より大きな値であった。

〈Fe, Mn, Ni, Ca, Al〉について、C地点とa地点の濃度差に対するA施設の排出濃度の比を求めたところ、1回目 $10^2 \sim 10^3$ 、2回目 $10^3 \sim 10^4$ の値となった。近くにある大気汚染常時観測局のデータによると、調査実施時間の平均風速は1回目 2.2 m/sec 、2回目 3.0 m/sec と2回目の方が大きく、そのため比の値も2回目の方が大きくなったことが予想された。

なお拡散濃度計算結果では、安定度D、気温 18.3°C 、風速 2.9 m/sec の時約 2×10^3 であった。

(2) C施設周辺

前もって推定した拡散濃度計算(安定度D)では、最大着地濃度地点は煙源から約0.7 kmの距離にある。すなわち1回目地点bc間、2回目地点fa間に相当するが、A施設の場合と同様1回目では一番遠距離にあるe地点、2回目ではback ground地点を意図したb地点で多くの成分で高い濃度を示し、調査地点選択の困難さがうかがえた。(特にPb, HCl)

その中で1回目bc付近、2回目fa付近でやや濃度が高い傾向を示した成分は、〈Fe, Mn, Ni, Ca, Al〉であった。また1回目は1.0 kmの地点C、2回目は0.5 kmの地点fの方がやや高い濃度を示した。

A施設の場合と同様に1回目のC地点について比を求めると $10^3 \sim 10^4$ の値であった。拡散濃度計算結果では約 7×10^2 の値であった。

なおa地点、b地点は1回目、2回目共通した地点である。そこで1回目と2回目の濃度を比較する

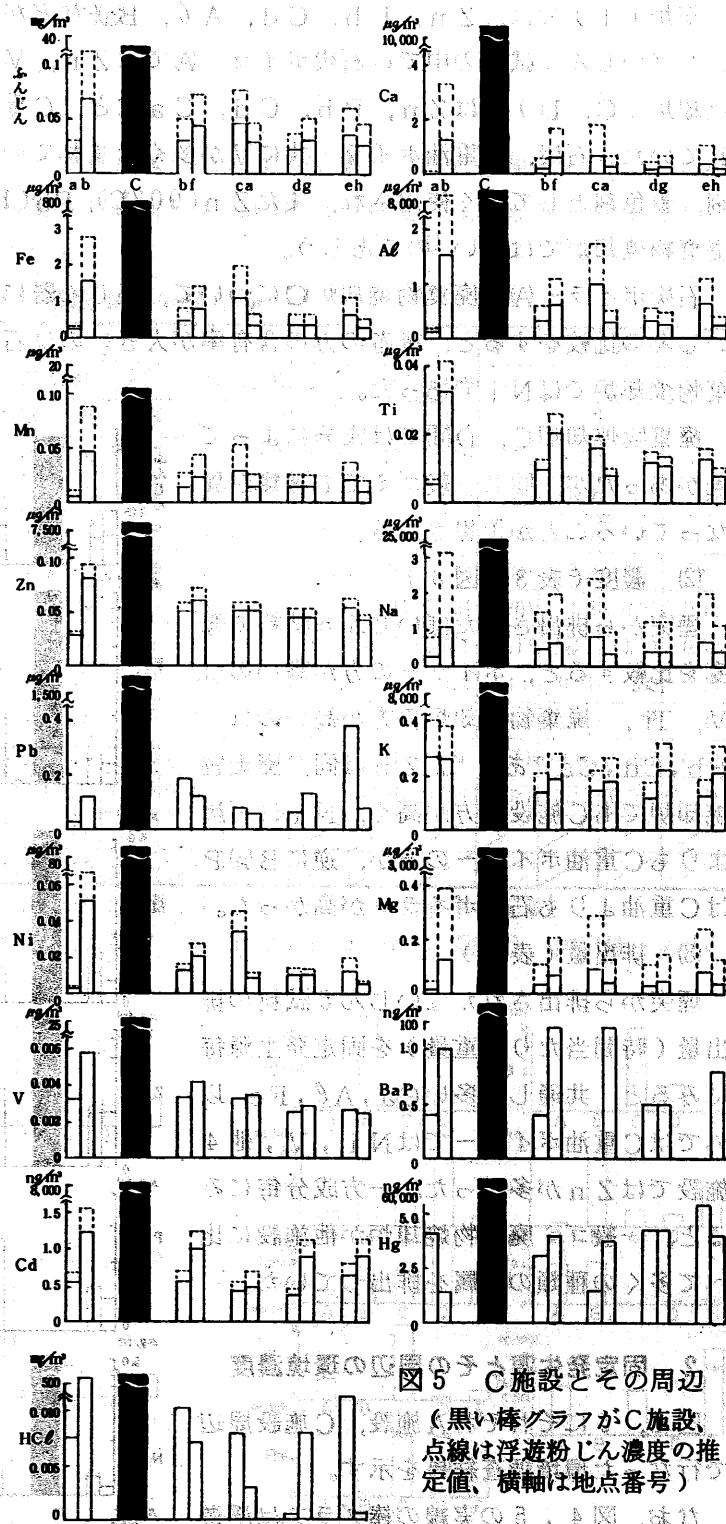


図5 C施設とその周辺
(黒い棒グラフがC施設、点線は浮遊粉じん濃度の推定値、横軸は地点番号)

数施設のばい煙発生施設の試料および石炭ボイラー、廃棄物焼却炉事業場周辺の環境試料を分析し、比較検討を行なった。その結果

(2) 一発生源から大気汚染物質がどのように拡散していくか調査する場合 field の選択、調査地点の選択の困難さがうかがえたが、最大着地濃度地点では大略 $10^2 \sim 10^4$ 倍に稀釈されると思われた。

1) 塚田 進 他：三重県環境科学センター研究報告 5, 25 (1984)

