

大気中浮遊粒子の化学組成に関する研究（第8報）

浮遊粒子状物質（V）

Studies on Chemical Compositions of Airborne Particulates Collected by the 10 μ m cutoff Low-Volume Air Sampler(V)

瀬戸 義久 久保 正弘
Yoshihisa SETO Masahiro KUBO

本県では、昭和54年から、臨海部と島しょ部において、浮遊粒子状物質（以後、SPMと略す）およびその中に含有される化学物質の調査をおこなってきた^{1～5,7)}。昭和59年度はSPMによる大気汚染現象を広域的に把握するため、測定地点として、新しく内陸部に2測定地点を追加し、年間を通した同時調査を実施した。またSPMに含有されている化学物質も従前から調査しているベンゾ(a)ピレン（以後、Bapと略す）、SO₄²⁻、NO₃に新しくCl⁻を分析項目に追加した。その結果、臨海部から内陸部にかけて、全項目とも濃度の減少がみられ、特にBap、NO₃、Cl⁻はその傾向が顕著であった。また山間部のSPM濃度は島しょ部の濃度と同じで、都市部の70%程度であった。項目別にみると、Bap、NO₃、Cl⁻は都市部で濃度が高く、かつ調査地点間の濃度変動の相関がよいことから、これらによる汚染は都市に共通する汚染形態と考えられた。一方、SPMとSO₄²⁻はすべての地点間の濃度差が、前記3項目に比べて少なく濃度変動も同様であることから、広域的汚染を示唆していることが推察された。

はじめに

大気中の浮遊粒子は、粒径の大きさ、含有する有害化学物質の違いによって、環境におよぼす影響も異なり、中でも粒径10 μ m以下の粒子状物質は肺内沈着率が高く、人体影響が大きいことから、浮遊粒子状物質（SPM）として環境基準が設定されている。本県では臨海部および島しょ部においてSPMに関する年間を通した調査を昭和54年から毎年実施し、その結果を当研究センター所報等^{1～5,7)}で、本県各地域のSPM濃度とその化学組成の特徴として報告している。昭和59年度は、SPMとその中に含有される代表的汚染物質であるBap、SO₄²⁻、NO₃、Cl⁻の5項目について、臨海部、島しょ部、内陸部において調査を行い、県内各地域の汚染状況、季節的濃度変動および汚染物質相互の関係、また臨海部から内陸部へかけての汚染の状況について検討を行ったのでその結果について報告する。

調査方法

1. 調査地点

測定地点は図1、表1に示すとおりで、内陸部の善通寺市（E）、満濃町（H）以外は第7報⁴⁾と同一地点であ

り、都市部6地点（その中で坂出市（C）は工業地帯の近傍である）、島しょ部1地点、山間部1地点の計8地点で調査を実施した。新しく追加した善通寺市（E）、満濃町（H）の測定地点の環境概要は次のとおりである。

善通寺市（E）

海岸線から約7kmのところの平野部で、本県の中央部に位置している。本市は人口約4万人で工業活動の非常に少ない田園都市であり、測定地点周辺は商業および住宅地帯である。

満濃町（H）

海岸線から約20kmのところの内陸山間部で、本県の中央部に位置している。周辺に民家もなく、近くにある県道4号は12時間交通量約3,000台と交通量は少なく、環境は静謐な地域である。

総

2. 調査期間および調査方法

調査期間は昭和59年4月から昭和60年3月までであり、8測定地点とも約15日間の捕集周期で月2回年間を通して計24回同時測定をおこなった。なお、本調査に使用したフィルターは、PALLFLEX TISSUQUARTS 2,500 QASTである。

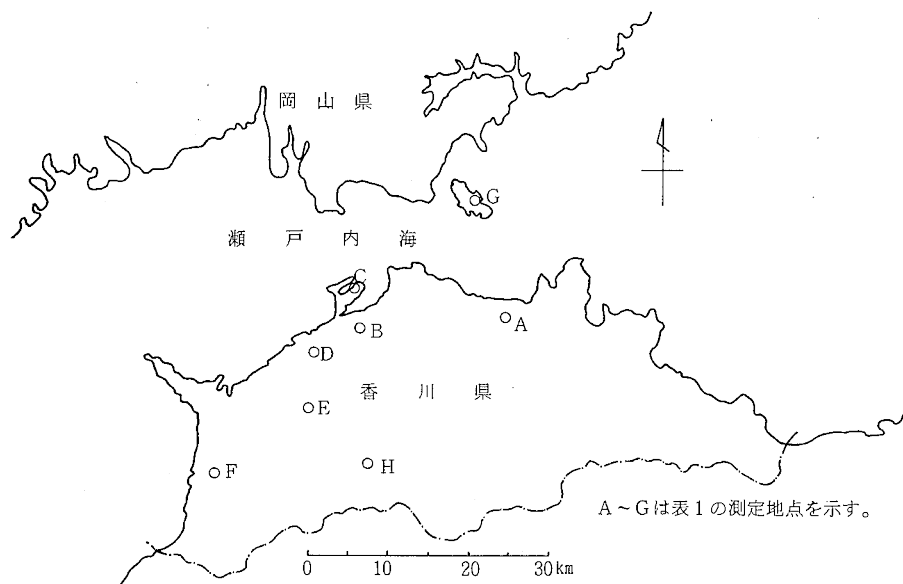


図1 測定地点の位置

3. 測定項目

第7報⁴⁾中の金属を除く、SPM, Bap, SO_4^{2-} , NO_3^- に Cl^- を加えた5項目である。

4. 分析方法

SPM重量はフィルターを捕集前後とも温度約20°C, 相対湿度約50%で24時間以上放置後秤量して求めた。

Bapは試料の45.2%にエタノール1 mlベンゼン3 mlを加え30分間超音波抽出し、その抽出液を高速液体クロマトグラフィー分離し、ケイ光分光光度計により定量した^{5, 6)}。

SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- は試料の27.9%にイオン交換水20 ml加え、80°Cで60分間超音波抽出し、抽出液に5倍濃度のイオンクロマトグラフィー溶離液(3.75 mM Na_2CO_3 + 10 mM $NaHCO_3$) 5 mlを加えて試料溶液をイオンクロマトグラフィーの溶離液(0.75 mM Na_2CO_3 + 2.0 mM $NaHCO_3$)の濃度に合わせてウォーターディープを除いた状態でイオンクロマトグラフィーで定量した。

分析条件は次のとおりである。

Bap

高速液体クロマトグラフィー：島津製LC-1

分離カラム：ゾルパックスODS 4.6mm × 250mm

移動相：水・メタノール(90:10) 1.3 ml/min

カラム温度：50°C

試料注入量：5 μl

ケイ光分光光度計：島津製RF-503

(マイクロセル使用)

(励起波長：370nm 励起スリット：15nm)
(ケイ光波長：408nm ケイ光スリット：3nm)

SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^-

イオンクロマトグラフィー：Dionex社製2010i

分離カラム：AS-4A 4mm × 250mm

除去カラム：ファイバーサプレッサー

溶離液：0.75mM Na_2CO_3 + 2.0mM $NaHCO_3$
2.0 ml/min

再生液：0.025 N H_2SO_4 1.5 ml/min

試料注入量：0.1 ml

超音波抽出には国際電気製UT-12型超音波発生器を用いた。

結果および考察

昭和59年度の調査結果は表6, 図2, 図5のとおりであり、毎年継続して調査を行っているSPM, Bapの経年変化は表2, 表3, 図3に示す。本調査結果から、各測定項目ごとの測定結果は次のとおりである。

1. SPM

年平均値で見ると、表1に示すように山間部(H)のSPM濃度は、島しょ部(G)とほぼ同じレベルで、都市の4地点(A, B, D, F)の平均値の約70%であった。

また、都市部の中でもやや内陸に入った普通寺市(E)、および、臨海工業地帯近傍で、海岸に近い坂出市瀬居町

(C)は上記の4地点の平均値の約90%であった。また都市部で臨海部に位置する、高松市(A)、坂出市(B)、丸亀市(D)、観音寺市(F)は図4にみるとおり、東西約46kmの距離があるが、SPM濃度はほぼ同程度であり、臨海部の都市の間では濃度差がみられず約40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。この結果は、本年度は顕著であった。一方、臨海部の丸亀市(D)から内陸部の満濃町(H)までは約19kmの距離があり、この距離と汚染物質濃度との関係を見ると約7 $\mu\text{g}/\text{m}^3/10\text{km}$ の割合で直線的に減少していることがわかった。次に年間の濃度変動と全測定地点間の濃度変動の相関関係をみると、図5、表4のとおりで内陸部を含む全地域とも、すでに報告している結果と同じく、5月および11月頃がやや高くなり、9月および1月頃が低くなり、濃度変動も高い相関がみられ、本県では、SPMの濃度変動は全域的に同一であることがわかった。

なお、昭和54年から継続測定している、高松市(A)、坂出市(B)、丸亀市(D)の3地域の経年変化をみると、表2、図3のとおりで、昭和54、55年当時と比べ、昭和58、59年は約20%程度低濃度であった。

2. Bap

都市部の臨海工業地帯近傍の坂出市(C)は表1、図2のとおりで、すでに報告している¹⁻⁴⁾ように他の都市部の測定点と比べて高い傾向があり、表6、図5を見てわかるとおり時々高濃度の出現がみられ、濃度の変動形態も他の地域と異なることがわかる。このことは坂出市(C)

が近くの発生源の影響を受けていることを示唆している。

また、善通寺市、島しょ部は臨海部の都市部と比べ、やや低濃度であり、山間部は都市部の約 $\frac{1}{2}$ 程度でかなり低濃度であることがわかった。各測定地点間の濃度変動の相関は表4のとおりで、坂出市(C)と島しょ部を除く全ての測定地点間でよい相関関係がみられるが、坂出市(C)は坂出市(B)と危険率1%で、丸亀市(D)とは5%で有意の相関がみられ、島しょ部は坂出市(B)丸亀市(D)以外の全測定地点と5%以内の危険率で有意の相関がみられた。また坂出市(C)を除く臨海部では、高松市(A)、丸亀市(D)が低く、坂出市(B)、観音寺市(F)がやや高い傾向があるが0.72~0.87 ng/m^3 の濃度範囲にあった。臨海部から内陸部にかけての南北方向では図4のとおり、内陸部に入るにしたがって0.20 $\text{ng}/\text{m}^3/10\text{km}$ の濃度でほぼ直線的に減少傾向がみられた。なお、経年変化をみると表3、図3のとおりで、坂出市(C)は昭和59年度はかなり低濃度だったことがわかる。また昭和54年から継続調査している、高松市(A)、坂出市(B)、丸亀市(D)、3地域をみると昭和54年度が高かったが、以後は濃度の変動はみられない。

3. SO_4^{2-}

臨海部と島しょ部では表1、図2のとおり6.24~6.99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあり、濃度の差はあまりみられない。また丸亀市から内陸部へかけては図4に示すように内陸部に入るにしたがって濃度の減少がみられ、減少の割合はSPMとよく似ており、Bap、 NO_3^- 、 Cl^- と比べ内陸部

表1 測定結果(年平均値)

単位 Bap: ng/m^3
Bap以外: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

地域	測定地点	SPM	Bap	SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-
都市部	A 高松市(市役所)	40	0.72	6.99	1.33	0.14
	B 坂出市(市役所)	39	0.84	6.51	1.49	0.14
	C 坂出市(瀬居町)	35	1.03	6.67	0.82	0.08
	D 丸亀市(市役所)	40	0.79	6.83	1.47	0.18
	E 善通寺市(市役所)	36	0.69	5.85	1.07	0.05
	F 観音寺市(市役所)	42	0.87	6.59	1.89	0.29
島しょ部	G 直島町(町役場)	27	0.64	6.24	0.53	0.07
山間部	H 満濃町(農試分場)	26	0.41	5.30	0.55	0.03

表2 SPM測定結果(昭和54年~59年年平均値)
単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

測定地点	54年	55年	56年	57年	58年	59年
A	53	57	50	51	39	40
B	50	47	48	39	40	39
C			42	41	34	35
D	47	46	47	49	36	40
E						36
F				45	37	42
G			32	31	30	26
H						27

表3 BaP測定結果(昭和54年~59年年平均値)
単位: ng/m^3

測定地点	54年	55年	56年	57年	58年	59年
A	1.33	0.67	0.72	0.94	0.75	0.72
B	1.21	0.82	0.83	0.84	0.88	0.84
C			1.35	1.63	1.55	1.03
D	0.96	0.66	0.66	0.77	0.77	0.79
E						0.69
F				0.97	0.94	0.87
G			0.56	0.64	0.75	0.64
H						0.41

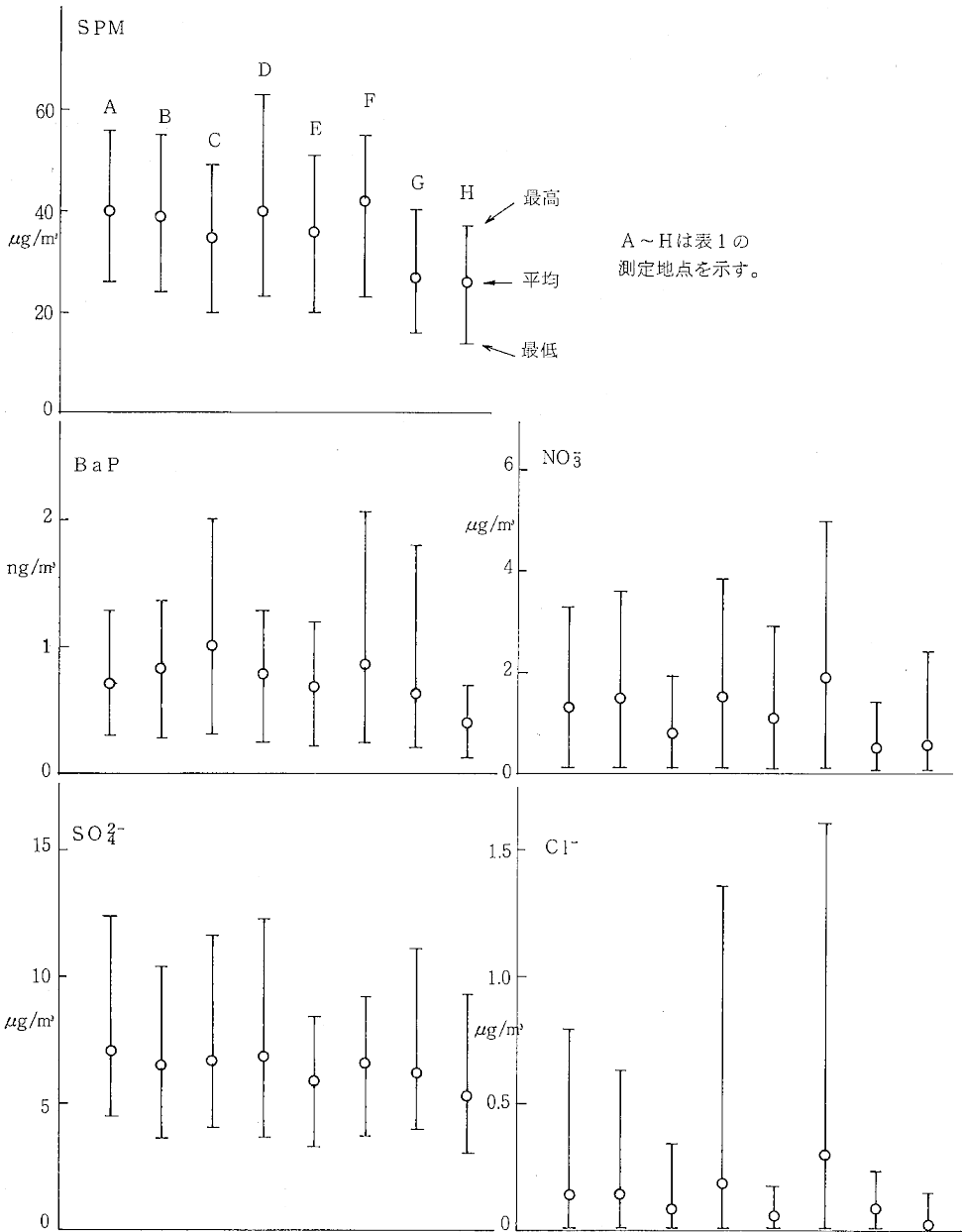


図2 浮遊粒子状物質中の各種成分濃度

への濃度の減少割合は小さい傾向がみられる。また各測定地点間の濃度変動の相関関係は表4のとおり全測定地点間でよい相関がみられるとともに、全測定地点とも表5のとおりSPMの濃度変動とよい相関関係がみられた。季節的濃度変動をみると表6、図5のとおりすでに報告⁴⁾しているように春期、夏期が高く、秋期、冬期が低くなる傾向が顕著であった。

4. NO₃⁻

都市部の坂出市(C)を除く臨海部で濃度が高く島しょ部、山間部は極めて低い傾向がみられる。また各測定地点で濃度の差が大きく、中でも観音寺市は特に高い値であった。各測定地点間の濃度変動の相関関係も表4のとおり全測定地点間で相互により相関関係がみられ、SPM、SO₄²⁻と同様に本県全域において濃度の変動形態は同じである。臨海部の丸亀市から内陸部の満濃町へかけては図4のとおり濃度の減少傾向はBaPとよく似ており、減少の割合は約0.5 μg/m³/10km程度であり、山間部は臨海部の約1/3の濃度であった。季節的濃度変動はすでに報告⁴⁾しているとおりで秋期から冬期にかけて高くなり、夏期が低い傾向が顕著にみられ、坂出市(C)、島しょ部、山間部は年間の濃度変動は小さい傾向にあった。

5. Cl⁻

臨海部の坂出市(C)を除く都市部で濃度の高い傾向がみられ、内陸へ入った善通寺市(E)や山間部の満濃町(H)は図4をみてわかるとおり、極めて低い値である。

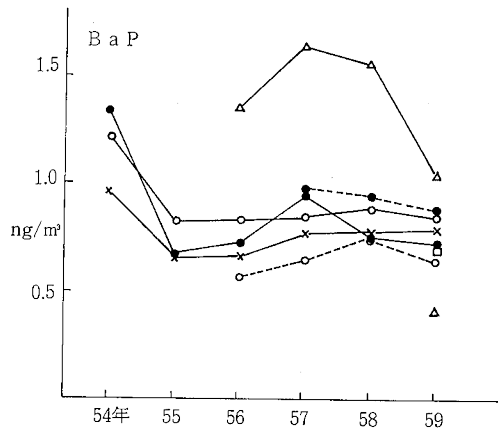
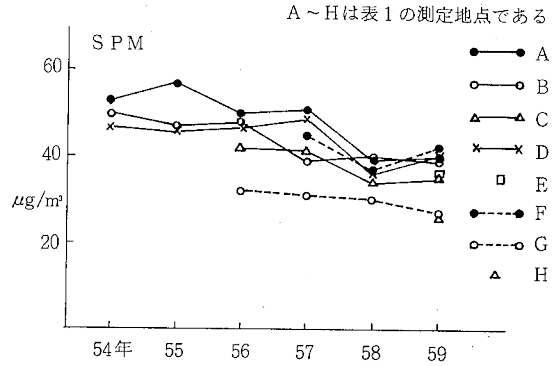


図3 SPM, BaPの経年変化

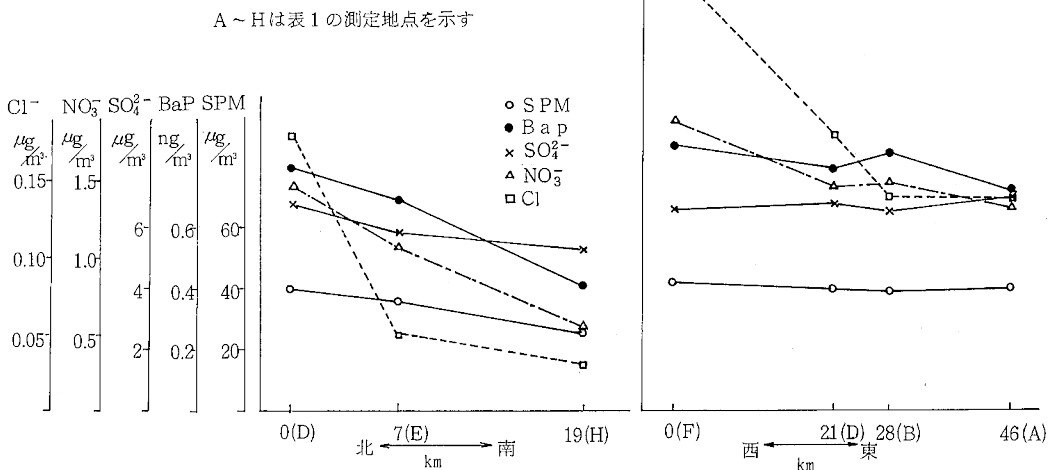


図4 各測定項目濃度と各測定地点間の距離との関係

また、海塩粒子の影響が考えられる海岸のすぐ近くの坂出市（C）、島しょ部の直島町（G）は低い傾向があり、SPMへの海塩粒子の直接的影響はみられなかった。都市部の中で観音寺市（F）は特に高い傾向があった。各測定地点間の濃度変動の相関関係は表4のとおりであり、高松市（A）、坂出市（B）、普通寺市（E）、観音寺市（F）は相互により相関関係がみられ、島しょ部、山間部はこの4地域とはよい相関関係はみられなかった。また臨海部の丸亀市から内陸部へにかけての濃度変化は図4のとおり内陸部へ入ると急激な濃度の減少がみられた。季節的濃度変動をみると表6、図5のとおりで秋期、冬期に高く、夏期は極めて低濃度でNO₃の濃度変化と似た傾向がみられた。内陸部の普通寺市、山間部、島しょ部は濃度変動も小さく、濃度も臨海部の都市部と比べかなり低い傾向がみられた。

表5 測定地点別の各測定項目間の相関
(危険率5%以内で有意の相関のもの)

測定地点	SPM-BaP	SPM-SO ₄ ²⁻	SPM-NO ₃	BaP-NO ₃ Cl ⁻
A		○—○	○—○	△—○ △—○ △—○
B	○—○	○—○	○—○	△—○ △—○ △—○
C	○—○	○—○		○—○ ○—○
D		○—○		△—○ △—○ △—○
E		○—○		△—○ △—○ △—○
F		○—○	○—○	△—○ △—○ △—○
G		○—○		○—○ ○—○
H		○—○		○—○ ○—○

○—○ : 危険率1%で有意
○—○ : 危険率5%で有意

表4 測定項目別の測定地点間の相関

SPM

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	1.000							
B	: 0.958	1.000						
C	: 0.875	: 0.806	1.000					
D	: 0.838	: 0.788	: 0.813	1.000				
E	: 0.827	: 0.828	: 0.821	: 0.913	1.000			
F	: 0.820	: 0.774	: 0.673	: 0.816	: 0.752	1.000		
G	: 0.804	: 0.735	: 0.836	: 0.777	: 0.793	: 0.691	1.000	
H	: 0.721	: 0.664	: 0.870	: 0.869	: 0.851	: 0.678	: 0.877	1.000

: 危険率1%で有意 ・危険率5%で有意

BaP

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	1.000							
B	: 0.751	1.000						
C	0.321	: 0.595	1.000					
D	: 0.606	: 0.887	・ 0.485	1.000				
E	: 0.788	: 0.858	0.390	: 0.881	1.000			
F	: 0.748	: 0.624	0.179	: 0.573	: 0.806	1.000		
G	: 0.742	・ 0.474	0.213	0.344	: 0.560	: 0.615	1.000	
H	: 0.890	: 0.842	0.374	: 0.750	: 0.900	: 0.881	: 0.740	1.000

SO₄²⁻

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	1.000							
B	: 0.926	1.000						
C	: 0.962	: 0.969	1.000					
D	: 0.849	: 0.847	: 0.823	1.000				
E	: 0.873	: 0.967	: 0.922	: 0.846	1.000			
F	: 0.863	: 0.914	: 0.879	: 0.821	: 0.926	1.000		
G	: 0.899	: 0.846	: 0.896	: 0.745	: 0.790	: 0.817	1.000	
H	: 0.941	: 0.948	: 0.965	: 0.803	: 0.912	: 0.918	: 0.914	1.000

NO₃

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	1.000							
B	: 0.979	1.000						
C	: 0.954	: 0.922	1.000					
D	: 0.877	: 0.902	: 0.857	1.000				
E	: 0.929	: 0.946	: 0.875	: 0.916	1.000			
F	: 0.821	: 0.857	: 0.818	: 0.927	: 0.847	1.000		
G	: 0.716	: 0.732	: 0.764	: 0.622	: 0.658	: 0.661	1.000	
H	: 0.756	: 0.744	: 0.734	: 0.704	: 0.824	: 0.692	: 0.674	1.000

Cl⁻

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	1.000							
B	: 0.868	1.000						
C	0.211	0.299	1.000					
D	0.399	• 0.446	: 0.585	1.000				
E	: 0.651	: 0.526	: 0.536	0.349	1.000			
F	: 0.676	: 0.570	• 0.481	: 0.632	: 0.562	1.000		
G	- 0.067	0.120	• 0.484	0.292	0.196	0.006	1.000	
H	0.086	0.187	• 0.425	• 0.514	0.170	0.082	• 0.499	1.000

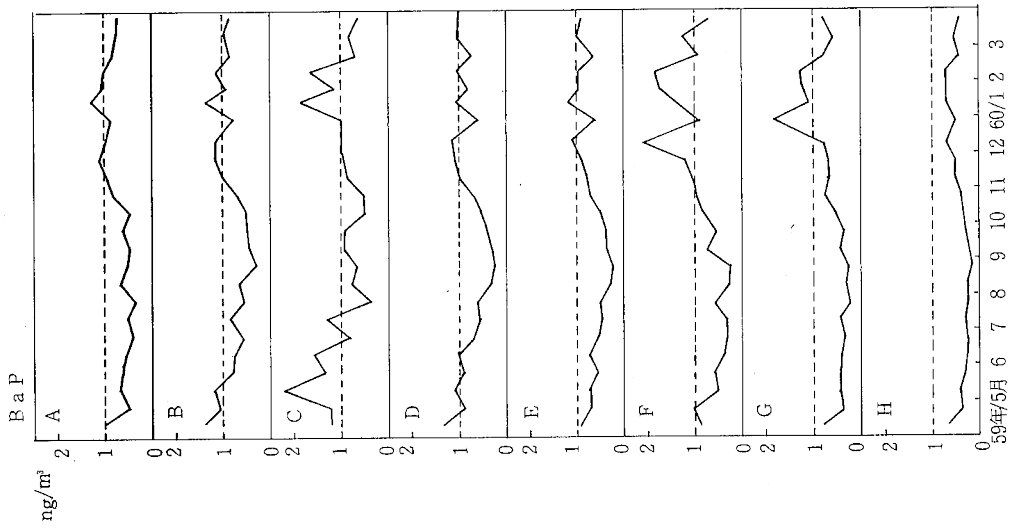
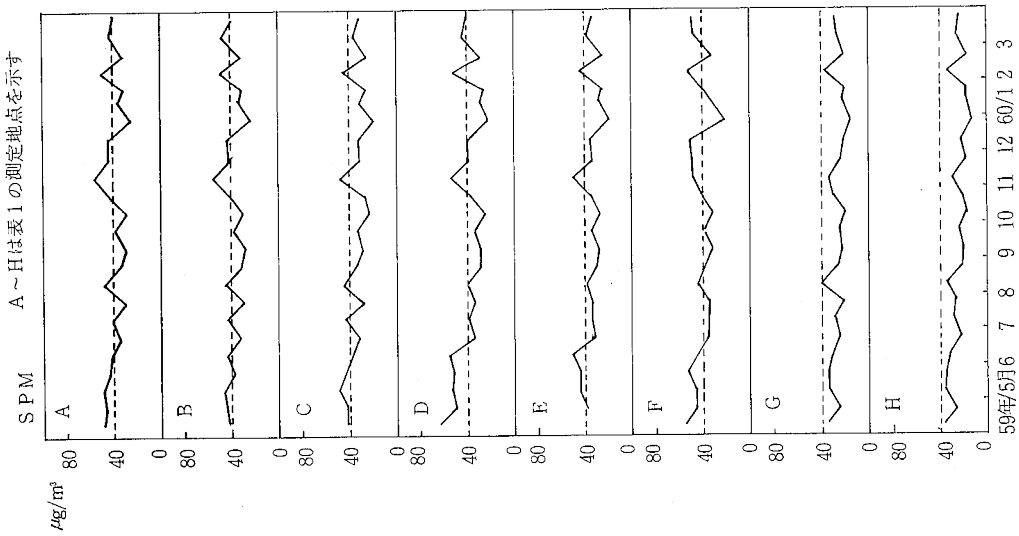


図 5(1) 各測定項目別の年間濃度変動

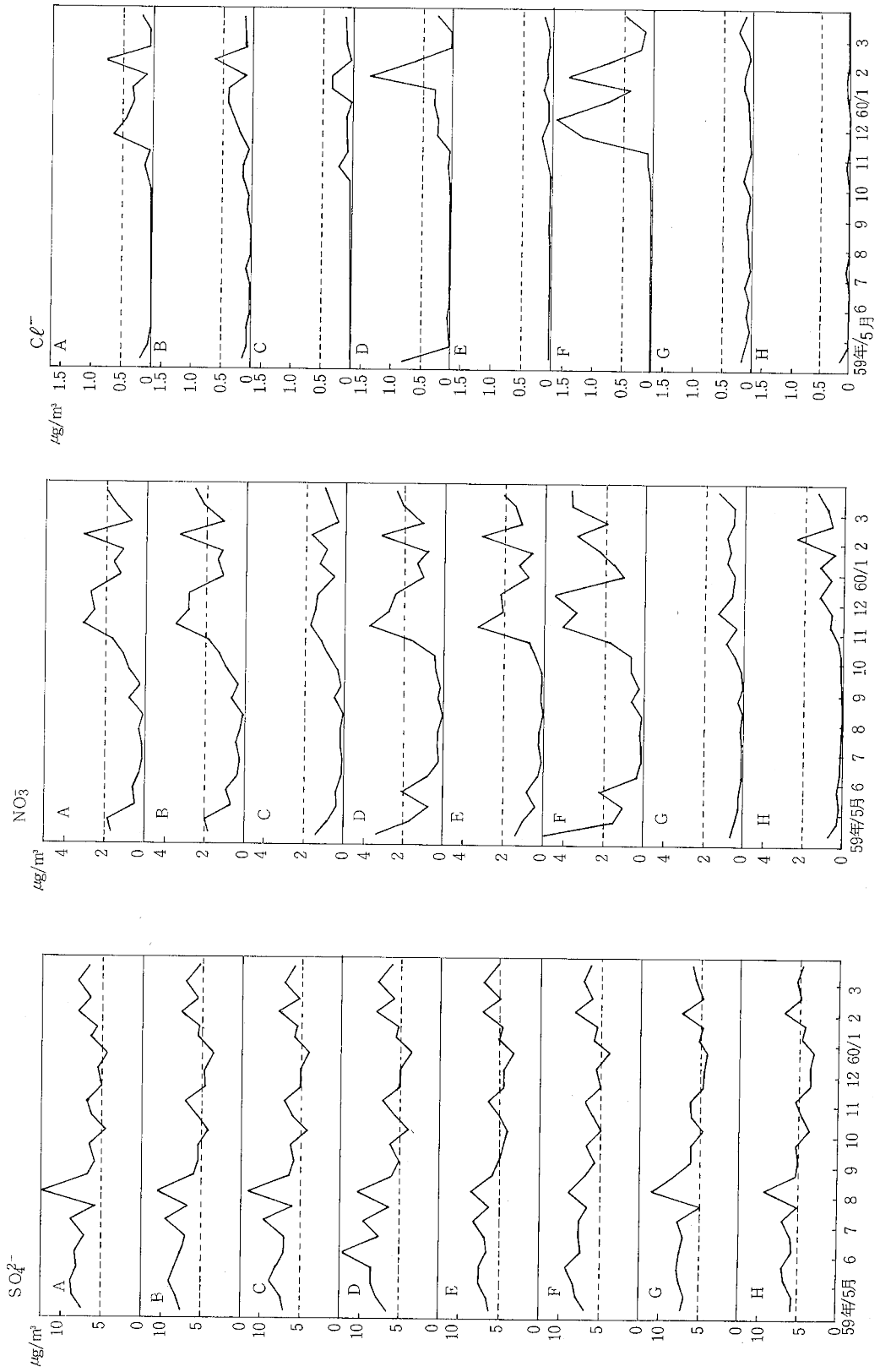


図 5(2) 各測定項目別の年間濃度変動

表 6 昭和59年度測定結果（浮遊粒子状物質）

高松市
(市役所)

測定期間	SPM	BaP	SO ₂ ⁻	NO ₂	Cl ⁻
5/45-4/16	48	0.94	7.42	1.74	0.16
4/16-5/1	46	0.44	8.27	1.93	0.05
5/1-5/15	49	0.64	8.64	0.57	<0.02
5/15-5/31	43	0.58	8.04	0.67	<0.02
5/31-6/15	41	0.50	8.33	0.35	<0.02
6/15-7/2	34	0.37	7.07	0.17	<0.02
7/2-7/16	41	0.48	8.76	0.22	<0.02
7/16-8/1	30	0.31	5.57	0.40	<0.02
8/1-8/16	48	0.63	12.35	0.12	<0.02
8/16-8/31	34	0.49	6.89	0.87	0.02
8/31-9/17	30	0.45	5.86	0.31	<0.02
9/17-10/2	39	0.61	6.62	0.87	<0.02
10/2-10/16	29	0.45	4.47	1.21	0.05
10/16-10/31	43	0.79	6.18	1.73	0.12
10/31-11/15	56	0.93	6.84	3.21	0.05
11/15-12/3	45	1.10	5.00	2.66	0.63
12/3-12/17	45	0.98	5.57	2.82	0.43
12/17-60/1/7	26	0.88	4.46	1.34	0.31
1/7-1/16	37	1.29	6.36	1.73	0.34
1/16-1/31	32	1.08	5.75	1.24	0.10
1/31-2/15	51	1.04	8.22	3.26	0.79
2/15-3/1	33	0.86	6.39	0.83	0.04
3/1-3/15	44	0.78	7.99	1.60	0.04
3/15-3/29	41	0.77	6.67	2.08	0.19
最高	56	1.29	12.35	3.26	0.79
最低	26	0.31	4.46	0.12	<0.02
平均	40	0.72	6.99	1.33	0.14

単位は表1と同じである。

坂出市
(市役所)

測定期間	SPM	BaP	SO ₂ ⁻	NO ₂	Cl ⁻
5/46-4/16	42	1.33	7.56	1.82	0.13
4/16-5/2	43	1.02	8.06	2.08	0.06
5/2-5/16	46	1.14	8.93	0.70	0.07
5/16-5/31	38	0.75	8.23	0.99	0.02
5/31-6/15	43	0.73	7.35	0.37	<0.02
6/15-7/2	32	0.55	6.91	0.28	0.02
7/2-7/16	42	0.82	9.39	0.45	0.09
7/16-8/1	29	0.53	6.48	0.24	<0.02
8/1-8/16	45	0.63	10.37	0.12	0.02
8/16-8/31	31	0.28	5.97	0.72	<0.02
8/31-9/17	28	0.43	5.40	0.44	0.06
9/17-10/2	38	0.46	5.52	0.99	0.05
10/2-10/16	30	0.50	4.20	1.38	0.14
10/16-10/31	41	0.70	5.45	1.95	0.14
10/31-11/15	55	0.98	7.11	3.60	0.05
11/15-12/3	42	1.13	4.59	2.94	0.20
12/3-12/17	44	1.13	4.66	2.92	0.31
12/17-60/1/7	24	0.79	3.63	1.26	0.41
1/7-1/16	34	1.37	5.36	1.51	0.39
1/16-1/31	32	0.95	5.29	1.27	0.15
1/31-2/15	50	1.15	7.60	3.42	0.63
2/15-3/1	33	0.88	5.46	1.25	0.09
3/1-3/15	49	0.99	6.99	2.30	0.13
3/15-3/29	40	0.90	5.62	2.69	0.15
最高	55	1.37	10.37	3.60	0.63
最低	24	0.28	3.63	0.12	<0.02
平均	39	0.84	6.51	1.49	0.14

坂出市
(瀬戸町)

測定期間	SPM	BaP	SO ₂ ⁻	NO ₂	Cl ⁻
5/46-4/16	41	1.16	7.07	1.39	0.07
4/16-5/2	41	1.18	7.53	0.84	0.02
5/2-5/16	49	2.20	8.93	0.39	<0.02
5/16-5/31	43	1.30	8.11	0.43	<0.02
5/31-6/15	37	1.54	7.19	0.19	<0.02
6/15-7/2	31	0.75	7.02	0.13	<0.02
7/2-7/16	43	1.26	9.61	0.26	<0.02
7/16-8/1	27	0.35	5.83	0.23	0.02
8/1-8/16	44	0.75	11.64	0.08	<0.02
8/16-8/31	34	0.66	6.33	0.53	<0.02
8/31-9/17	29	0.92	5.75	0.25	0.03
9/17-10/2	33	0.91	6.33	0.43	<0.02
10/2-10/16	23	0.48	4.14	0.91	0.05
10/16-10/31	27	0.52	5.99	1.28	0.22
10/31-11/15	48	0.86	7.11	1.82	0.07
11/15-12/3	32	0.93	5.03	1.58	0.10
12/3-12/17	33	0.97	5.04	1.42	0.11
12/17-60/1/7	20	0.98	3.97	0.62	0.02
1/7-1/16	32	1.85	5.90	1.39	0.33
1/16-1/31	27	1.14	5.45	1.04	0.34
1/31-2/15	45	1.68	7.89	1.88	0.02
2/15-3/1	26	0.71	5.24	0.52	0.09
3/1-3/15	37	0.85	7.04	0.88	0.12
3/15-3/29	33	0.68	5.92	1.13	0.12
最高	49	2.20	11.64	1.88	0.34
最低	20	0.35	3.97	0.08	<0.02
平均	35	1.03	6.67	0.82	0.08

丸亀市
(市役所)

測定期間	SPM	BaP	SO ₂ ⁻	NO ₂	Cl ⁻
5/46-4/11	63	1.28	6.60	3.38	0.70
4/16-5/2	50	0.87	7.79	1.74	<0.02
5/2-5/16	53	1.07	8.57	0.81	0.02
5/16-5/31	52	0.87	8.46	2.08	0.05
5/31-6/6	56	0.99	12.29	0.85	<0.02
6/15-7/2	34	0.66	7.59	0.30	<0.02
7/2-7/16	39	0.54	9.60	0.35	<0.02
7/16-8/1	34	0.59	6.16	0.32	<0.02
8/1-8/16	41	0.32	10.25	0.08	<0.02
8/16-8/31	29	0.24	5.85	0.34	0.02
8/31-9/17	29	0.30	5.06	0.21	<0.02
9/17-10/2	34	0.41	6.37	0.46	<0.02
10/2-10/16	25	0.54	3.91	0.54	<0.02
10/16-10/31	38	0.70	5.66	1.63	0.05
10/31-11/15	54	0.99	7.12	3.85	<0.02
11/15-12/3	39	1.07	4.93	2.86	0.23
12/3-12/17	40	1.14	5.04	2.56	0.23
12/17-60/1/7	23	0.61	3.57	1.15	0.30
1/7-1/16	30	1.07	5.51	1.47	0.31
1/16-1/31	27	0.86	5.18	0.93	1.36
1/31-2/15	52	1.07	8.08	3.37	0.60
2/15-3/1	30	0.76	5.81	1.24	0.04
3/1-3/15	45	1.08	7.75	2.19	0.02
3/15-3/29	42	1.03	6.84	2.55	0.24
最高	63	1.28	12.29	3.85	1.36
最低	23	0.24	3.57	0.08	<0.02
平均	40	0.79	6.83	1.47	0.18

善通寺市
(市役所)

測定期間	SPM	BaP	SO ₂ ⁻	NO ₂	Cl ⁻
5/44-4/16	41	0.88	6.23	1.35	0.02
4/16-5/2	38	0.69	6.59	1.02	<0.02
5/2-5/16	45	0.70	7.76	0.41	<0.02
5/16-5/31	44	0.52	7.53	0.85	<0.02
5/31-6/15	51	0.70	6.57	0.33	0.02
6/15-7/2	31	0.52	6.78	0.10	<0.02
7/2-7/16	34	0.45	8.17	0.27	0.02
7/16-8/1	34	0.48	6.21	0.24	<0.02
8/1-8/16	39	0.27	8.37	0.07	<0.02
8/16-8/31	30	0.22	5.69	0.21	0.03
8/31-9/17	28	0.36	4.88	0.17	0.02
9/17-10/2	35	0.38	4.37	0.21	<0.02
10/2-10/16	28	0.48	3.87	0.49	<0.02
10/16-10/31	35	0.70	4.87	0.82	0.03
10/31-11/15	50	0.77	6.57	3.41	0.10
11/15-12/3	34	0.89	4.27	2.13	0.17
12/3-12/17	36	1.09	4.39	2.28	0.05
12/17-60/1/7	20	0.60	3.28	0.90	0.07
1/7-1/16	28	1.20	4.97	1.42	0.14
1/16-1/31	26	0.99	4.56	0.74	0.08
1/31-2/15	45	0.99	7.23	3.21	0.09
2/15-3/1	26	0.66	5.02	1.28	0.05
3/1-3/15	39	1.01	6.88	1.58	0.07
3/15-3/29	35	0.92	5.42	2.20	0.15
最高	51	1.20	8.37	3.41	0.17
最低	20	0.22	3.28	0.07	<0.02
平均	36	0.69	5.85	1.07	0.05

観音寺市
(市役所)

測定期間	SPM	BaP	SO ₂ ⁻	NO ₂	Cl ⁻
5/3/30-4/16	55	0.86	6.84	5.00	<0.02
4/16-5/1	46	0.99	7.86	1.50	<0.02
5/1-5/17	46	0.49	8.30	1.07	<0.02
5/17-5/31	53	0.57	9.16	2.20	<0.02
5/31-6/15	45	0.37	7.27	0.33	<0.02
6/15-7/2	36	0.30	7.57	0.12	<0.02
7/2-7/16	35	0.55	6.49	0.25	<0.02
7/16-8/1	35	0.55	6.49	0.25	<0.02
8/1-8/16	44	0.27	8.80	0.12	<0.02
8/16-8/31	38	0.24	6.73	0.70	<0.02
8/31-9/17	32	0.73	5.59	0.30	<0.02
9/17-10/1	39	0.54	6.61	0.71	0.04
10/1-10/16	33	0.78	4.77	0.70	0.02
10/16-10/31	41	0.95	5.73	1.75	0.08
10/31-11/16	48	1.03	6.66	4.17	0.08
11/16-12/3	49	1.19	4.80	3.44	1.15
12/3-12/17	51	2.07	5.40	4.60	1.60
12/17-60/1/7	23	0.85	3.66	1.15	0.69
1/7-1/16	35	1.37	5.66	1.67	0.36
1/16-1/31	42	1.73	5.29	2.37	1.42
1/31-2/15	54	1.84	8.18	3.56	0.71
2/15-3/1	33	0.93	5.95	1.99	0.20
3/1-3/15	48	1.24	7.07	3.78	0.14
3/15-3/30	51	0.71	6.28	3.86	0.45
最高	55	2.07	9.16	5.00	1.60
最低	23	0.24	3.66	0.12	<0.02
平均	42	0.87	6.59	1.89	0.29

直 島 町
(町役場)

測定期間	SPM	BaP	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻
59.4/ 5~ 4/17	35	0.75	7.20	0.64	0.14
4/17~ 5/ 1	25	0.28	6.75	0.43	0.08
5/ 1~ 5/16	33	0.40	7.38	0.24	< 0.02
5/16~ 5/31	34	0.41	7.69	0.24	0.06
5/31~ 6/15	31	0.38	7.38	0.13	< 0.02
6/15~ 7/ 2	25	0.31	6.88	0.13	0.10
7/ 2~ 7/16	29	0.43	7.70	0.11	0.02
7/16~ 8/ 1	21	0.20	4.79	0.18	0.03
8/ 1~ 8/16	40	0.29	11.05	0.07	0.03
8/16~ 8/31	26	0.24	8.21	0.32	0.07
8/31~ 9/18	23	0.41	6.09	0.09	0.04
9/18~ 10/ 2	25	0.34	6.11	0.20	0.02
10/ 2~ 10/16	20	0.50	4.45	0.56	0.12
10/16~ 10/31	30	0.73	5.97	0.95	0.07
10/31~ 11/16	34	0.66	6.18	0.43	0.02
11/16~ 12/ 3	25	0.68	4.53	1.33	0.03
12/ 3~ 12/18	22	0.79	4.29	0.65	0.03
12/18~ 60.1/7	16	1.81	4.02	0.56	0.08
1/ 7~ 1/16	23	1.08	5.12	0.91	0.14
1/16~ 1/31	21	1.19	4.69	0.75	0.12
1/31~ 2/16	37	1.28	7.31	0.97	0.03
2/16~ 3/ 1	22	0.79	4.73	0.69	0.08
3/ 1~ 3/15	27	0.58	5.45	0.65	0.22
3/15~ 3/29	30	0.77	5.86	1.41	0.10
最 高	40	1.81	11.05	1.41	0.22
最 低	16	0.20	4.02	0.07	< 0.02
平 均	27	0.64	6.24	0.53	0.07

満 濃 町
(農試分場)

測定期間	SPM	BaP	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻
59.4/ 6~ 4/16	37	0.63	5.78	0.71	0.15
4/16~ 5/ 2	27	0.35	5.72	0.28	0.02
5/ 2~ 5/16	36	0.40	6.72	0.20	< 0.02
5/16~ 5/31	35	0.29	6.99	0.32	< 0.02
5/31~ 6/15	32	0.25	5.75	0.17	< 0.02
6/15~ 7/ 2	23	0.23	5.95	0.13	< 0.02
7/ 2~ 7/16	29	0.27	7.02	0.15	0.07
7/16~ 8/ 1	27	0.22	5.09	0.13	< 0.02
8/ 1~ 8/16	35	0.24	9.30	0.07	< 0.02
8/16~ 8/31	22	0.13	5.18	0.09	0.03
8/31~ 9/17	21	0.20	4.91	0.10	< 0.02
9/17~ 10/ 2	24	0.27	5.24	0.12	< 0.02
10/ 2~ 10/16	18	0.32	3.61	0.16	< 0.02
10/16~ 10/31	22	0.37	4.48	0.27	0.08
10/31~ 11/15	30	0.50	5.32	0.71	< 0.02
11/15~ 12/ 3	19	0.50	3.41	0.65	0.03
12/ 3~ 12/17	23	0.70	3.62	1.26	< 0.02
12/17~ 60.1/7	14	0.50	3.00	0.66	0.07
1/ 7~ 1/16	19	0.69	4.51	1.23	0.06
1/16~ 1/31	19	0.70	4.22	0.49	0.07
1/31~ 2/15	35	0.70	6.83	2.43	< 0.02
2/15~ 3/ 1	19	0.41	4.78	0.63	< 0.02
3/ 1~ 3/15	27	0.53	5.19	0.90	0.05
3/15~ 3/29	25	0.42	4.60	1.36	0.05
最 高	37	0.70	9.30	2.43	0.15
最 低	14	0.13	3.00	0.07	< 0.02
平 均	26	0.41	5.30	0.55	0.03

以上の結果と各測定地点の5測定項目間の濃度変動の関係をみると、本県では、SPM、SO₄²⁻、NO₃⁻の濃度変動形態は、表4、図5のとおりで、内陸部を含む全地域間で、それぞれよい相関があり、また、測定地点別に5項目間の濃度変動の相関は、表5のとおりでSPMとSO₄²⁻、BaPとNO₃⁻が全地域間でよい相関がみられ、このことはすでに報告している結果と同じであった。

また、高松市(A)、坂出市(B)、丸亀市(D)、普通寺市(E)、観音寺市(F)の都市部においては、表5に示すとおりBaP、NO₃⁻、Cl⁻の3項目の各濃度変動が相互により相関がみられ、かつ、図4に示すように内陸へ入ると濃度の減少が大きいことは、都市部での粒子状物質による大気汚染の特色を示唆しているものと思われ、各都市に共通する汚染源のあることが推察される。今回、調査した5項目の中で、Cl⁻は本年度が始めてであるが、海塩粒子の影響が考えられる、島しょ部、海岸に近い坂出市(C)が都市部と比べ低濃度であり、また、内陸部に入ると急激な濃度の減少がみられたことは、今後都市部のCl⁻による汚染を考えるうえで考慮しておかなければならない

と考える。

また、本県の西部に位置する観音寺市(F)は都市規模が小さく、工場等も少ないにもかかわらず、SO₄²⁻を除く項目が他の地域と比べ、比較的高い傾向がみられたが、このことについては、今後の調査で原因を明らかにする必要がある。

ま と め

本県におけるSPMによる大気汚染現象を広域的に把握するために、島しょ部、臨海部から内陸部にかけて計8測定地点で同時調査を行い、また、SPMの中に含有されている代表的汚染化学物質のBaP、SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻の4項目について分析し、各地域の汚染の特徴、また臨海部から内陸部にかけての汚染の状況を調べた。その結果の要約は次のとおりである。

1. SPMは島しょ部と内陸の山間部は都市部の約70%程度の濃度であり、都市部においても海岸に近い坂出市(C)、少し内陸部に位置する普通寺市(E)は他の都市部と比べ約10%程度低い傾向があった。季節的濃度変

動形態は全測定地点とも同様である。

2. B a Pは臨海工業地帯近傍の坂出市(C)は他の都市と比べ高く、近くの発生源の影響を受けていることが示唆された。内陸の山間部は都市部の約 $\frac{1}{2}$ 程度でかなり低濃度である。都市部においては $0.72\sim 0.87\text{ng}/\text{m}^3$ の濃度範囲で都市の規模がかなり異なっても濃度差はあまりみられなかった。季節的濃度変動は夏期が低く、秋期、冬期が高くなり、坂出市(C)と島しょ部を除く全ての測定地点間でよい相関関係があった。

3. SO_4^{2-} は他の測定項目と比べ各測定地点間の濃度差は小さい傾向があるが、内陸部の普通寺市と山間部ではやや低い値である。季節的濃度変動は全測定地点とも同様であり、またSPMの濃度変動とよい相関があった。

4. NO_3^- は坂出市(C)を除く臨海部の都市が濃度が高く、島しょ部、山間部は極めて低い。また各測定地点間の濃度差は他の項目と比べ大きい傾向があるが、季節的濃度変動は全測定地点とも同様であり、秋期から冬期にかけて高くなり、夏期が低い傾向が顕著であった。

5. Cl^- は坂出市(C)を除く都市部で濃度が高く、内陸へ入った普通寺市(E)や山間部は極めて低濃度である。海岸のすぐ近くの坂出市(C)や島しょ部は低い傾向があり、SPMへの海塩粒子の直接的影響はみられなかった。季節的濃度変動は秋期、冬期に高く夏期は極めて低

濃度で NO_3^- とよく似た傾向があった。

6. 全項目とも臨海部から内陸部にかけて濃度の減少がみられ、特にB a P, NO_3^- , Cl^- はその傾向が顕著であった。また都市部においては、この3項目の各濃度変動が相互により相関があり、これらによる汚染は都市は共通する汚染形態であろうと推察された。

7. SPMと SO_4^{2-} はすべての地点間の濃度差が小さく、このことは広域的汚染を示唆しているものと考えられた。終りに、本研究にあたり、御助言、御指導いただいた国立公衆衛生院地域環境衛生学部長松下秀鶴部長に感謝いたします。

文 献

- 1) 瀬戸義久他, 香川県公害研究センター所報, 4, 39 (1979)
- 2) 瀬戸義久他, 香川県公害研究センター所報, 5, 23(1980)
- 3) 瀬戸義久他, 香川県公害研究センター所報, 6, 27 (1981)
- 4) 瀬戸義久他, 香川県公害研究センター所報, 7, 51 (1982)
- 5) 松下秀鶴他, 分析化学, 25, 4, 263(1976)
- 6) 松下秀鶴他, 分析化学, 26, 7, 488(1977)
- 7) 瀬戸義久, 第25回大気汚染学会, 講演要旨集 183 (1984)