

大気中浮遊粒子の化学組成に関する研究 (第二報)

— 浮遊粉じん —

Studies on Chemical Compositions of Airborne Particulates
Collected by a High-Volume Air Sampler

瀬戸 義久 小坂 紀生 串田 光祥
Yoshihisa SETO Norio OSAKA Mitsuyoshi KUSHIDA

久保 正弘 納田 徹也 美澤 誠
Masahiro KUBO Tetsuya NŌDA Takeshi MI ZAWA

はじめに

大気中に浮遊する粒子状物質は、風による土砂のまきあげ等、自然現象によるものもあるが、燃焼過程、生産過程、さらに自動車等人工的汚染源から排出される粒子状物質もあり、環境大気に及ぼす影響も大である。近年わが国でも、石油系燃料事情の悪化による、燃料の石炭への転換、また第1報でも述べたように、人体影響などの面からも、大気中の浮遊粒子状物質汚染が改めて問われるようになった。

今回、本県においても、粒子状物質による汚染が、比較的進んでいると考えられる5地域において、浮遊粉じん調査(ハイボリュームエアサンプラーによる調査)を実施し、若干の知見を得たので第2報として報告する。

調査方法

1. 調査地点及び概要

測定地点は県内で粒子状物質汚染が、比較的進んでいると考えられる、高松市(市役所)、坂出市(保健所)、坂出市瀬居町、丸亀市(市役所)、直島町(町役場)の5地点を選定した。なお測定地点の概要は次のとおりである。測定地点は図1に示す。

○高松市役所

本県の中核都市である人口約30万人の高松市の中心部にあり、周辺には主要道路が交叉し、交通量が多い。また約2km北方には高松港があり、その周辺には、造船、機械、鉄工、製鋼等の中規模工場が集中している。

○坂出保健所

人口約6万人の坂出市の中心部にあり、約5km北方には、造船、火力発電、石油精製、コークス製造、アルミニウム製錬、アルミニウム加工等の大規模工場が集中し、番の州工業地帯を形成している。測定地点周辺には、南

方約200mに国道11号線があり、交通量も多い。

○坂出市瀬居町

前述した番の州工業地帯の東に隣接し、その北方及び東方は瀬戸内海に面している。

○丸亀市役所

人口約6万人の丸亀市の中心部にあり、約50m北方に交通量の多い国道11号線がある。また北方約2kmには、化学工場、北西約4kmには造船、化学、合板製造等の中規模工場がある。

○直島町役場

高松市北方13km、岡山県玉野市南方2kmの瀬戸内海上にある、東西2km、南北5kmの島の中心部にある。島内には銅製錬、鉛製錬等の非鉄金属工場が集中しており、測定地点はこれら工場地帯から、南東約2kmである。なお自動車の通行はほとんどない。

2. 調査期間及び調査方法

昭和54年5月から昭和55年2月まで、ハイボリュームエアサンプラーを用いて、1回48時間連続測定を13回実施した。使用フィルターはPALLFLEX TISSUQUARTZ-2500 QASTである。

3. 測定項目

測定項目は、浮遊粉じん量、Fe、Zn、Pb、Cu、Mn、V、Ni、Cr、SO₄、NO₃、ベンゾ(a)ピレン(以後BaPと略す)の12項目である。

4. 分析方法

粉じん量は、48時間捕集後、温度20℃、相対湿度50%に保った部屋で48時間放置し、恒量にしたのち秤量して求めた。

金属分析は、各フィルターからベルトポンチを用いて、直径47mmの円型を切り取り、これをけい光X線分析法¹⁾により分析した。

BaPは、各フィルターの20%を前報で述べた松下らの方法²⁾³⁾⁴⁾で抽出し、これを遠心分離後、上澄液を高

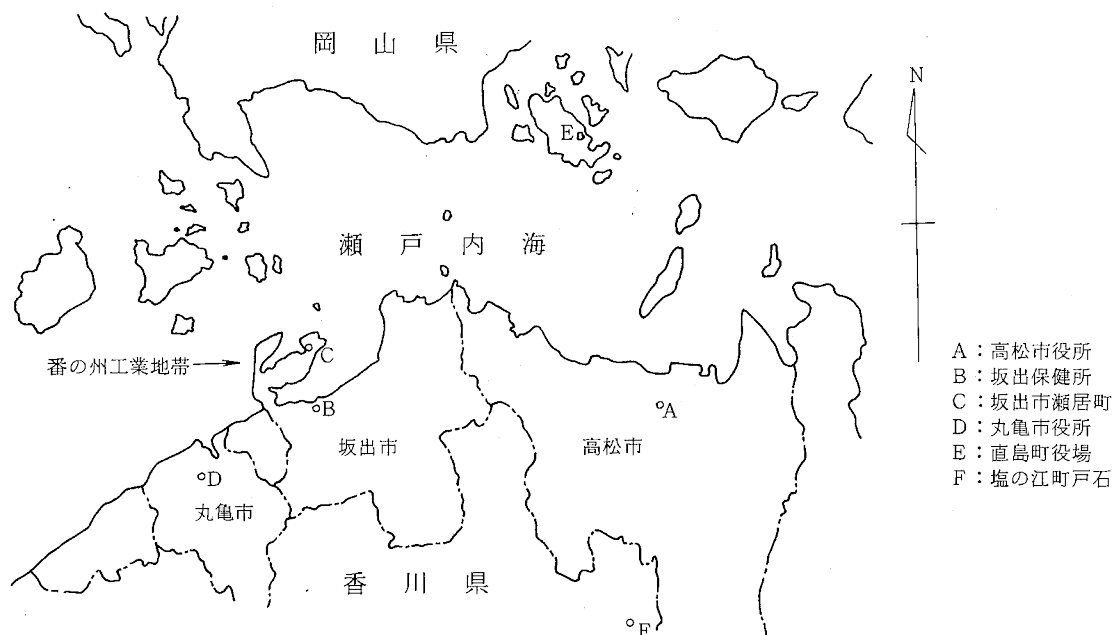


図1. 測定地点の位置

速液体クロマトグラフィー分離し、これを高速液体クロマトグラフィーに接続したけい光分光光度計で定量した。

SO_4^{2-} 、 NO_3^- は、各フィルターの8.5%を常法により加温抽出し、これをイオンクロマトグラフィーで分析した。また常法による分析法は、 SO_4^{2-} は硫酸バリウム比濁法、 NO_3^- はキシレノール法であり、これらとイオンクロマトグラフィー分析法との比較検討については既に報告⁵⁾⁶⁾されているが、今回著者らも両法の比較をし、表1、図2のとおり良好な結果が得られた。なおイオンクロマトグラフィーの分析条件は、表1に示すとおりである。

5. 使用機器

- 試料捕集装置 紀本製ハイボリュームエアサンプラ - 120A型
- けい光X線分析装置 東芝製AFV-777型
- 原子吸光度計 パーキンエルマー 603型
パーキンエルマー AA-5000型
- フレームレス分析装置 パーキンエルマー HGA 500型
- 高速液体クロマトグラフィー 島津製 LC-1型
- けい光分光光度計 島津製 RF 503型
- イオンクロマトグラフィー Dionex製 10型
- 超音波発生器 国際電器 UT-12型

表1. SO_4^{2-} 、 NO_3^- の両分析法の比較

試料No	NO_3^- (ppm)		SO_4^{2-} (ppm)		イオンクロマトグラフィー分析条件
	イオンクロマト法	キシレノール法	イオンクロマト法	比濁法	
1	17.5	14.8	52.5	48.0	イオンクロマトグラフィー: Dionex社製モデル10型 分離カラム : 3mm×500mm 除去カラム : 6mm×250mm 溶離液 : 0.0024M Na_2CO_3 + 0.003M NaHCO_3 流量 : 115ml/hr 試料注入バルブ : 0.1ml
2	32.5	28.8	63.5	58.4	
3	16.5	13.5	57.5	50.0	
4	27.5	21.3	77.0	70.4	
5	20.0	17.8	54.0	53.0	
6	65.5	63.3	122.0	111.6	
7	63.5	63.3	119.0	110.0	
8	26.5	31.8	80.5	81.0	
9	21.0	16.8	92.5	90.4	
10	18.3	18.3	172.5	149.0	

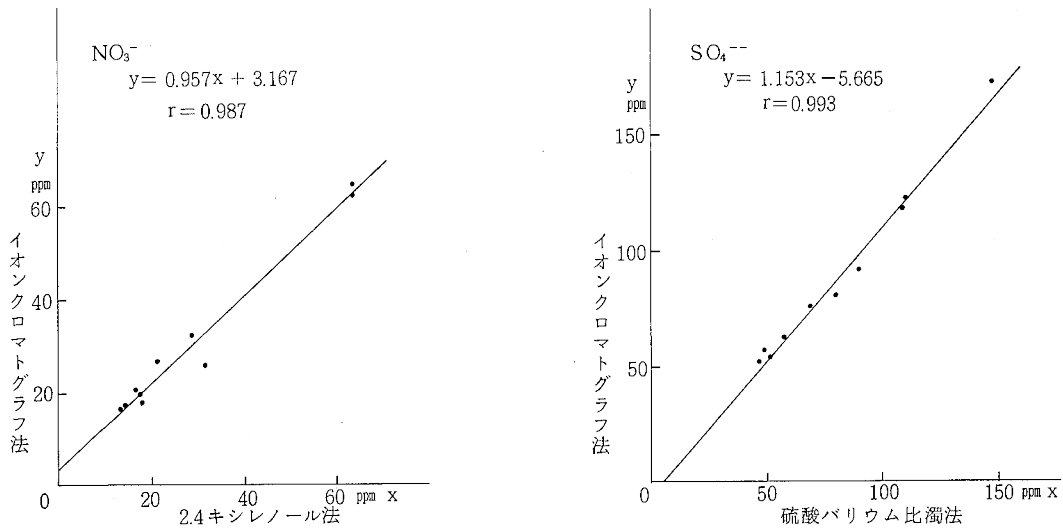


図2. SO_4^{2-} 、 NO_3^- の両分析法の相関

調査結果

調査結果は大気中濃度については表2、図3、表3、また浮遊粉じん中の含有率については表4、図4、表5のとおりである。なお本県におけるバックグラウンド値として、塩江町戸石で昭和51年、昭和52年に測定した2年間の平均値⁸⁾を図3に挿入しておく。

大気中濃度から、各測定項目別に地域間比較をすると次のとおりである。

○浮遊粉じん量

直島町役場が他の測定地点と比べ、約50%程度で極めて低濃度で、バックグラウンド値に近い値であり、年間を通じて濃度の変化は小さい。

○Fe

直島町役場が極めて低く、次いで坂出市瀬居町が低濃度であり、他の3測定地点はほぼ同程度の濃度であった。

○Zn

直島町役場、丸亀市役所が高く、坂出市瀬居町が低濃度であった。また直島町役場では9月から12月の期間に濃度が高くなる傾向がみられた。

○Pb

直島町役場が高く、坂出市瀬居町が低い傾向にあった。

○Cu

サンプラーから排出されるCuが試料と共に捕集される測定法上の問題⁷⁾があるが、直島町役場が年間を通じて濃度の高い傾向がみられた。

○Mn

直島町役場が極めて低く、次いで坂出市瀬居町が低濃度であった。

○V

高松市役所が高く、直島町役場、丸亀市役所が低濃度であった。

○Ni

高松市役所が高く、直島町役場が低濃度であった。

○Cr

坂出保健所、高松市役所が高く、直島町役場が低濃度であった。

○BaP

坂出保健所、坂出市瀬居町が高く、直島町役場は極めて低い値であった。

○ SO_4^{2-}

直島町役場が他の測定地点と比べやや低い値であった。

○ NO_3^-

丸亀市役所が高い傾向にあり、直島町は極めて低く、バックグラウンド値に近い値であった。

表2. 測定結果(年間平均値)

単位：※印は $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 他は ng/m^3 (表の単位は全て同様である)

測定地点	dust※	Fe	Zn	Pb	Cu	Mn	V	Ni	Cr	BaP	SO_4^{2-} ※	NO_3^- ※
高松市役所	99	1510	179	108	110	54	32	13.2	8.4	1.68	9.2	2.6
坂出保健所	105	1630	174	106	153	52	26	10.9	10.2	3.71	10.4	2.7
坂出市瀬居町	85	960	141	89	116	37	23	9.2	5.7	2.68	10.0	2.6
丸亀市役所	90	1350	202	97	85	51	16	9.6	6.1	1.76	10.1	3.9
直島町役場	45	690	225	148	201	29	14	7.2	4.1	0.72	7.3	1.4

A, B, C, D, E, Fは図1に示す測定地点である。

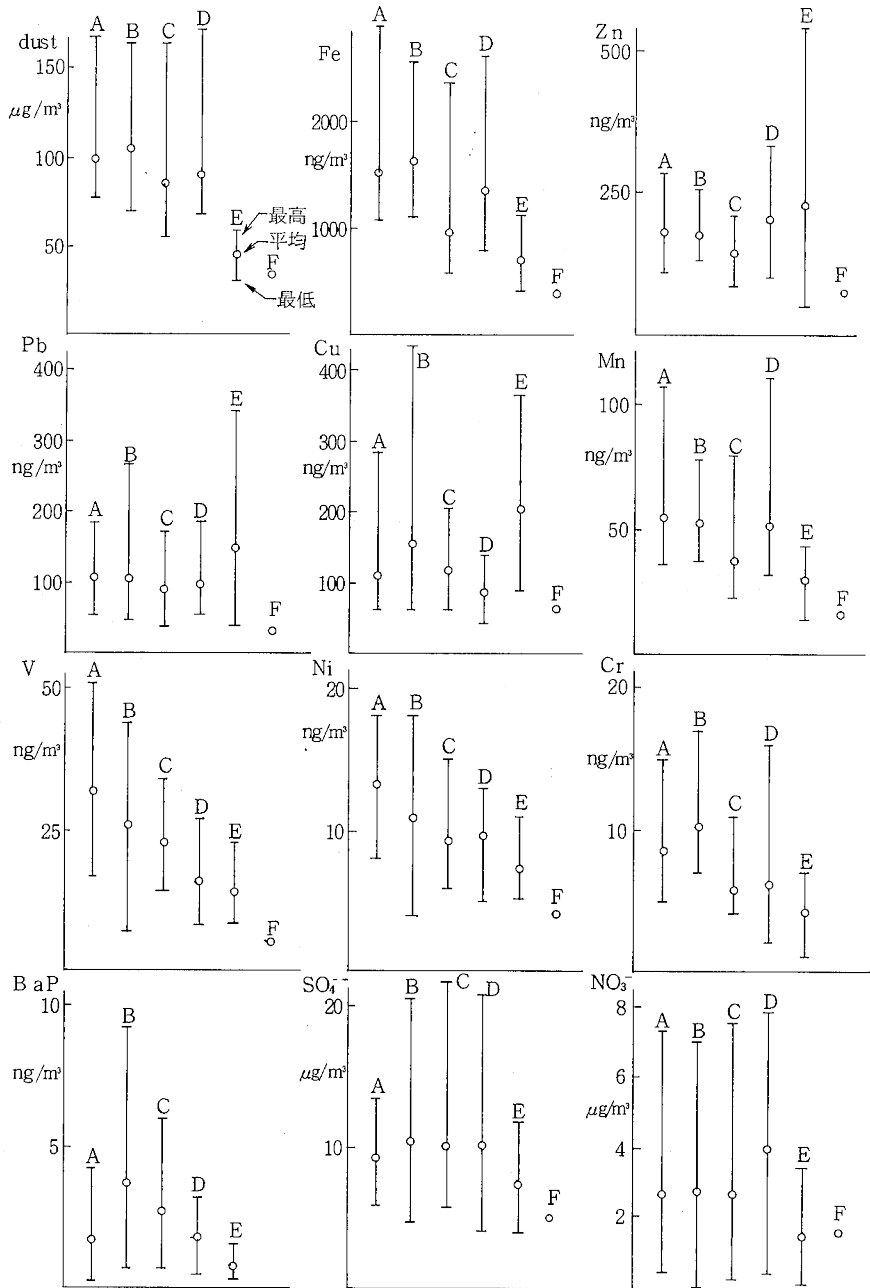


図3. 大気中の各種成分濃度

表3. 測定地点別大気中濃度測定結果

高松市役所		単位：※印は $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 他は全て ng/m^3										
測定期間	dust [※]	Fe	Zn	Pb	Cu	Mn	V	Ni	Cr	BaP	SO ₄ ²⁻ [※]	NO ₃ ⁻ [※]
⁵⁴ 5/16~ 5/18	93	1290	139	64	115	46	17	8	7	0.26	8.4	2.8
6/14~ 6/16	86	1090	162	98	86	42	24	16	9	0.60	6.3	0.6
7/23~ 7/25	86	1150	130	70	97	36	25	12	6	0.45	12.9	0.4
7/30~ 8/1	121	2060	108	54	79	62	29	12	8	0.63	10.7	1.6
8/23~ 8/25	95	1550	218	122	86	65	46	17	8	0.82	10.5	1.3
9/26~ 9/28	77	1070	177	121	193	42	19	10	7	1.11	11.4	0.9
10/22~ 10/25	110	1500	271	126	62	57	41	15	10	2.54	9.5	5.0
10/30~ 11/1	168	2950	285	187	81	107	44	18	15	1.97	13.5	7.3
12/11~ 12/13	100	1470	210	137	103	55	42	14	9	3.16	5.8	1.9
12/25~ 12/27	81	1160	142	94	60	35	19	9	7	2.27	6.0	2.2
⁵⁵ 1/8 ~ 1/10	98	1370	172	137	72	48	51	16	8	4.26	8.7	3.1
1/29~ 1/31	88	1470	161	99	117	55	24	11	10	2.27	7.2	3.7
2/27~ 2/29	85	1530	158	100	284	49	32	13	5	1.56	9.2	2.6
最 高	168	2950	285	187	284	107	51	18	15	4.26	13.5	7.3
最 低	77	1070	108	54	60	35	17	8	5	0.26	5.8	0.4
平 均	99	1510	179	108	110	54	32	13.2	8.5	1.68	9.2	2.6

坂出保健所

測定期間	dust [※]	Fe	Zn	Pb	Cu	Mn	V	Ni	Cr	BaP	SO ₄ ²⁻ [※]	NO ₃ ⁻ [※]
⁵⁴ 5/16~ 5/18	103	1620	156	63	83	52	15	7	10	1.85	9.1	2.1
6/14~ 6/16	112	1370	171	106	143	50	37	18	17	1.75	17.5	1.9
7/23~ 7/25	95	1220	171	115	129	38	44	18	8	1.48	10.1	0.0
7/30~ 8/1	82	1330	129	47	61	41	12	7	10	0.64	20.6	0.6
8/23~ 8/25	84	1430	175	111	101	45	38	14	9	1.30	9.5	2.5
9/26~ 9/28	83	1370	190	124	125	43	26	12	11	2.79	10.7	2.3
10/23~10/25	136	2170	256	120	133	72	33	13	13	9.32	10.0	6.2
10/30~11/1	165	2550	237	269	209	78	26	12	13	5.59	12.6	7.0
12/11~12/13	117	1710	148	102	164	58	14	8	9	5.09	5.3	2.0
12/25~12/27	105	1610	128	79	433	46	17	6	8	3.00	6.7	2.4
⁵⁵ 1/8 ~ 1/10	123	2060	176	96	98	68	22	9	9	8.66	6.7	2.5
1/30~ 2/1	70	1590	152	54	218	37	7	4	7	1.92	4.7	0.7
2/26~ 2/28	86	1110	167	96	90	49	42	14	8	4.83	11.4	4.6
最 高	165	2550	256	269	433	78	44	18	17	9.32	20.6	7.0
最 低	70	1110	128	47	61	37	7	4	7	0.64	4.7	0.0
平 均	105	1630	174	106	153	52	26	10.9	10.2	3.71	10.4	2.7

表3. 測定地点別大気中濃度測定結果

坂出市瀬居町												
測定期間	dust ^{**}	Fe	Zn	Pb	Cu	Mn	V	Ni	Cr	BaP	SO ₄ ^{-**}	NO ₃ ^{-**}
⁵⁴ 5/16~ 5/18	68	950	89	39	70	33	15	7	5	1.26	9.0	2.4
6/14~ 6/16	103	830	210	174	206	42	34	15	9	2.03	21.8	1.0
7/23~ 7/25	62	580	140	118	163	22	20	8	4	0.63	17.5	0.2
7/30~ 8/1	100	910	167	44	59	30	16	8	5	5.18	9.1	0.5
8/23~ 8/25	60	790	136	106	98	27	24	9	4	1.01	7.2	1.8
9/26~ 9/28	56	740	174	94	210	29	14	6	6	0.72	8.5	1.3
10/22~10/24	117	1110	153	85	85	52	19	7	5	3.16	8.9	6.6
10/30~11/1	165	2370	207	149	142	80	34	14	11	6.04	15.2	7.5
12/11~12/13	77	680	83	52	95	31	33	10	5	2.13	6.1	2.1
12/25~12/27	74	1070	109	73	82	34	17	7	4	3.15	5.8	2.0
⁵⁵ 1/8 ~ 1/10	82	1160	108	65	123	41	31	10	4	3.49	7.9	3.1
1/29~ 1/31	82	720	121	74	84	32	20	9	6	3.60	5.7	2.6
2/26~ 2/28	56	600	137	86	100	29	18	9	6	2.44	7.3	3.0
最 高	165	2370	210	174	206	80	34	15	11	6.04	21.8	7.5
最 低	56	580	83	39	59	22	14	6	4	0.63	5.7	0.2
平 均	85	960	141	89	116	37	23	9.2	5.7	2.68	10.0	2.6

丸亀市役所												
測定期間	dust ^{**}	Fe	Zn	Pb	Cu	Mn	V	Ni	Cr	BaP	SO ₄ ^{-**}	NO ₃ ^{-**}
⁵⁴ 5/16~ 5/18	75	1390	164	71	89	51	16	15	7	0.57	10.2	11.0
6/14~ 6/16	101	1330	290	123	121	59	25	12	5	2.15	19.8	0.4
7/23~ 7/25	90	1060	214	126	141	33	27	13	3	1.40	20.9	0.5
7/30~ 8/1	83	1580	282	52	62	50	11	9	7	0.44	9.6	2.5
8/23~ 8/25	90	1440	232	117	101	54	21	11	5	0.85	9.8	3.5
9/26~ 9/28	76	1240	233	107	112	48	10	8	7	1.03	9.3	2.4
10/23~10/25	100	1290	257	82	80	56	14	9	6	1.36	9.2	5.4
10/30~11/1	172	2620	333	186	84	111	20	13	16	1.82	12.9	7.8
12/11~12/13	79	870	96	54	61	32	8	5	2	3.19	3.8	3.3
12/25~12/27	71	1230	97	65	41	37	8	5	3	2.26	4.6	2.6
⁵⁵ 1/8 ~ 1/10	79	790	113	82	62	33	11	6	3	3.02	6.0	3.0
1/29~ 1/31	78	1230	130	80	46	46	19	9	7	1.64	5.7	4.0
2/26~ 2/28	72	1420	187	114	100	58	21	10	8	3.16	9.1	4.4
最 高	172	2620	333	186	141	111	27	13	16	3.19	20.9	7.8
最 低	71	790	96	52	41	32	8	5	2	0.44	3.8	0.4
平 均	90	1350	202	97	85	51	16	9.6	6.1	1.76	10.1	3.9

表3. 測定地点別大気中濃度測定結果

直島町役場												
測定期間	dust ^{**}	Fe	Zn	Pb	Cu	Mn	V	Ni	Cr	BaP	SO ₄ ²⁻ **	NO ₃ ⁻ **
⁵⁴ 5/16～ 5/18	45	930	157	242	362	35	12	7	3	0.61	7.4	1.1
6/14～ 6/16	48	370	69	51	335	18	12	7	4	0.37	9.9	0.5
7/30～ 8/1	59	680	109	36	89	29	23	11	5	0.28	9.9	0.1
8/23～ 8/25	38	550	49	44	87	21	11	5	1	0.29	4.5	0.3
9/26～ 9/28	29	390	300	70	123	16	8	6	4	0.26	11.9	0.3
10/22～10/24	51	800	540	173	164	43	17	8	5	0.75	6.7	2.6
12/11～12/13	36	370	256	140	190	13	13	5	3	1.11	3.8	1.2
12/25～12/27	44	1080	384	269	220	43	15	8	5	1.50	5.6	1.6
⁵⁵ 1/29～ 1/31	50	1120	226	341	304	38	18	8	7	0.78	6.2	2.7
2/26～ 2/28	46	640	159	114	136	29	15	7	4	1.26	6.9	3.4
最 高	59	1120	540	341	362	43	23	11	7	1.50	11.9	3.4
最 低	29	370	49	36	87	13	8	5	1	0.26	3.8	0.1
平 均	45	690	225	148	201	29	14	7.2	4.1	0.72	7.3	1.4

また浮遊粉じん中の各種成分の含有率について、測定項目別に地域間比較をすると次のとおりである。

○ Fe

坂出市瀬居町が1.14%で極めて低く、他の4測定地点は約1.5%程度でほとんど差がみられなかった。

○ Zn

直島町役場が0.52%と極めて高く、次いで丸亀市役所が0.25%で高く、他の3測定地点は約0.17%の含有率で差はみられなかった。また直島町役場では9月から12月に高い値がみられ、特に9月、10月には1%を超える高い含有率であった。

○ Pb

直島町役場だけが、他の4測定地点の約0.11%と比べ、約3倍の0.33%で極めて高い値であり、含有率が0.6%を超える時があった。

○ Cu

前述したとおり、測定法上の問題はありますが、直島町役場が極めて高く、他の測定地点と比べ3～4倍高い値であった。

○ Mn

直島町役場がやや高く、坂出市瀬居町がやや低い傾向があったが、各測定地点間の含有率の差は小さかった。

○ V

直島町役場、高松市役所がやや高く、丸亀市役所がやや低い値であった。

○ Ni

直島町役場が高く、次いで高松市役所がやや高く、他の3測定地点はともに約0.11%で差はみられなかった。

○ Cr

丸亀市役所、坂出市瀬居町がやや低い傾向があった。

○ BaP

坂出地域の坂出保健所、坂出市瀬居町の2測定地点が他地域の測定地点と比べ高い値であった。

○ SO₄²⁻

直島町役場が極めて高く、高松市役所はやや低い値であった。

○ NO₃⁻

丸亀市役所が極めて高く、特に5月に14%の高含有率がみられた。高松市役所、坂出保健所がやや低い傾向であった。

表4. 浮遊粉じん中の各種成分の含有率(年間平均値)

単位: %

測定地点	dust	Fe	Zn	Pb	Cu	Mn	V	Ni	Cr	BaP	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
高松市役所	100	1.51	0.183	0.111	0.120	0.054	0.032	0.0135	0.0085	0.0017	9.5	2.5
坂出保健所	100	1.57	0.170	0.100	0.130	0.050	0.025	0.0108	0.0099	0.0034	10.4	2.4
坂出市瀬居町	100	1.14	0.177	0.112	0.153	0.044	0.028	0.0114	0.0070	0.0031	12.4	3.0
丸亀市役所	100	1.51	0.255	0.108	0.098	0.057	0.018	0.0110	0.0067	0.0021	11.3	4.5
直島町役場	100	1.55	0.528	0.333	0.456	0.063	0.032	0.0162	0.0092	0.0017	17.0	3.0

A, B, C, D, Eは図1に示す地点である。

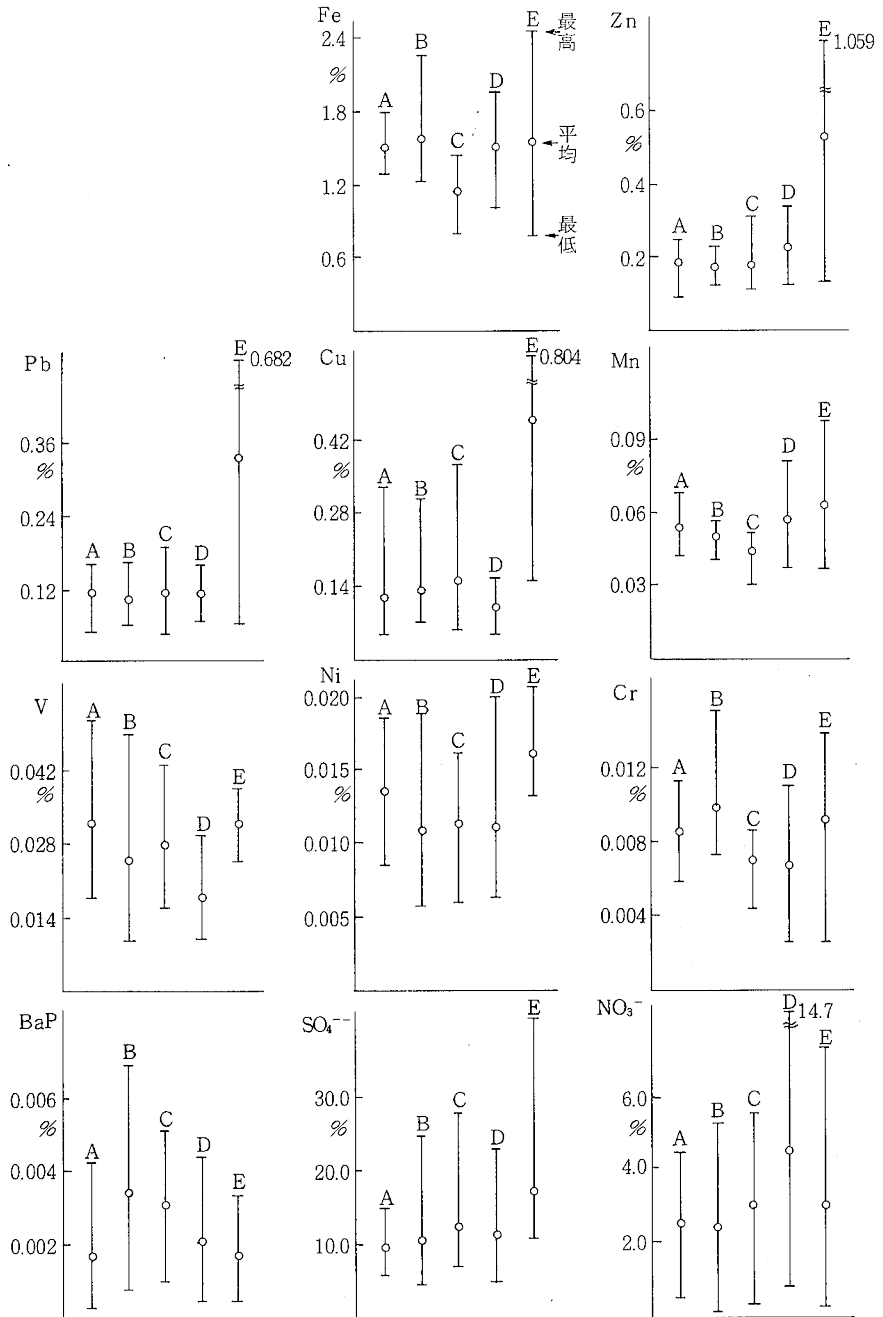


図4. 浮遊粉じん中の各種成分の含有率

表 5. 測定地点別各種成分含有率測定結果

高松市役所		単位：%										
測定期間	dust	Fe	Zn	Pb	Cu	Mn	V	Ni	Cr	BaP	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
54 5/16~ 5/18	100	1.39	0.149	0.069	0.124	0.049	0.018	0.0086	0.0075	0.0003	9.0	3.0
6/14~ 6/16	100	1.27	0.188	0.114	0.100	0.049	0.028	0.0186	0.0105	0.0007	7.3	0.7
7/23~ 7/25	100	1.34	0.151	0.081	0.113	0.042	0.029	0.0140	0.0070	0.0005	15.0	0.5
7/30~ 8/1	100	1.70	0.089	0.045	0.065	0.051	0.024	0.0099	0.0066	0.0005	8.8	1.3
8/23~ 8/25	100	1.63	0.229	0.128	0.091	0.068	0.048	0.0179	0.0084	0.0009	11.1	1.4
9/26~ 9/28	100	1.39	0.230	0.157	0.251	0.055	0.025	0.0130	0.0091	0.0014	14.8	1.2
10/22~10/25	100	1.36	0.246	0.115	0.056	0.052	0.037	0.0136	0.0091	0.0023	8.6	4.5
10/30~11/1	100	1.76	0.170	0.111	0.048	0.064	0.026	0.0107	0.0089	0.0012	8.0	4.3
12/11~12/13	100	1.47	0.210	0.137	0.103	0.055	0.042	0.0140	0.0090	0.0032	5.8	1.9
12/25~12/27	100	1.43	0.175	0.116	0.074	0.043	0.023	0.0111	0.0086	0.0028	7.4	2.7
55 1/8 ~ 1/10	100	1.40	0.176	0.140	0.073	0.049	0.052	0.0163	0.0082	0.0043	8.9	3.2
1/29~ 1/31	100	1.67	0.183	0.113	0.133	0.063	0.027	0.0125	0.0114	0.0026	8.2	4.2
2/27~ 2/29	100	1.80	0.186	0.118	0.334	0.058	0.038	0.0153	0.0059	0.0018	10.8	3.1
最 高		1.80	0.246	0.157	0.334	0.068	0.052	0.0186	0.0114	0.0043	15.0	4.5
最 低		1.27	0.089	0.045	0.048	0.042	0.018	0.0086	0.0059	0.0003	5.8	0.5
平 均		1.51	0.183	0.111	0.120	0.054	0.032	0.0135	0.0085	0.0017	9.5	2.5

坂出保健所

測定期間	dust	Fe	Zn	Pb	Cu	Mn	V	Ni	Cr	BaP	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
54 5/16~ 5/18	100	1.57	0.151	0.061	0.081	0.050	0.015	0.0068	0.0097	0.0018	8.8	2.0
6/14~ 6/16	100	1.22	0.153	0.095	0.128	0.045	0.033	0.0161	0.0152	0.0016	15.6	1.7
7/23~ 7/25	100	1.28	0.180	0.121	0.136	0.040	0.046	0.0189	0.0084	0.0016	10.6	0.0
7/30~ 8/1	100	1.62	0.157	0.057	0.074	0.050	0.015	0.0085	0.0122	0.0008	25.1	0.7
8/23~ 8/25	100	1.70	0.208	0.132	0.120	0.054	0.045	0.0167	0.0107	0.0015	11.3	3.0
9/26~ 9/28	100	1.65	0.229	0.149	0.151	0.052	0.031	0.0145	0.0133	0.0034	12.9	2.8
10/23~10/25	100	1.60	0.188	0.088	0.098	0.053	0.024	0.0096	0.0096	0.0069	7.4	4.6
10/30~11/1	100	1.55	0.144	0.163	0.127	0.047	0.016	0.0073	0.0079	0.0034	7.6	4.2
12/11~12/13	100	1.46	0.126	0.087	0.140	0.050	0.012	0.0068	0.0077	0.0044	4.5	1.7
12/25~12/27	100	1.53	0.122	0.075	0.141	0.044	0.016	0.0057	0.0076	0.0029	6.4	2.3
55 1/8 ~ 1/10	100	1.67	0.143	0.078	0.080	0.055	0.018	0.0073	0.0073	0.0070	5.4	2.0
1/30~ 2/1	100	2.27	0.217	0.077	0.311	0.053	0.010	0.0057	0.0100	0.0027	6.7	1.0
2/26~ 2/28	100	1.29	0.194	0.112	0.105	0.057	0.049	0.0163	0.0093	0.0056	13.3	5.3
最 高		2.27	0.229	0.163	0.311	0.057	0.049	0.0189	0.0152	0.0070	25.1	5.3
最 低		1.22	0.122	0.057	0.074	0.040	0.010	0.0057	0.0073	0.0008	4.5	0.0
平 均		1.57	0.170	0.100	0.130	0.050	0.025	0.0108	0.0099	0.0034	10.4	2.4

表 5. 測定地点別各種成分含有率測定結果

坂出市瀬居町												
測定期間	dust	Fe	Zn	Pb	Cu	Mn	V	Ni	Cr	BaP	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
⁵⁴ 5/16～5/18	100	1.40	0.131	0.057	0.103	0.049	0.022	0.0103	0.0074	0.0019	13.2	3.5
6/14～6/16	100	0.81	0.204	0.169	0.200	0.041	0.033	0.0146	0.0087	0.0020	21.2	1.0
7/23～7/25	100	0.94	0.226	0.190	0.263	0.035	0.032	0.0129	0.0065	0.0010	28.2	0.3
7/30～8/1	100	0.91	0.167	0.044	0.059	0.030	0.016	0.0080	0.0050	0.0052	9.1	0.5
8/23～8/25	100	1.32	0.227	0.177	0.163	0.045	0.040	0.0150	0.0067	0.0017	12.0	3.0
9/26～9/28	100	1.32	0.311	0.168	0.375	0.052	0.025	0.0107	0.0107	0.0013	15.2	2.3
10/22～10/24	100	0.95	0.131	0.073	0.073	0.044	0.016	0.0060	0.0043	0.0027	7.6	5.6
10/30～11/1	100	1.44	0.125	0.090	0.086	0.048	0.021	0.0085	0.0067	0.0037	9.2	4.5
12/11～12/13	100	0.88	0.108	0.068	0.123	0.040	0.043	0.0130	0.0065	0.0028	7.9	2.7
12/25～12/27	100	1.45	0.147	0.099	0.111	0.046	0.023	0.0095	0.0054	0.0043	7.8	2.7
⁵⁵ 1/8～1/10	100	1.41	0.132	0.079	0.150	0.050	0.038	0.0122	0.0049	0.0043	9.6	3.8
1/29～1/31	100	0.88	0.148	0.090	0.102	0.039	0.024	0.0110	0.0073	0.0044	7.0	3.2
2/26～2/28	100	1.07	0.245	0.154	0.179	0.052	0.032	0.0161	0.0107	0.0044	13.0	5.4
最 高		1.45	0.311	0.190	0.375	0.052	0.043	0.0161	0.0107	0.0052	28.2	5.6
最 低		0.81	0.108	0.044	0.059	0.030	0.016	0.0060	0.0043	0.0010	7.0	0.3
平 均		1.14	0.177	0.112	0.153	0.044	0.028	0.0114	0.0070	0.0031	12.4	3.0

丸亀市役所												
測定期間	dust	Fe	Zn	Pb	Cu	Mn	V	Ni	Cr	BaP	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
⁵⁴ 5/16～5/18	100	1.85	0.219	0.095	0.119	0.068	0.021	0.0200	0.0093	0.0008	13.6	14.7
6/14～6/16	100	1.32	0.287	0.122	0.120	0.058	0.025	0.0119	0.0050	0.0021	19.6	0.4
7/23～7/25	100	1.18	0.238	0.140	0.157	0.037	0.030	0.0144	0.0033	0.0016	23.2	0.6
7/30～8/1	100	1.90	0.340	0.063	0.075	0.060	0.013	0.0108	0.0084	0.0005	11.6	3.0
8/23～8/25	100	1.60	0.258	0.130	0.112	0.060	0.023	0.0122	0.0056	0.0009	10.9	3.9
9/26～9/28	100	1.63	0.307	0.141	0.147	0.063	0.013	0.0105	0.0092	0.0014	12.2	3.2
10/23～10/25	100	1.29	0.257	0.082	0.080	0.056	0.014	0.0090	0.0060	0.0014	9.2	5.4
10/30～11/1	100	1.52	0.194	0.108	0.049	0.065	0.012	0.0076	0.0093	0.0011	7.5	4.5
12/11～12/13	100	1.10	0.122	0.068	0.077	0.041	0.010	0.0063	0.0025	0.0040	4.8	4.2
12/25～12/27	100	1.73	0.137	0.092	0.058	0.052	0.011	0.0070	0.0042	0.0032	6.5	3.7
⁵⁵ 1/8～1/10	100	1.00	0.143	0.104	0.078	0.042	0.014	0.0076	0.0038	0.0038	7.6	3.8
1/29～1/31	100	1.58	0.167	0.103	0.059	0.059	0.024	0.0115	0.0090	0.0021	7.3	5.1
2/26～2/28	100	1.97	0.260	0.158	0.139	0.081	0.029	0.0139	0.0111	0.0044	12.6	6.1
最 高		1.97	0.340	0.158	0.157	0.081	0.030	0.0200	0.0111	0.0044	23.2	14.7
最 低		1.00	0.122	0.063	0.049	0.037	0.010	0.0063	0.0025	0.0005	4.8	0.4
平 均		1.51	0.225	0.108	0.098	0.057	0.018	0.0110	0.0067	0.0021	11.3	4.5

表 5. 測定地点別各種成分含有率測定結果

…:危険率1%で有意 *:危険率5%で有意

直島町役場		dust	Fe	Zn	Pb	Cu	Mn	V	Ni	Cr	BaP	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
5/16～ 5/18	100	2.07	0.349	0.538	0.804	0.078	0.027	0.0156	0.0067	0.0014	16.4	2.4	
6/14～ 6/16	100	0.77	0.144	0.106	0.698	0.038	0.025	0.0146	0.0083	0.0008	20.6	1.0	
7/30～ 8/1	100	1.15	0.185	0.061	0.151	0.049	0.039	0.0186	0.0085	0.0005	16.8	0.2	
8/23～ 8/25	100	1.45	0.129	0.116	0.229	0.055	0.029	0.0132	0.0026	0.0008	11.8	0.8	
9/26～ 9/28	100	1.34	1.034	0.241	0.424	0.055	0.028	0.0207	0.0138	0.0009	41.0	1.0	
10/22～ 10/24	100	1.57	1.059	0.339	0.322	0.084	0.033	0.0157	0.0098	0.0015	13.1	5.1	
12/11～ 12/13	100	1.03	0.711	0.389	0.528	0.036	0.036	0.0139	0.0083	0.0031	10.6	3.3	
12/25～ 12/27	100	2.45	0.873	0.611	0.500	0.098	0.034	0.0182	0.0114	0.0034	12.7	3.6	
5/1/29～ 1/31	100	2.24	0.452	0.682	0.608	0.076	0.036	0.0160	0.0140	0.0016	12.4	5.4	
2/26～ 2/28	100	1.39	0.346	0.248	0.296	0.063	0.033	0.0152	0.0087	0.0027	15.0	7.4	
最 高		2.45	1.059	0.682	0.804	0.098	0.039	0.0207	0.0140	0.0034	41.0	7.4	
最 低		0.77	0.129	0.061	0.151	0.036	0.025	0.0132	0.0026	0.0005	10.6	0.2	
平 均		1.55	0.528	0.333	0.456	0.063	0.032	0.0162	0.0092	0.0017	17.0	3.0	

表 6. 測定地点別の各測定項目間の相関

高松市役所

dust	dust	Fe	Zn	Pb	Cu	Mn	V	Ni	Cr	BaP	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
dust	1.000	0.955**	0.587*	0.532	-0.339	0.928**	0.504	0.541	0.824**	0.129	0.484	0.757**
Fe		1.000	0.503	0.489	-0.148	0.953**	0.464	0.486	0.746**	0.083	0.495	0.731**
Zn			1.000	0.867**	-0.187	0.685**	0.643*	0.666*	0.728**	0.374	0.234	0.692**
Pb				1.000	-0.085	0.645*	0.680*	0.679*	0.692**	0.585*	0.170	0.621*
Cu					1.000	-0.173	-0.240	-0.243	-0.461	-0.182	0.094	-0.163
Mn						1.000	0.551	0.603*	0.839**	0.110	0.468	0.753**
V							1.000	0.836**	0.416	0.595*	0.179	0.417
Ni								1.000	0.558*	0.292	0.237	0.338
Cr									1.000	0.268	0.196	0.766**
BaP										1.000	-0.334	0.427
SO ₄ ²⁻											1.000	0.219
NO ₃ ⁻												1.000

坂出保健所

dust	dust	Fe	Zn	Pb	Cu	Mn	V	Ni	Cr	BaP	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
dust	1.000	0.858**	0.654*	0.745**	0.164	0.928**	0.091	0.165	0.524	0.666*	0.004	0.723**
Fe		1.000	0.640*	0.625*	0.213	0.884**	-0.241	-0.207	0.294	0.691**	-0.226	0.671*
Zn			1.000	0.719**	-0.172	0.708**	0.428	0.446	0.512	0.625*	0.033	0.785**
Pb				1.000	0.103	0.648*	0.343	0.405	0.422	0.348	0.083	0.705**
Cu					1.000	-0.016	-0.277	-0.334	-0.149	-0.004	-0.393	0.071
Mn						1.000	0.047	0.062	0.436	0.833**	-0.076	0.814**
V							1.000	0.943**	0.269	0.083	0.244	0.264
Ni								1.000	0.485	0.005	0.388	0.181
Cr									1.000	0.139	0.584*	0.388
BaP										1.000	-0.323	0.681*
SO ₄ ²⁻											1.000	0.012
NO ₃ ⁻												1.000

表 6. 測定地点別の各測定項目間の相関

坂出市瀬居町

** : 危険率 1% で有意 * : 危険率 5% で有意

	dust	Fe	Zn	Pb	Cu	Mn	V	Ni	Cr	BaP	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
dust	1.000	0.855**	0.568*	0.397	0.020	0.926**	0.500	0.594*	0.719**	0.786**	0.388	0.720**
Fe		1.000	0.407	0.313	0.019	0.936**	0.415	0.457	0.630*	0.706**	0.211	0.765**
Zn			1.000	0.778**	0.599*	0.499	0.217	0.519	0.738**	0.297	0.684**	0.200
Pb				1.000	0.737**	0.431	0.498	0.698**	0.680**	-0.018	0.801**	0.166
Cu					1.000	0.107	0.308	0.381	0.447	-0.343	0.669*	-0.159
Mn						1.000	0.512	0.567*	0.742**	0.676*	0.306	0.863**
V							1.000	0.871**	0.500	0.267	0.416	0.281
Ni								1.000	0.768**	0.367	0.633*	0.243
Cr									1.000	0.448	0.570*	0.463
BaP										1.000	-0.042	0.547
SO ₄ ²⁻											1.000	-0.055
NO ₃ ⁻												1.000

丸亀市役所

	dust	Fe	Zn	Pb	Cu	Mn	V	Ni	Cr	BaP	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
dust	1.000	0.825**	0.686**	0.772**	0.151	0.879**	0.340	0.420	0.754**	-0.067	0.378	0.274
Fe		1.000	0.710**	0.661*	0.064	0.954**	0.275	0.512	0.930**	-0.296	0.240	0.457
Zn			1.000	0.631*	0.516	0.726**	0.456	0.586*	0.637*	-0.475	0.646*	0.026
Pb				1.000	0.582*	0.745**	0.669*	0.561*	0.645*	0.013	0.602*	0.061
Cu					1.000	0.129	0.669*	0.617*	0.055	-0.212	0.844**	-0.211
Mn						1.000	0.328	0.507	0.939**	-0.148	0.262	0.467
V							1.000	0.763**	0.239	-0.111	0.800**	-0.090
Ni								1.000	0.492	-0.512	0.724**	0.419
Cr									1.000	-0.230	0.146	0.547
BaP										1.000	-0.268	-0.232
SO ₄ ²⁻											1.000	-0.248
NO ₃ ⁻												1.000

直島町役場

	dust	Fe	Zn	Pb	Cu	Mn	V	Ni	Cr	BaP	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
dust	1.000	0.458	-0.057	0.141	0.153	0.572	0.883**	0.856**	0.527	-0.003	0.070	0.242
Fe		1.000	0.328	0.849*	0.351	0.914**	0.463	0.471	0.559	0.414	-0.287	0.487
Zn			1.000	0.436	-0.067	0.517	0.085	0.094	0.423	0.433	0.119	0.435
Pb				1.000	0.581*	0.694*	0.179	0.115	0.551	0.562	-0.405	0.578*
Cu					1.000	0.224	-0.136	-0.022	0.255	0.124	-0.011	0.145
Mn						1.000	0.525	0.564	0.560	0.409	-0.200	0.562
V							1.000	0.860**	0.604*	0.134	-0.061	0.263
Ni								1.000	0.668*	-0.050	0.371	0.068
Cr									1.000	0.244	0.239	0.468
BaP										1.000	-0.580	0.680*
SO ₄ ²⁻											1.000	-0.384
NO ₃ ⁻												1.000

考 察

大気中濃度及び浮遊粉じん中の含有率の調査結果から測定地点別の地域特性は次のとおりである。

○高松市役所

大気中濃度，含有率ともにV，Niが高く，次いでCrがやや高い傾向があり， SO_4^{2-} はともにやや低く，BaPは含有量が極めて低い値であった。また各測定項目間の濃度の相関をみると，浮遊粉じん量，Fe，Mn，Cr， NO_3^- が相互により相関関係がみられた。

○坂出保健所

BaPが大気中濃度，含有率ともに高く，次いでCrがやや高い傾向があるが，他の測定項目については高濃度はみられなかった。また各測定項目間の濃度の相関をみると，浮遊粉じん量，Fe，Zn，Pb，Mn， NO_3^- ，BaPが相互により相関関係がみられた。

○坂出市瀬居町

BaPが大気中濃度，含有率ともに高く，Feはともに極めて低く，Mnもやや低い値であった。また各測定項目間の濃度の相関をみると，浮遊粉じん量，Fe，Mn，Crが相互により相関関係がみられた。

○丸亀市役所

Zn， NO_3^- が大気中濃度，含有率ともに高く，Vがともに低い値であった。また各測定項目間の濃度の相関をみると浮遊粉じん量，Fe，Zn，Pb，Mn，Crが相互により相関関係がみられた。

○直島町役場

浮遊粉じん量は極めて低濃度であるが，Zn，Pb，Cuが大気中濃度，含有量ともに高い値であり，BaPはともに低い値であった。また大気中濃度は，Zn，Pb，Cu以外の測定項目は極めて低く，中でも，浮遊粉じん量， NO_3^- はバックグラウンド値に近い値であった。各測定項目間の濃度の相関については，相互に4項目以上のよい相関関係が得られるものはなかった。

以上のことから，坂出保健所，坂出市瀬居町の坂出地域がBaPが高いことがわかった。このことは坂出市に本県の中心的臨海工業地帯が立地していることを考え合わせ，今後さらに検討する必要がある。また，BaPと他の測定項目間との濃度の相関については，高松市役所で，Pb，V，坂出保健所で，浮遊粉じん，Fe，Zn，Mn， NO_3^- ，坂出市瀬居町で，浮遊粉じん，Fe，Mn，直島町役場で NO_3^- が良い相関関係がみられ，丸亀市役所は全ての測定項目について相関関係はよくなかった。このことはBaPの発生源を推定するうえでも重要なことと考えられる。

直島町役場はZn，Pb，Cuが大気中濃度，含有率ともに他の測定地点と比較して高いことは，同町の北西部一

帯が非鉄金属精錬工場を中心とした臨海工業地帯を形成していることから，これによる影響と考えられる。

また各測定地点における各測定項目間の濃度の相関をみると，全ての測定地点において，FeとMn，VとNi，が0.7以上のよい相関関係がみられた。Fe，Mnについては従来より周辺土壌からの影響を受けやすいといわれており，坂出市瀬居町がFe，Mnの含有率が低いのは，測定地点の周辺が，広範囲な埋立て地の中にあることから，この埋立て土壌の地質によるものと推察される。V，Niについては，ともに石油製品である重油，アスファルトに多量に含有されていることから，重油焼却や道路に使用されているアスファルトに起因するものと考えられる。

また各測定項目間の濃度の相関は，高松市役所，坂出保健所，丸亀市役所の都市部で多項目間により相関関係があることも，都市部の環境を考えるうえで興味深く，今後検討していきたい。

終わりに，本研究にあたり，BaPの分析法および調査方法について御指導いただいた国立公衆衛生院松下秀鶴博士に感謝いたします。

文 献

- 1) 瀬戸義久，日野康良，小坂紀生，久保正弘，納田徹也：けい光X線による浮遊粉じん中の重金属分析の検討，香川県公害研究センター所報，3，33，(1978)
- 2) 松下秀鶴，嵐谷奎一，半田隆：超音波抽出法を用いた大気浮遊粉じん中ベンゾ(a)ピレンの簡易微量分析法，分析化学，25，4，263.(1976)
- 3) 松下秀鶴，大塚富士雄，山田周：大気浮遊粉じん中のベンゾ(a)ピレンの簡易微量分析法，分析化学，26，7，488 (1977)
- 4) 松下秀鶴，大塚富士雄，飯田耕治，石坂実，江阪忍，北村寿郎，菅井隆一，太田進：環境大気中のベンゾ(a)ピレン分析のクロスチェック，第19回大気汚染学会講演要旨集，150.(1977)
- 5) 貴船育英，渋谷信雄，乃川紀久雄，岩谷美江，斉藤浩子，鈴木俊雄：イオンクロマトグラフィーの環境分析への応用第3報，第19回大気汚染学会講演要旨集，162.(1977)
- 6) 乃川紀久雄，斉藤浩子：イオンクロマトグラフィーの環境分析への応用第4報，分析化学講演要旨集，594.(1978)
- 7) 永見康二，村村富美雄：市販ハイボリュームエアサンプラーによる大気中の銅の定量の問題点，大気汚染研究，8，5，36.(1973)