1.3.9　β線粉じん計によるSPM濃度とSO_2濃度との相関

β線粉じん計によるSPM濃度とSO_2濃度との相関係数を表Ｖ－１－18に示す。この表は，MP１，MP２，MP６の３局で，Ｓ系モンスーン，Ｎ系モンスーン，年間について，β線粉じん計によるSPMとSO_2の１時間値のデータを用いて，相関係数を計算したものである。

年間でみるとSPMとSO_2の相関係数はMP１では0.340，MP２では0.303，MP６では0.157 となっており，あまり相関は高くないと言えよう。なお，β線粉じん計によるSPMとSO_2濃度の散布図を図Ｖ－１－26に示す。この図ではSO_2 濃度ランクを横軸， SPM濃度ランクを縦軸にとり，出現時間数を示してある。

表Ｖ－１－18　β線粉じん計によるSPM濃度とSO_2濃度との相関係数

測　定　点　名	Ｓ系ﾓﾝｽｰﾝ（4~10月）	Ｎ系ﾓﾝｽｰﾝ（11~3月）	年　間
(MP1)　J.T.C.HALL	0.363	0.309	0.340
(MP2)　N.U.S.	0.318	0.281	0.303
(MP6)　NANYANG.T.I.	0.123	0.231	0.157

(MP1) J.T.C. HALL

Y = 0.5543 X +15.0237
EFFECTIVE CASES = 7537
CORRELATION COEFFICIENT = 0.340
STANDARD DEVIATION = 21.33

Y : SPM
μg／m³

Y (μg/m³)	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-149	150-159	160-169	170-179	180-189	190-199
190 - 199																				
180 - 189																				
170 - 179																				
160 - 169					1															
150 - 159				1																
140 - 149			1	3																
130 - 139																				
120 - 129		1	10	3	6	3	1													
110 - 119		2	11	10	5	1														
100 - 109		5	18	13	9		2													
90 - 99		7	28	25	9	3		2												
80 - 89		26	38	30	13	3														
70 - 79	2	39	64	29	17	6	2	1												
60 - 69	5	72	97	35	16	15	3		1	2										1
50 - 59	16	167	125	52	19	7	8	3	4		2		2	1						
40 - 49	52	241	123	63	21	17	8	4	2	3										
30 - 39	170	443	169	60	31	15	9	3	3	6	1			1						
20 - 29	346	662	207	91	39	22	8	4	4	2		2		1						
10 - 19	729	905	237	97	43	22	16	10	4	7	2		1		1					
0 - 9	613	687	148	35	17	10	9	3	2	1										

X : SO2　　ppb

図V－1－26(1)　β線粉じん計によるSPM濃度とSO_2濃度の散布図（年間）

(MP2) N.U.S.

Y = 0.6025 X +20.7344
EFFECTIVE CASES = 7571
CORRELATION COEFFICIENT = 0.303
STANDARD DEVIATION = 23.37

Y : SPM
μg／m³

Y	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210
	·9	19	29	39	49	59	69	79	89	99	109	119	129	139	149	159	169	179	189	199	209	219
190 - 199																						
180 - 189				1	1																	
170 - 179			4																			
160 - 169			1	1		1																
150 - 159		1	1	3		1																
140 - 149		1	2	1	1																	
130 - 139		3	2	2			1	1														
120 - 129		10	7	7	1	1			1	1												
110 - 119		9	14	1	3		1						1									
100 - 109	2	30	20	11	4	1							1									
90 - 99	9	44	22	9	5	1	1													1		
80 - 89	19	76	29	11	7	3	2	2	3								1					
70 - 79	29	82	43	13	9	5	1	1														
60 - 69	66	139	75	26	5	6	4	1	2	1			1									
50 - 59	142	185	75	25	11	5	3	1		1		1										
40 - 49	270	270	110	51	18	10	1	1	2	2	1			1								
30 - 39	503	389	140	41	18	10	5	1	1	1		1	1							1		
20 - 29	728	462	123	52	15	9	5	2	3	1	1	1		1								
10 - 19	1012	618	141	37	23	8	5	4	2		2		1									
0 - 9	728	295	59	14	8	2		2														

ppb

X : SO2

図V－1－26(2)　β線粉じん計によるSPM濃度とSO_2濃度の散布図（年間）

(MP6) NANYANG.T.I.

Y = 0.2186 X +23.3193
EFFECTIVE CASES = 7476
CORRELATION COEFFICIENT = 0.157
STANDARD DEVIATION = 24.25

Y : SPM
μg／m³

Y	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-149	150-159	160-169	170-179	180-189	190-199
190-199		1																		
180-189																				
170-179		1																		
160-169	1	2																		
150-159		5		1																
140-149	1	4		1																
130-139	4	3		1										1						
120-129	8	11	1							1										
110-119	14	15	4																	
100-109	16	22	11	2	2	1	1				1		1							
90-99	16	27	10	5	2	1	2	1	2											
80-89	47	50	10	8	1	1	2			3	1			1		1				
70-79	69	68	15	9	11	1	3	2	2	1		2	1	1						
60-69	144	92	26	7	4	8	5		4	3		2		1		1				
50-59	205	156	56	21	17	7	8	4	6	2	2	1	1	1						
40-49	304	172	72	33	28	13	12	9	2	9	1	2		2		1	1			1
30-39	452	241	103	56	17	14	7	8	13	7	6	5	3	2						
20-29	635	287	102	50	28	20	12	5	3	5	4	3	3	1	1	1				
10-19	1029	439	151	59	30	13	10	7	8	1	1	1		1		1				
0-9	1128	383	87	28	21	8	5	3	1	2		2	1				1			

X	0-9	10-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-89	90-99	100-109	110-119	120-129	130-139	140-149	150-159	160-169	170-179	180-189	190-199	200-209	210-219

X : SO2 ppb

図V－1－26(3)　β線粉じん計によるSPM濃度とSO_2濃度の散布図（年間）

第２章　短期現地調査データの解析

1983年12月，1984年３月，同年６月から７月及び９月の計４回，ハイボリウムサンプラー及びアンダーセンサンプラーにより，粒子状物質の環境濃度を集中的に測定した。ここでは，これらの測定データを用いて，粒子状物質の環境濃度解析を行った。なお，長期現地調査で測定されたβ線粉じん計によるＳＰＭのデータを用いて，短期現地調査期間中におけるβ線粉じん計によるＳＰＭ濃度の解析も行った。また，ここでは各測定器による測定データの比較も行った。

2.1　ハイボウリムサンプラーによるＴＰＭ，ＳＰＭ濃度の解析

ハイボリウムサンプラーにより，当該地区20地点（MP１～MP20）において，TPMとSPMの日平均値が測定されている。ハイボリウムサンプラーの測定は年４回であり，各期ごとにTPM は14日間，SPM は12日間の測定である。これらのデータを用いて濃度解析を行った。なお，第Ⅲ編第３章3.2.3で示すように，停電等の理由で測定時間が短く信頼度が低いデータは日変動をみる場合は有効としたが，期別平均濃度や相関係数を計算する場合は欠測扱いとした。

2.1.1　ハイボリウムサンプラーによるTPM，SPM濃度の期別平均濃度

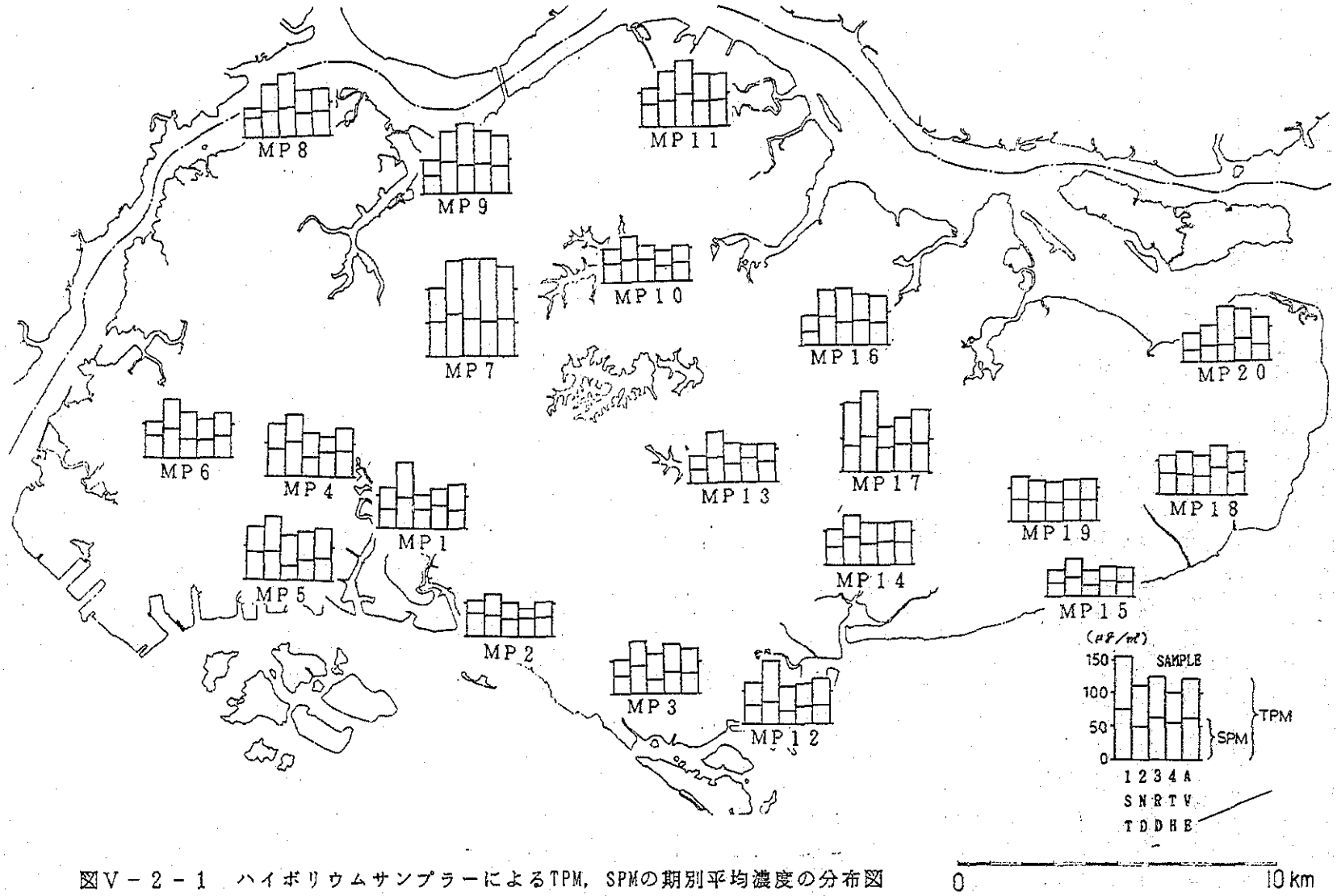
ハイボリウムサンプラーによるTPM，SPMの期別平均濃度を表Ｖ－２－１に示す。この表は，TPM，SPMの日平均値を12日間について平均したものである。また，TPM，SPMの期別平均濃度の分布図を図Ｖ－２－１に示す。

TPM，SPMの期別平均濃度の分布図をみると，MP７及びMP17が他の測定点に比べて高濃度を呈している。この原因は，MP７及びMP17は，交通量の多い道路に近いためであると考えられる。MP７とMP17を除くと各測定点間で濃度の差はあまり大きくない。次に期別に濃度を比較すると，当該地域の南部と南西部の測定点（MP１，２，３，４，５，６，12，13，14）では第二次現地調査が高濃度を呈している。

表Ⅴ－２－１　ハイボリウムサンプラーによるTPM，SPMの期別平均濃度

測定点	TPM（μg/m³）					SPM（μg/m³）				
	第一次調査	第二次調査	第三次調査	第四次調査	平均	第一次調査	第二次調査	第三次調査	第四次調査	平均
MP 1	60.3	99.3	51.9	62.9	68.6	28.5	47.0	25.4	34.6	33.9
MP 2	54.9	64.4	51.0	42.4	53.2	34.9	31.3	25.8	26.1	29.5
MP 3	52.7	79.8	60.6	73.8	66.7	28.0	42.6	21.7	33.0	31.3
MP 4	79.7	91.5	65.0	60.5	74.2	40.4	52.1	29.6	36.0	39.5
MP 5	78.5	95.4	67.0	72.0	78.2	41.8	43.2	21.7	31.1	34.5
MP 6	54.1	86.9	67.7	57.0	66.4	33.2	44.8	28.9	27.0	33.5
MP 7	102.2	144.2	145.8	146.2	134.6	51.1	63.6	55.4	51.8	55.5
MP 8	43.0	77.0	91.8	67.1	69.7	29.3	39.0	42.8	34.6	36.4
MP 9	49.0	90.8	101.9	91.3	83.3	26.8	47.5	42.1	43.0	39.9
MP10	50.5	65.3	54.2	45.9	54.0	28.0	33.1	28.4	22.6	28.0
MP11	55.1	81.2	97.1	78.1	77.9	33.3	39.6	49.0	39.4	40.3
MP12	61.7	96.8	56.6	60.9	69.0	27.3	34.6	20.5	27.0	27.4
MP13	40.2	75.5	58.6	55.7	57.5	21.1	39.9	27.9	31.9	30.2
MP14	52.9	74.4	63.0	62.9	63.3	25.6	41.7	31.1	34.7	33.3
MP15	39.8	56.1	37.8	44.9	44.7	20.1	28.9	16.2	23.6	22.2
MP16	44.5	83.1	85.4	76.3	72.3	20.5	43.0	34.7	37.9	34.0
MP17	103.2	120.1	67.2	81.7	93.1	39.5	53.6	36.7	41.3	42.8
MP18	56.7	63.9	59.4	73.8	63.5	31.1	30.1	27.3	41.0	32.4
MP19	67.8	61.7	59.0	61.7	62.6	32.5	29.9	29.5	31.1	30.8
MP20	41.5	54.1	81.9	76.1	63.4	17.0	24.0	24.3	32.5	24.5

注）各調査の濃度は12日間の平均値である。

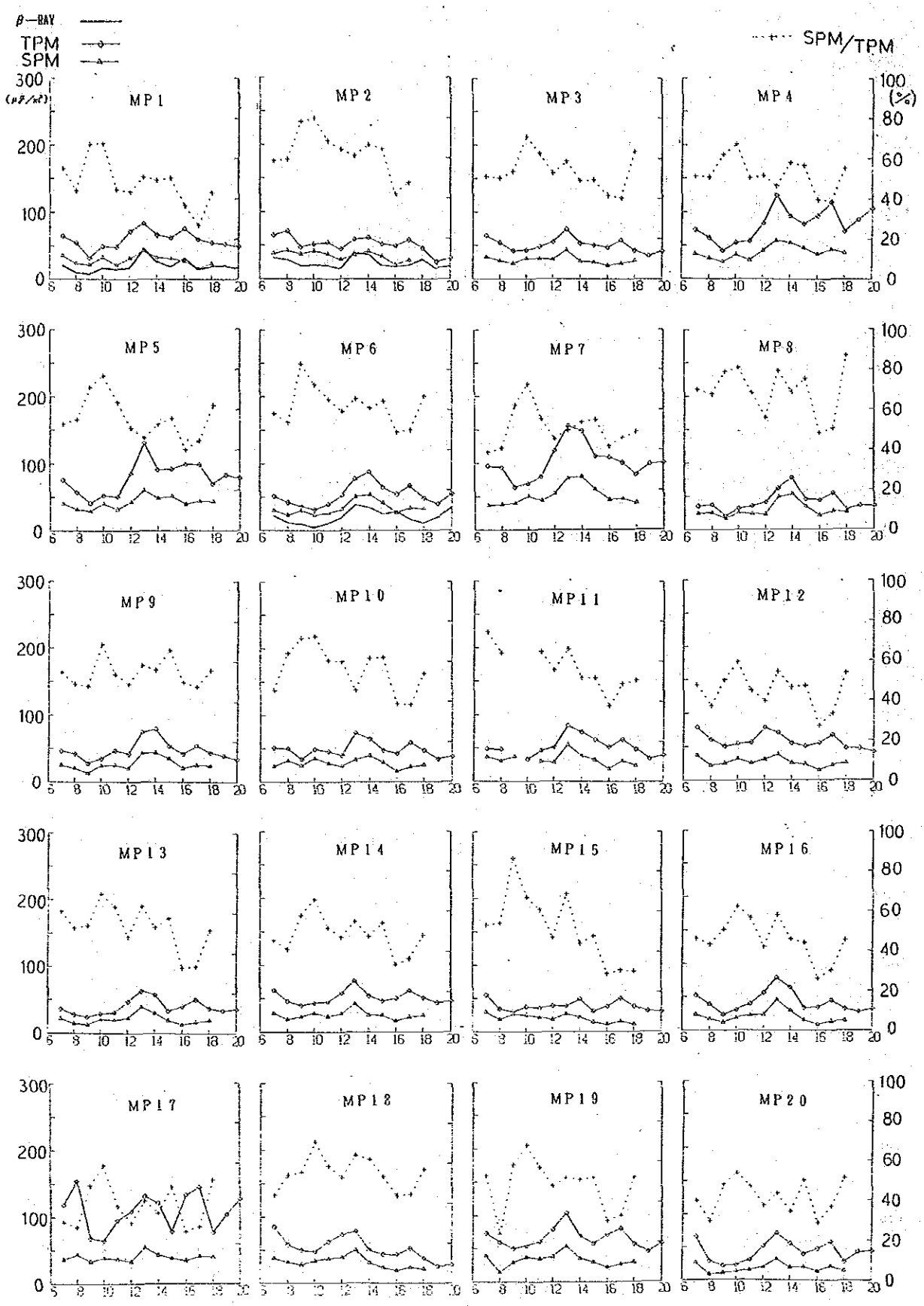


図V－2－1　ハイボリウムサンプラーによるTPM，SPMの期別平均濃度の分布図

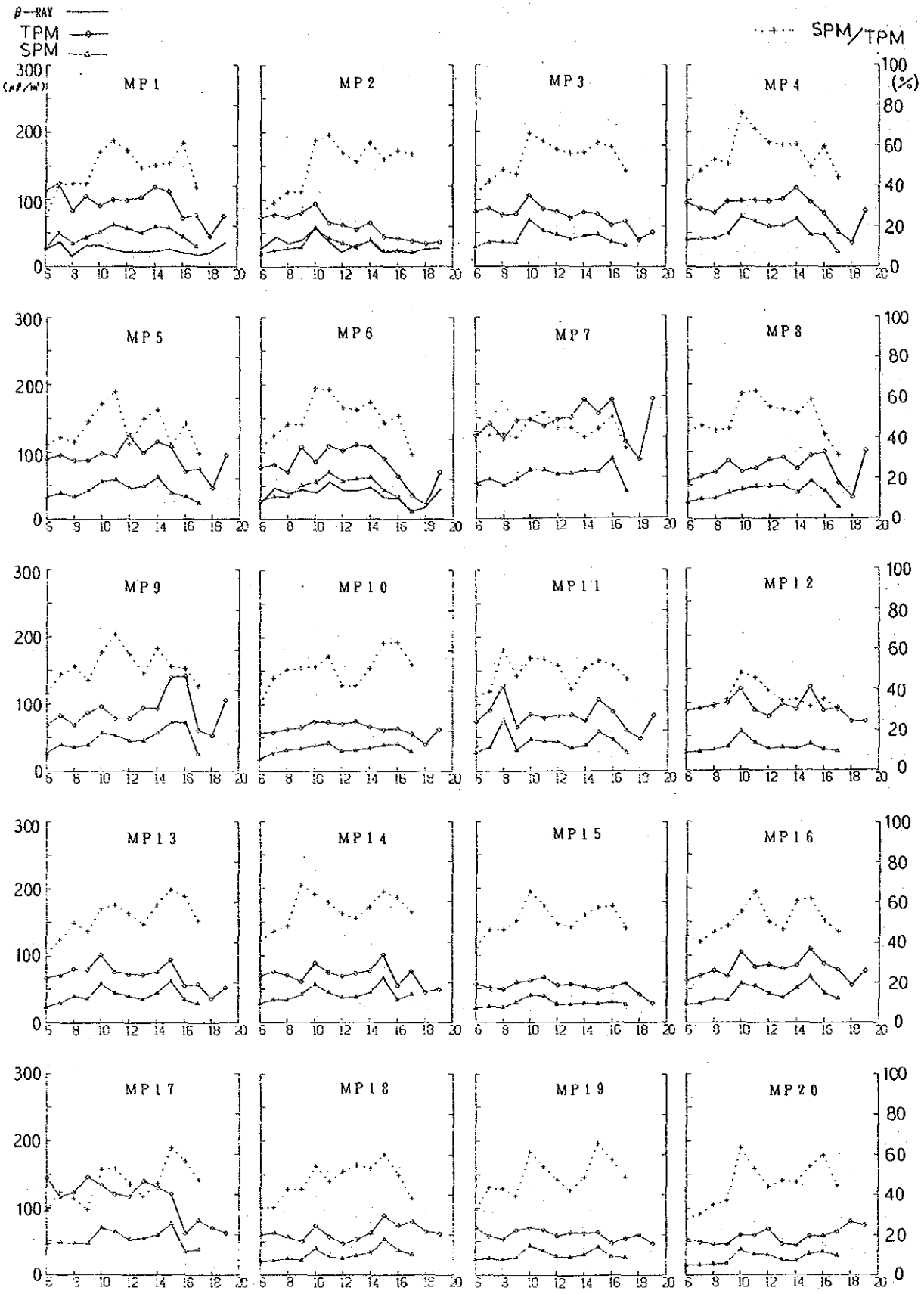
2.1.2　ハイボリウムサンプラーによるTPM，SPM濃度の日変動

ハイボリウムサンプラーによるTPM，SPM濃度の日変動図を図Ⅴ－２－２に示す。

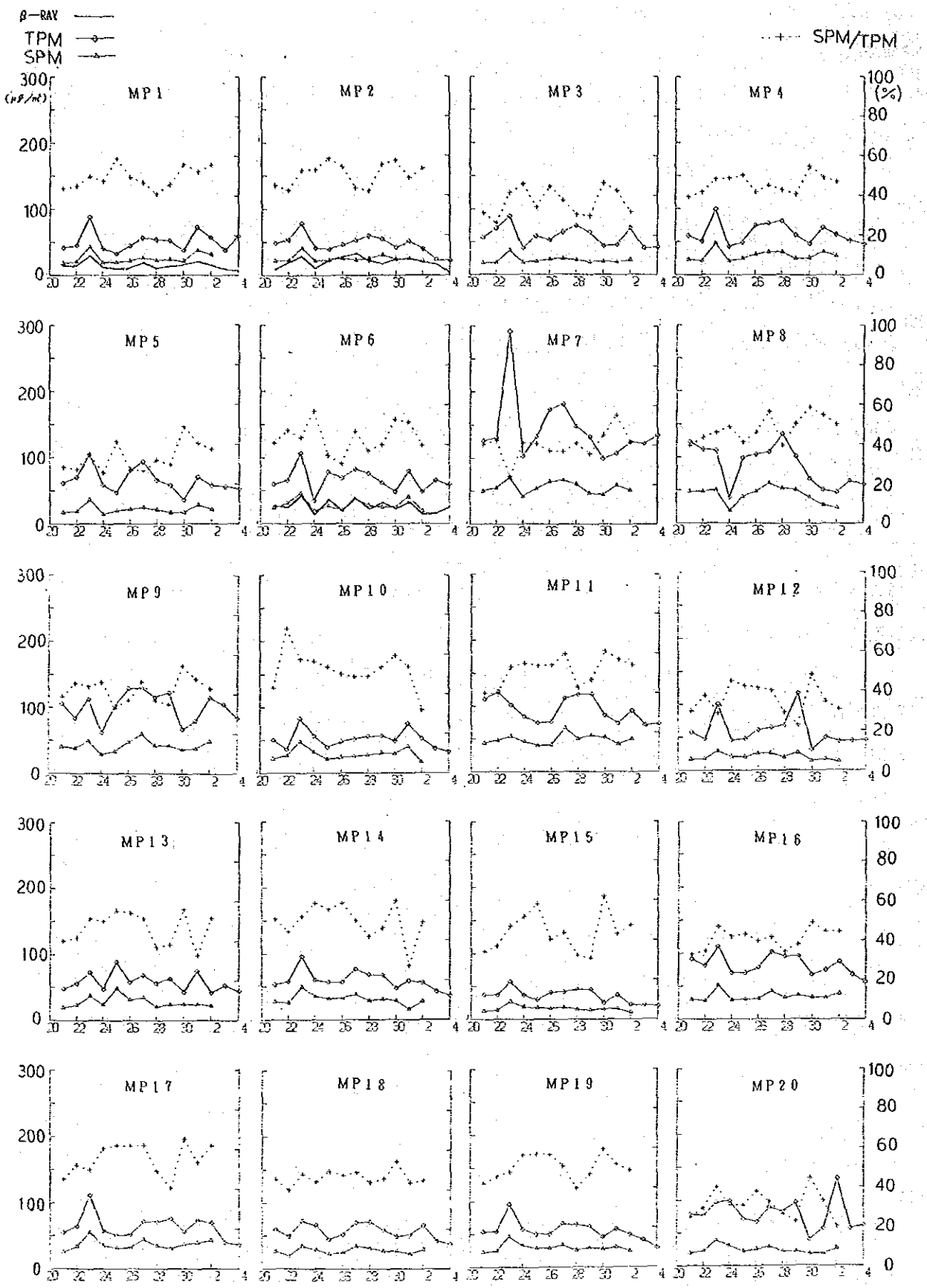
この図は，ハイボリウムサンプラーにより測定されたTPM，SPM及びSPM/TPM の日平均値を結んだものである。また，MP１，MP２，MP６については長期現地調査で得られたβ線粉じん計によるSPM濃度から計算した日平均値も重ねて図示した。ハイボリウムサンプラーによるSPM濃度とβ線粉じん計によるSPM濃度は，ほぼ同程度であると言えよう。なお，ハイボリウムサンプラーによるSPM/TPM の値は測定地点，測定日により異なるが，おおよそ30～70％の範囲内である。



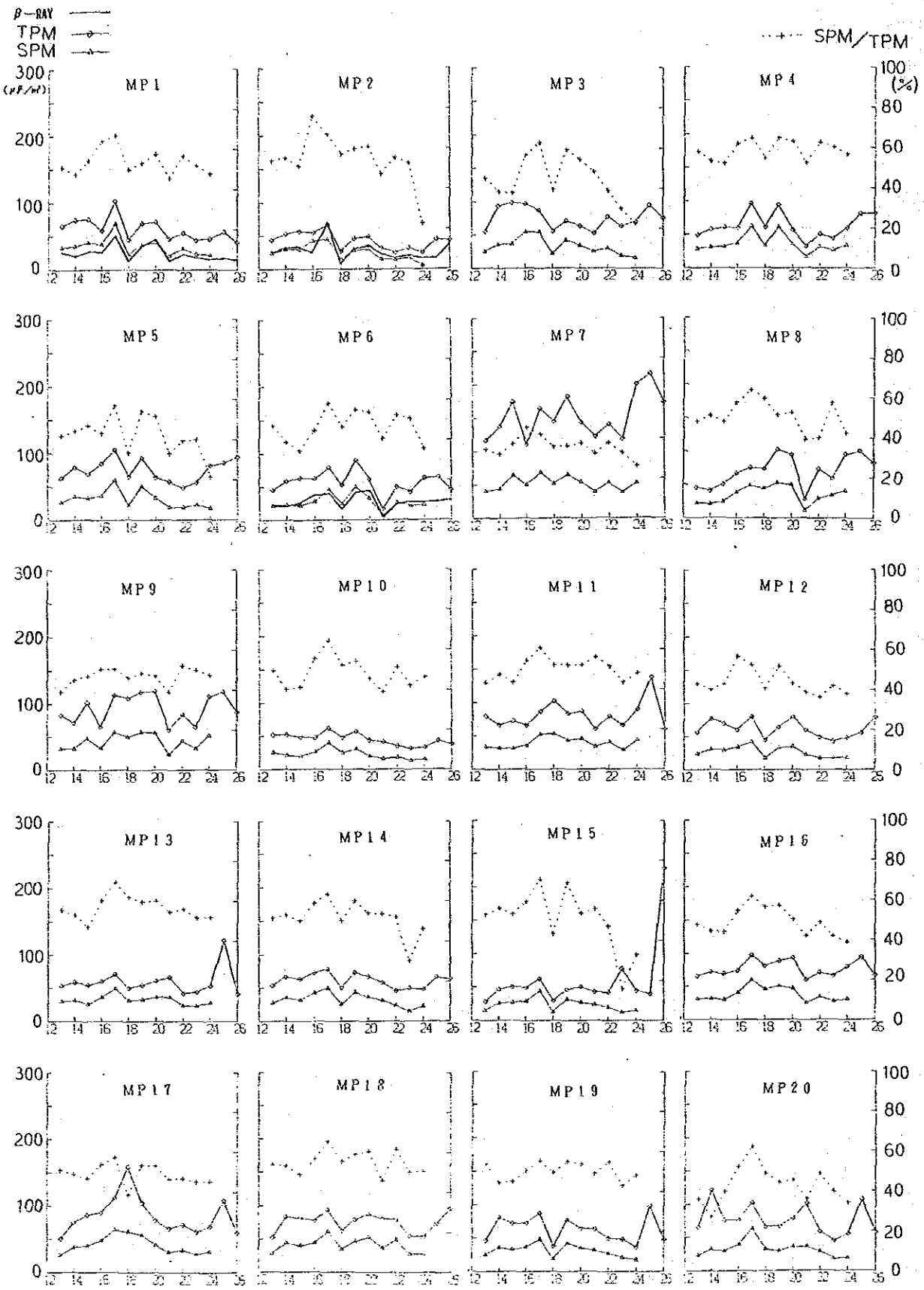
図V－2－2(1) ハイボリウムサンプラーによる日変動図（第1次現地調査）



図Ⅴ－2－2(2)　ハイボリウムサンプラーによる日変動図（第2次現地調査）



図V－2－2(3) ハイボリウムサンプラーによる日変動図（第3次現地調査）



図V－2－2(4) ハイボリウムサンプラーによる日変動図（第4次現地調査）

2.1.3　ハイボリウムサンプラーによるTPM，SPM濃度の期別にみた地点間の相関

粒子状物質の発生源は，第Ⅱ編に記したように，自然発生源に由来するものと人為発生源に由来するものがあって多種多様であり，その発生源分布も広範囲にわたっている。そして，こられ発生源から排出された粒子状物質は風に流されながら拡散し，測定点で濃度が測定される。測定された測定点間の濃度変動が同じような傾向を示せば，そこに寄与する発生源は同一であると推定でき，何ら無関係に変動していれば同一でないとみなすことができる。

そこで，ここでは，各短期現地調査期間中におけるTPMとSPMの日平均値を用いて，地点間相関，クラスター分析，主成分分析を行い，各現地調査期間内での測定点間の粒子状物質濃度の類似性と，測定点間の粒子状物質濃度の類似性が各現地調査で異なっているかどうかを検討した。

地点間相関は，ハイボリウムサンプラーによるTPM，SPM，SPM/TPM について，期別に地点間の相関係数を計算した。その結果を表Ⅴ－２－２に示す。TMPとSPMを比較すると，SPM のほうが相関係数が大きい傾向がみられる。

次に，これらの地点間相関係数を用いて，クラスター分析（最長距離法），主成分分析を行った。図Ⅴ－２－３にクラスター分析結果樹状図を，また表Ⅴ－２－３，図Ⅴ－２－４に主成分分析結果を示す。同一季節内でのTPM，SPM，SPM/TPM のクラスター分析結果樹状図，主成分分析結果をみると，その結果はそれぞれ異なっており，類似性を示していない。このことは，各測定点に寄与するTPM，SPMの発生源がそれぞれ異なることを示唆している。また，各現地調査ごとのTPM，SPM，SPM/TPM のクラスター分析，主成分分析結果をみると，各季節による類似性はみられない。このことは，気象要素が各現地調査ごとに異なっていることも原因しているが，各地現地調査ごとに各測定点に寄与する発生源が異なっていることが考えられる。

表Ⅴ－２－２(1)　ハイボリウムサンプラーによる地点間の相関係数（第１次現地調査）

（単位＝0.01）

TPM

局番	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		14	70	83	90	69	85	67	63	56	70	48	79	77	37	75	74	39	82	84
2	14		53	15	9	24	24	35	38	55	24	25	11	25	42	37	61	39	21	32
3	70	53		70	71	59	70	54	63	72	70	75	68	90	48	86	69	79	89	88
4	83	15	70		97	84	82	79	75	73	87	32	90	83	44	72	83	22	86	82
5	90	9	71	97		83	87	75	73	68	85	31	87	81	33	72	75	24	85	82
6	69	24	59	84	83		91	94	93	75	94	13	88	65	44	75	67	12	64	73
7	85	24	70	82	87	91		89	88	72	91	30	90	71	31	88	66	33	77	81
8	67	35	54	79	75	94	89		94	80	88	9	86	56	45	76	68	11	62	65
9	63	38	63	75	73	93	88	94		88	93	6	85	63	41	82	58	21	63	68
10	56	55	72	73	68	75	72	80	88		83	17	78	72	48	79	61	29	69	63
11	70	24	70	87	85	94	91	88	93	83		23	93	76	30	85	70	25	80	72
12	48	25	75	32	31	13	30	9	6	17	23		36	71	51	60	63	90	68	70
13	79	11	68	90	87	88	90	86	85	78	93	36		83	49	88	76	31	86	79
14	77	25	90	83	81	65	71	56	63	72	76	71	83		57	86	75	65	95	90
15	37	42	48	44	33	44	31	45	41	48	30	51	49	57		49	66	39	44	67
16	75	37	86	72	72	75	88	76	82	79	65	60	88	86	49		66	66	87	86
17	74	61	69	83	75	67	66	68	58	61	70	63	76	75	66	66		42	82	87
18	39	39	79	22	24	12	33	11	21	29	25	90	31	65	39	66	42		63	68
19	82	21	89	86	85	64	77	62	63	69	80	68	86	95	44	87	82	63		87
20	84	32	88	82	82	73	81	65	66	63	72	70	79	90	67	86	87	68	87	

SPM

局番	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		23	70	60	65	49	62	57	60	42	62	71	76	75	47	74	55	63	71	85
2	23		40	-10	-15	8	10	29	21	79	54	47	26	28	69	36	19	42	18	-5
3	70	40		42	50	34	40	46	49	44	77	89	82	91	61	89	76	90	82	73
4	60	-10	42		95	88	87	87	88	40	53	32	81	61	-4	65	82	28	54	73
5	65	-15	50	95		80	80	77	83	31	55	40	79	70	-4	63	84	30	61	78
6	49	8	34	88	80		89	91	88	47	69	27	78	56	11	65	73	26	53	65
7	62	10	40	87	80	89		92	89	63	62	27	83	59	14	71	75	39	58	55
8	57	29	46	87	77	91	92		97	71	66	30	85	56	17	74	80	37	50	58
9	60	21	49	88	83	88	89	97		63	63	32	84	58	13	72	78	35	55	66
10	42	79	44	40	31	47	63	71	63		62	36	58	43	40	57	54	42	33	12
11	62	54	77	53	55	69	62	66	63	62		77	79	85	77	84	76	77	73	68
12	71	47	89	32	40	27	27	30	32	36	77		70	88	84	76	54	83	84	74
13	76	26	82	81	79	78	83	85	84	58	79	70		88	42	96	92	74	84	80
14	75	28	91	61	70	56	59	56	58	43	85	88	86		57	88	84	80	93	81
15	47	69	61	-4	-4	11	14	17	13	40	77	84	42	57		56	21	74	59	40
16	74	36	89	65	63	65	71	74	72	57	84	76	96	88	56		86	88	83	77
17	55	19	76	82	84	73	75	80	78	54	76	54	92	84	21	86		65	78	71
18	63	42	90	28	30	26	39	37	35	42	77	83	74	80	74	88	65		77	63
19	71	18	82	54	61	53	58	50	55	33	73	84	84	93	59	83	78	77		81
20	85	-5	73	73	78	65	55	58	66	12	68	74	80	81	40	77	71	63	81	

SPM/TPM

局番	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		85	60	86	76	83	68	70	50	71	71	79	76	85	81	75	68	58	75	59
2	85		79	93	91	90	82	81	45	90	61	84	77	92	82	84	87	76	81	77
3	60	79		65	76	67	63	75	57	55	47	84	80	79	48	87	79	80	75	77
4	86	93	65		87	80	76	73	55	89	36	76	69	83	56	69	83	68	74	66
5	76	91	76	87		82	80	69	41	83	43	70	65	80	61	71	83	61	71	74
6	83	90	67	80	82		78	78	35	71	44	94	64	88	77	75	82	63	81	80
7	68	82	63	76	80	78		53	58	70	-7	64	54	85	57	66	81	75	75	72
8	70	81	75	73	69	78	53		58	54	49	92	77	78	52	77	86	67	67	79
9	50	45	57	55	41	35	58	58		32	38	79	67	67	17	57	64	61	62	62
10	71	90	55	89	83	71	70	54	32		30	50	58	72	62	62	79	64	51	44
11	71	61	47	36	43	44	-7	49	38	30		56	85	62	83	74	21	24	41	32
12	79	84	84	76	70	94	64	92	79	50	56		86	89	60	87	83	77	85	83
13	76	77	80	69	65	64	54	77	67	58	85	86		85	69	95	64	72	75	67
14	85	92	79	83	80	88	85	78	67	72	62	89	85		75	90	88	80	88	85
15	81	82	48	56	61	77	57	52	17	62	83	60	69	75		76	49	52	56	40
16	75	84	87	69	71	75	66	77	57	62	74	87	95	90	76		70	84	79	69
17	68	87	79	83	83	82	81	86	64	79	21	83	64	88	49	70		74	80	91
18	58	76	80	68	61	63	75	67	61	64	24	77	72	80	52	84	74		63	52
19	75	81	75	74	71	81	75	67	62	51	41	85	75	88	56	79	80	63		85
20	59	77	77	66	74	80	72	79	62	44	32	83	67	85	40	69	91	52	85	

表Ⅴ－２－２(2)　ハイポリウムサンプラーによる地点間の相関係数（第２次現地調査）

（単位＝0.01）

TPM

局番	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		36	39	67	59	60	19	-6	-5	-4	26	5	28	33	-14	-18	67	-22	55	-42
2	36		81	45	22	37	-13	-28	-37	28	-10	16	55	0	28	-21	69	-46	58	-33
3	39	81		47	44	36	-5	-27	-20	41	15	41	75	48	39	24	58	-9	71	11
4	67	45	47		71	91	58	37	21	59	30	11	50	17	10	16	68	-40	59	-38
5	59	22	44	71		68	31	21	0	44	32	4	48	43	-10	31	51	-29	37	13
6	60	37	36	91	68		46	49	12	70	22	3	43	8	24	9	67	-56	56	-31
7	19	-13	-5	58	31	46		71	77	38	49	10	10	-3	-21	44	-12	10	-9	-29
8	-8	-28	-27	37	21	49	71		76	50	52	16	14	-11	-19	45	-11	-7	-19	-10
9	-5	-37	-20	21	0	12	77	76		14	74	45	18	19	-36	65	-31	51	-20	-8
10	-4	28	41	59	44	70	38	50	14		18	14	45	8	52	41	31	-38	37	5
11	26	-10	15	30	32	22	49	52	74	18		46	42	49	-51	61	-4	36	-7	2
12	5	16	41	11	4	3	10	16	45	14	46		79	74	-5	68	24	57	37	-5
13	28	55	75	50	48	43	10	14	18	45	42	79		69	9	59	58	11	59	-5
14	33	0	48	17	43	8	-3	-11	19	8	49	74	69		-6	67	24	57	41	28
15	-14	28	39	10	-10	24	-21	-19	-36	52	-51	-5	9	-6		-7	20	-23	56	30
16	-18	-21	24	16	31	9	44	45	65	41	61	68	59	67	-7		-19	60	3	37
17	67	69	58	68	51	67	-12	-11	-31	31	-4	24	58	24	20	-19		-50	82	-58
18	-22	-46	-9	-40	-29	-56	10	-7	51	-38	36	57	11	57	-23	60	-50		-17	31
19	55	58	71	59	37	56	-9	-19	-20	37	-7	37	59	41	56	3	82	-17		-5
20	-42	-33	11	-38	13	-31	-29	-10	-6	5	2	-5	-5	28	30	37	-58	31	-5	

SPM

局番	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		58	69	78	81	84	66	83	69	63	69	46	65	53	54	70	71	38	62	46
2	58		92	86	82	70	42	44	32	50	36	85	60	44	82	53	59	18	65	60
3	69	92		80	73	66	51	63	54	63	66	93	82	69	82	76	79	49	87	79
4	78	86	80		95	93	66	71	51	49	44	66	58	35	64	55	64	19	55	39
5	81	82	73	95		93	53	61	40	42	31	57	51	35	62	51	66	11	51	33
6	84	70	66	93	93		57	79	44	47	38	51	51	32	56	49	64	7	45	31
7	66	42	51	66	53	57		73	88	68	70	42	44	25	51	57	32	45	46	42
8	83	44	63	71	61	79	73		77	67	78	52	71	55	48	71	69	49	62	49
9	69	32	54	51	40	44	88	77		82	90	46	71	58	48	81	50	77	66	55
10	63	50	63	49	42	47	68	67	82		76	62	73	63	77	80	45	64	71	68
11	69	36	66	44	31	38	70	78	90	76		55	85	72	46	88	67	79	80	67
12	46	85	93	66	57	51	42	52	46	62	55		76	70	86	66	70	48	85	72
13	65	60	82	58	51	51	44	71	71	73	85	76		90	59	92	86	77	90	69
14	53	44	69	35	35	32	25	55	58	63	72	70	90		56	87	82	83	92	74
15	54	82	82	64	62	56	51	48	48	77	46	86	59	56		64	49	37	76	76
16	70	53	76	55	51	49	57	71	81	80	88	66	92	87	64		79	85	92	78
17	71	59	79	64	66	64	32	69	50	45	67	70	86	82	49	79		57	85	63
18	38	18	49	19	11	7	45	49	77	64	79	48	77	83	37	85	57		78	66
19	62	65	87	55	51	45	46	62	66	71	80	85	90	92	76	92	85	78		83
20	46	60	79	39	33	31	42	49	55	68	67	72	69	74	76	78	63	66	83	

SPM/TPM

局番	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		84	93	81	58	82	68	61	82	62	84	71	84	63	83	69	72	72	74	81
2	84		89	72	52	68	40	48	73	54	81	64	83	59	77	75	72	70	73	88
3	93	89		82	56	83	62	70	78	61	87	71	89	68	89	77	79	87	85	94
4	81	72	82		79	95	71	73	82	24	67	92	54	45	77	57	40	61	51	75
5	58	52	56	79		82	63	61	69	23	43	77	32	43	64	60	18	35	26	53
6	82	68	83	95	82		71	84	90	28	69	86	59	49	75	70	40	69	49	71
7	68	40	62	71	63	71		67	59	28	49	70	42	27	58	50	46	41	45	51
8	61	48	70	73	61	84	67		76	13	55	72	45	34	59	70	42	65	48	68
9	82	73	78	82	69	90	59	76		38	76	77	66	39	69	78	51	56	55	64
10	62	54	61	24	23	28	28	13	38		73	18	83	74	75	59	81	47	82	62
11	84	81	87	67	43	69	49	55	76	73		67	89	80	89	83	77	69	84	83
12	71	64	71	92	77	86	70	72	77	18	67		40	48	72	57	34	42	45	70
13	84	83	89	54	32	59	42	45	66	83	89	40		71	82	79	89	82	90	84
14	63	59	68	45	43	49	27	34	39	74	80	48	71		81	64	56	62	67	71
15	83	77	89	77	64	75	58	59	69	75	89	72	82	81		75	77	69	88	91
16	69	75	77	57	60	70	50	70	78	59	83	57	79	64	75		69	68	70	75
17	72	72	79	40	18	40	46	42	51	81	77	34	89	56	77	69		63	96	79
18	72	70	87	61	35	69	41	65	56	47	69	42	82	62	69	68	63		70	79
19	74	73	85	51	26	49	45	48	55	82	84	45	90	67	88	70	96	70		87
20	81	88	94	75	53	71	51	68	64	62	83	70	84	71	91	75	79	79	87	

表Ⅴ－２－２(3)　ハイボリウムサンプラーによる地点間の相関係数（第３次現地調査）

（単位＝0.01）

TPM

局番	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		76	55	82	72	64	67	-1	24	88	13	71	16	76	59	65	92	54	79	29
2	76		74	80	74	76	81	54	32	63	52	89	31	86	89	79	87	51	91	11
3	55	74		65	56	64	73	57	59	24	59	73	37	71	54	82	71	49	68	50
4	82	80	65		82	80	83	42	61	67	20	88	30	80	73	77	75	58	77	17
5	72	74	56	82		70	83	36	49	51	25	85	32	81	76	72	66	54	77	26
6	64	76	64	80	70		79	55	47	48	13	80	74	73	66	60	64	17	71	-11
7	67	81	73	83	83	79		46	52	51	20	93	49	89	76	74	76	49	87	24
8	-1	54	57	42	36	55	46		59	-18	63	56	44	35	56	57	14	13	33	-12
9	24	32	59	61	49	47	52	59		1	34	57	38	44	39	69	23	38	27	38
10	88	63	24	67	51	48	51	-16	1		-11	61	9	64	56	44	80	49	73	13
11	13	52	59	20	25	13	20	63	34	-11		35	-10	35	43	69	33	45	33	31
12	71	89	73	88	85	80	93	56	57	61	35		46	92	92	85	78	61	91	28
13	16	31	37	30	32	74	49	44	38	9	-10	46		49	39	23	24	-13	40	-9
14	76	86	71	80	81	73	89	35	44	64	35	92	49		84	82	88	68	96	37
15	59	89	54	73	76	66	76	56	39	56	43	92	39	84		73	69	52	85	10
16	65	79	82	77	72	60	74	57	69	44	69	65	23	82	73		75	75	77	49
17	92	87	71	75	66	64	76	14	23	80	33	78	24	88	69	75		59	91	35
18	54	51	49	58	54	17	49	13	36	49	45	61	-13	68	52	75	59		65	67
19	79	91	68	77	77	71	87	33	27	73	33	91	40	96	85	77	91	65		29
20	29	11	50	17	26	-11	24	-12	36	13	31	28	-9	37	10	49	35	67	29	

SPM

局番	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		63	72	82	90	69	56	-10	41	67	23	28	13	24	48	80	84	38	64	53
2	63		83	70	70	60	48	36	25	76	27	65	29	65	72	74	61	41	78	60
3	72	83		89	85	61	73	31	54	56	36	71	43	77	77	88	84	62	82	80
4	82	70	89		93	74	83	30	59	62	35	61	29	48	64	83	82	60	71	58
5	90	70	85	93		84	83	21	52	67	23	57	36	40	65	80	83	39	73	59
6	69	60	61	74	84		69	37	35	73	35	50	34	26	63	63	67	24	67	36
7	56	48	73	83	83	69		54	69	34	23	74	42	39	49	58	57	33	50	47
8	-10	36	31	30	21	37	54		57	1	48	55	22	36	17	28	1	25	13	5
9	41	25	54	59	52	35	69	57		-7	68	45	13	38	11	68	49	59	24	38
10	67	76	56	62	67	73	34	1	-7		12	45	10	31	74	51	59	23	77	44
11	23	27	36	35	23	35	23	48	68	12		32	-2	45	22	64	50	71	35	36
12	28	65	71	61	57	50	74	55	45	45	32		56	80	81	54	45	46	78	72
13	13	29	43	29	36	34	42	22	13	10	-2	58		50	57	30	29	1	51	36
14	24	65	77	48	40	26	39	36	38	31	45	80	50		79	67	55	67	79	86
15	48	72	77	64	65	63	49	17	11	74	22	81	57	79		61	66	45	96	77
16	80	74	88	83	80	63	58	28	68	51	64	54	30	67	61		88	74	76	72
17	84	61	84	82	83	67	57	1	49	59	50	45	29	55	66	88		60	78	75
18	38	41	62	60	39	24	33	25	59	23	71	46	1	67	45	74	60		53	64
19	64	78	82	71	73	67	50	13	24	77	35	78	51	79	96	76	78	53		83
20	53	60	80	58	59	36	47	5	38	44	36	72	36	86	77	72	75	64	83	

SPM/TPM

局番	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		76	39	76	76	1	21	39	19	-15	68	39	82	24	82	80	65	55	72	30
2	76		45	54	52	-11	-10	27	-8	-8	53	50	62	51	63	64	37	60	72	28
3	39	45		63	28	38	6	53	49	8	79	54	73	34	60	69	55	53	75	77
4	76	54	63		77	49	24	54	58	12	77	50	75	20	92	89	65	58	69	56
5	76	52	28	77		12	37	37	34	-3	47	19	48	-4	65	69	35	58	39	38
6	1	-11	38	49	12		34	56	83	40	31	34	11	-11	35	35	15	-4	24	27
7	21	-10	6	24	37	34		27	32	0	11	23	-3	-49	12	2	22	-18	17	-10
8	39	27	53	54	37	56	27		71	2	78	47	48	-5	40	68	42	44	52	39
9	19	-8	49	58	34	83	32	71		29	48	35	37	-3	46	53	41	20	34	52
10	-15	-8	8	12	-3	40	0	2	29		-14	40	-5	-1	9	-1	-8	-10	17	49
11	68	53	79	77	47	31	11	78	48	-14		54	87	24	73	88	74	67	79	56
12	39	50	54	50	19	34	23	47	35	40	54		62	53	67	36	78	49	86	52
13	82	62	73	75	48	11	-3	48	37	-5	87	62		81	87	83	87	67	87	62
14	24	51	34	20	-4	-11	-49	-5	-3	-1	24	53	81		50	20	47	56	51	33
15	82	63	60	92	65	35	12	40	46	9	73	67	87	50		81	79	65	81	56
16	80	64	69	89	69	35	2	68	53	-1	88	36	83	20	81		59	63	70	59
17	65	37	55	65	35	15	22	42	41	-8	74	78	87	47	79	59		49	79	44
18	55	60	53	58	58	-4	-18	44	20	-10	67	49	67	56	65	63	49		60	61
19	72	72	75	69	39	24	17	52	34	17	79	86	87	51	81	70	79	60		60
20	30	28	77	56	38	27	-10	39	52	49	56	52	62	33	56	59	44	61	60	

表Ⅴ－２－２(4)　ハイボリウムサンプラーによる地点間の相関係数（第４次現地調査）

（単位＝0.01）

TPM

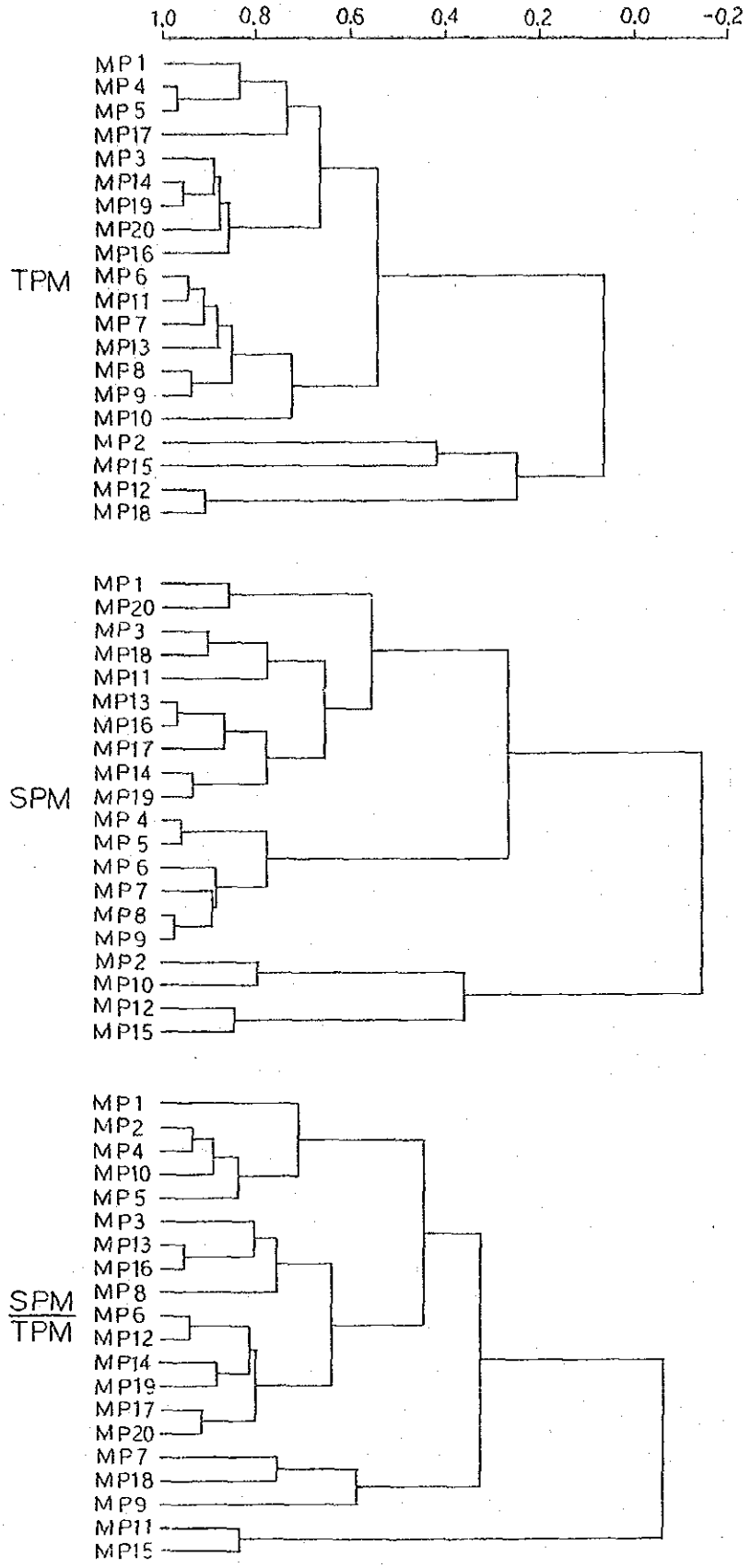
局番	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		88	55	69	65	61	23	6	39	78	9	85	56	70	68	56	82	67	78	55
2	88		66	56	66	53	3	-7	17	78	-16	85	64	87	66	40	77	62	86	58
3	55	66		38	48	50	19	-3	-3	31	-27	48	18	51	66	14	46	51	63	36
4	69	56	38		86	92	57	60	68	70	47	43	29	67	51	81	92	40	52	14
5	65	66	48	86		78	46	36	42	69	21	51	58	89	60	66	83	35	61	37
6	61	53	50	92	78		62	71	71	55	46	41	12	64	48	79	80	32	44	0
7	23	3	19	57	46	62		59	77	11	52	14	4	32	32	51	35	9	3	-10
8	6	-7	-3	60	36	71	59		77	0	68	-2	-15	29	21	78	38	4	-10	-44
9	39	17	-3	68	42	71	77	77		34	84	28	10	25	20	83	56	18	2	-14
10	78	78	31	70	69	55	11	0	34		18	67	58	70	27	48	89	48	69	56
11	9	-16	-27	47	21	46	52	68	84	18		-11	-13	-15	-23	67	42	-13	-36	-30
12	85	85	48	43	51	41	14	-2	28	67	-11		73	78	72	46	59	80	85	76
13	56	64	18	29	58	12	4	-15	10	58	-13	73		73	59	35	49	59	66	77
14	70	87	51	67	89	64	32	29	25	70	-15	78	73		78	58	78	61	90	48
15	68	66	66	51	60	48	32	21	20	27	-23	72	59	78		50	77	80	76	44
16	56	40	14	81	66	79	51	78	83	48	67	46	35	58	50		73	44	33	11
17	82	77	46	92	83	80	35	38	56	89	42	59	49	78	77	73		61	75	28
18	67	62	51	40	35	32	9	4	18	48	-13	80	59	61	80	44	61		83	69
19	78	86	63	52	61	44	3	-10	2	69	-36	85	66	90	76	33	75	83		72
20	55	58	36	14	37	0	-10	-44	-14	56	-30	76	77	48	44	11	28	69	72	

SPM

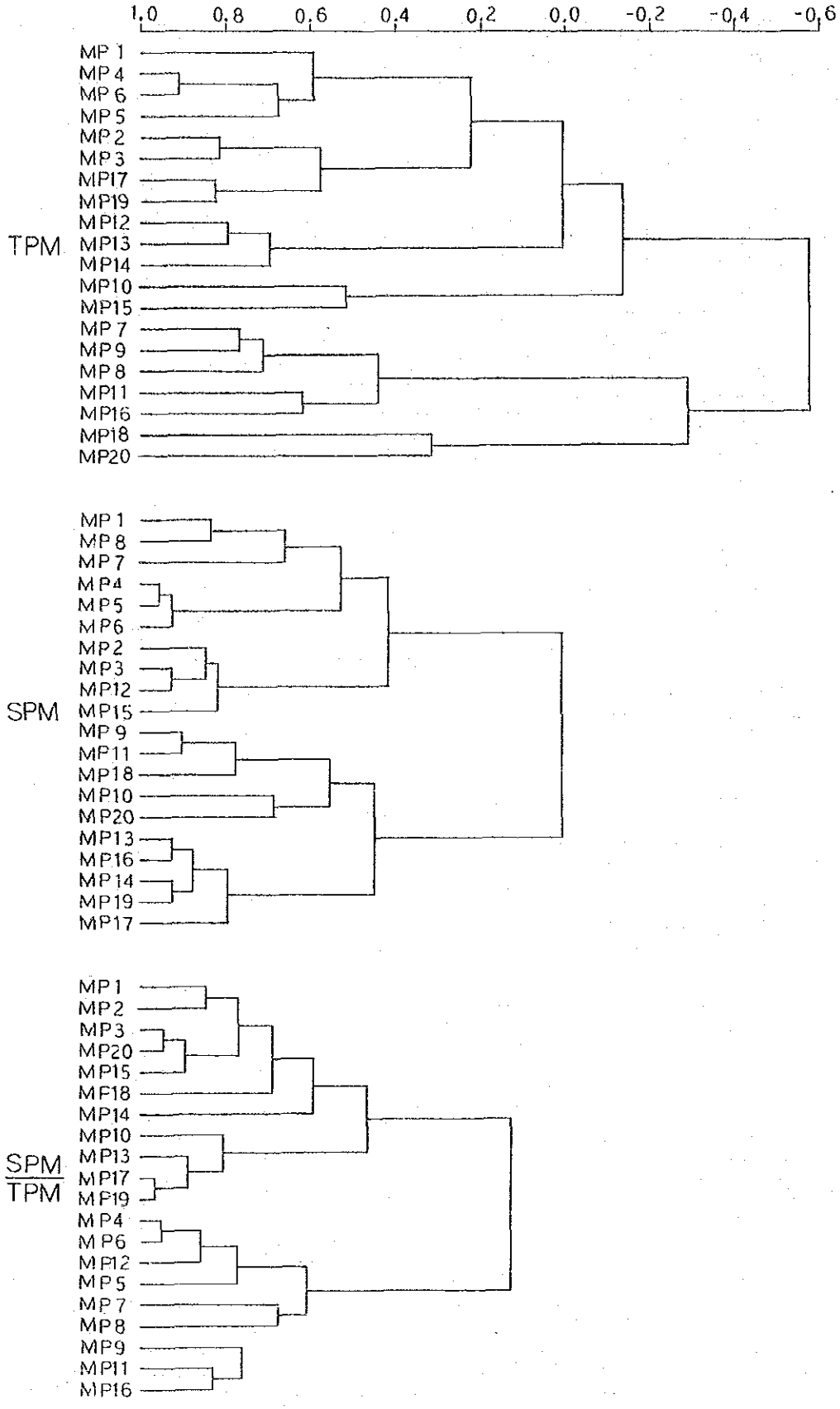
局番	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		84	82	73	88	69	68	37	46	79	35	86	69	76	87	71	87	80	82	81
2	84		93	62	83	57	53	39	33	71	21	93	69	88	81	57	82	60	80	70
3	82	93		65	85	62	58	31	23	74	19	89	67	90	90	63	88	78	90	78
4	73	62	65		88	97	80	76	73	83	60	65	54	76	70	88	91	63	67	54
5	88	83	85	88		83	68	50	46	86	33	90	69	93	88	78	96	72	89	72
6	69	57	62	97	83		75	83	76	76	58	63	45	69	63	88	86	65	63	45
7	68	53	58	80	68	75		60	84	62	57	57	38	54	67	72	79	63	56	51
8	37	39	31	76	50	83	60		82	48	72	34	32	52	29	82	63	41	24	25
9	46	33	23	73	46	76	84	82		44	76	32	25	35	35	74	58	47	25	27
10	79	71	74	83	86	76	62	48	44		57	73	74	73	72	85	98	60	70	75
11	35	21	19	60	33	58	57	72	76	57		20	52	23	28	81	67	47	17	50
12	86	93	89	65	90	63	57	34	32	73	20		76	94	92	64	88	75	93	75
13	69	69	67	54	69	45	38	32	25	74	52	76		78	77	69	74	65	71	90
14	76	88	90	76	93	69	54	52	35	73	23	94	78		92	65	91	65	93	72
15	87	81	90	70	88	63	67	29	35	72	28	92	77	92		65	93	86	97	85
16	71	57	63	88	78	88	72	82	74	85	81	64	69	65	65		93	73	61	70
17	87	82	88	91	96	86	79	63	58	98	67	88	74	91	93	93		76	89	77
18	80	60	78	63	72	65	63	41	47	60	47	75	65	65	86	73	76		83	81
19	82	80	90	67	89	63	56	24	25	70	17	93	71	93	97	61	89	83		77
20	81	70	78	54	72	45	51	25	27	75	50	75	90	72	85	70	77	81	77	

SPM/TPM

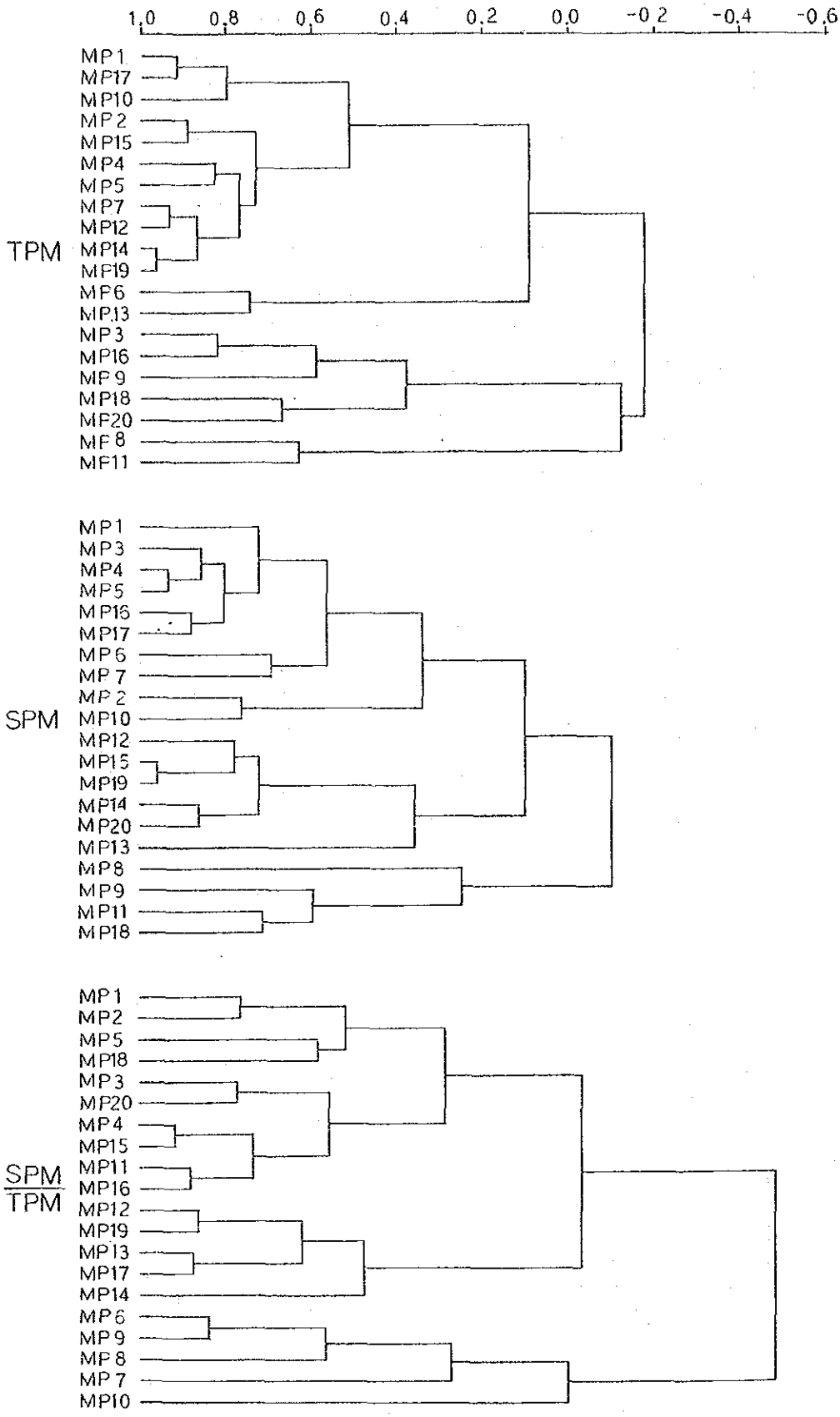
局番	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		83	63	72	64	57	88	56	65	75	49	73	63	68	54	69	77	75	49	85
2	83		65	63	46	41	88	62	55	75	51	83	68	70	44	73	81	65	40	68
3	63	65		56	77	62	74	40	6	59	68	75	74	91	90	78	90	60	67	60
4	72	63	56		56	87	51	39	63	72	40	56	63	71	48	62	66	83	68	67
5	64	46	77	56		62	66	51	29	42	25	63	45	68	87	63	78	61	40	45
6	57	41	62	87	62		48	48	41	66	45	41	74	61	56	71	63	81	69	68
7	88	88	74	51	66	48		54	44	63	48	74	59	58	61	75	73	61	44	78
8	56	62	40	39	51	48	54		39	56	24	65	61	53	48	67	69	45	2	57
9	65	55	6	63	29	41	44	39		48	22	33	27	44	14	37	31	59	11	59
10	75	75	59	72	42	66	63	56	48		59	66	85	71	43	87	78	81	71	85
11	49	51	68	40	25	45	48	24	22	59		41	80	70	46	63	70	54	55	67
12	73	83	75	56	63	41	74	65	33	66	41		58	82	74	70	82	45	33	58
13	63	68	74	63	45	74	59	61	27	85	80	58		71	50	89	89	79	70	80
14	68	70	91	71	68	61	58	53	44	71	70	82	71		91	69	90	59	48	58
15	54	44	90	48	87	56	61	48	14	43	46	74	50	91		63	79	43	38	40
16	69	73	78	62	63	71	75	67	37	87	63	70	89	69	63		93	80	66	82
17	77	81	90	66	78	63	73	69	31	78	70	82	89	90	79	93		77	67	71
18	75	65	60	83	61	81	61	45	59	81	54	45	79	59	43	80	77		76	75
19	49	40	67	68	40	69	44	2	11	71	55	33	70	48	38	66	67	76		59
20	85	68	60	67	45	68	78	57	59	85	67	58	80	58	40	82	71	75	59	



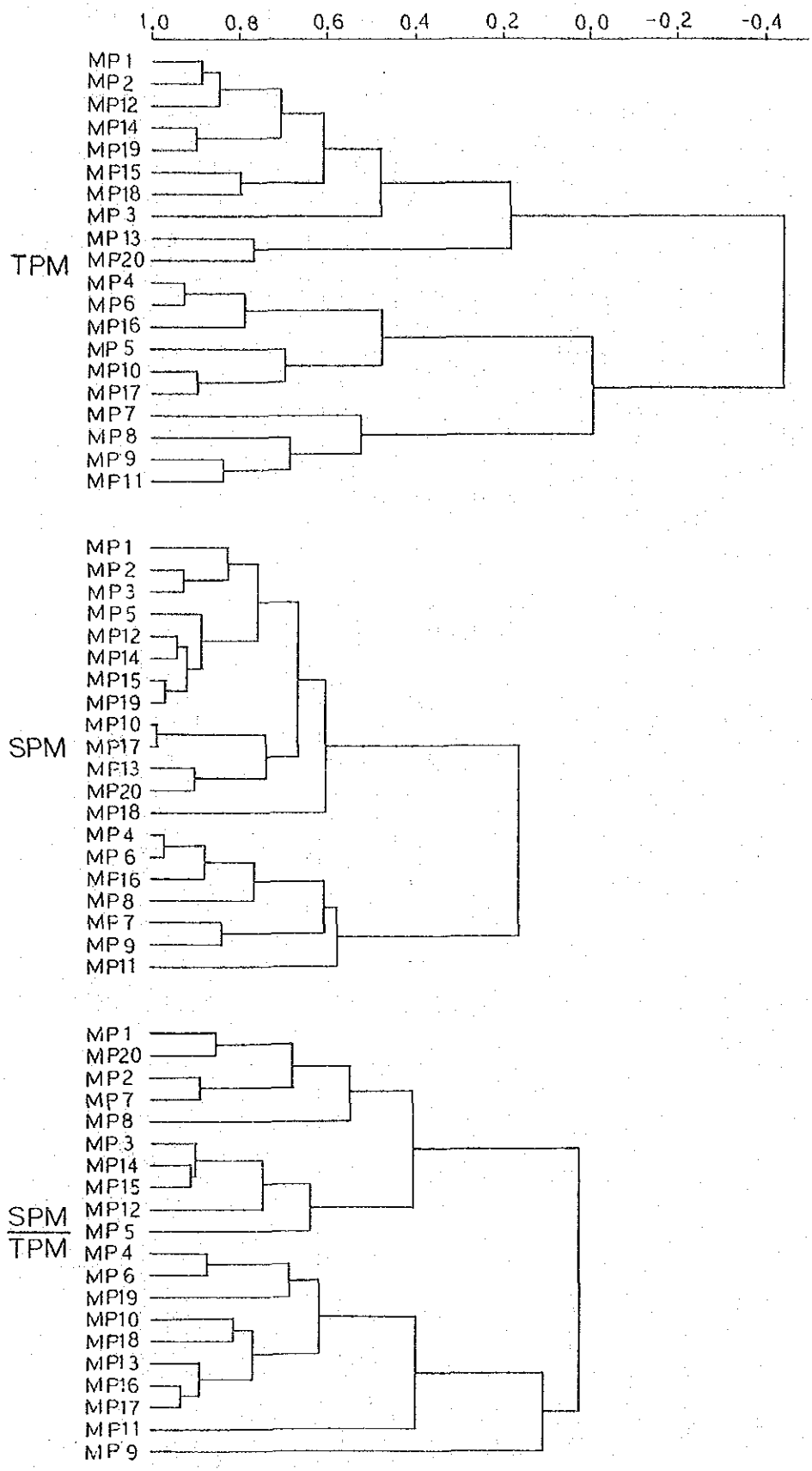
図V　2　3(1)　ハイボリウムサンプラーによるクラスター分析結果樹状図（第1次現地調査）



図Ⅴ－２－３(2)　ハイボリウムサンプラーによるクラスター分析結果樹状図（第２次現地調査）



図ソ 2 3(3) ハイボリウムサンプラーによるクラスター分析結果樹状図（第3次現地調査）



図Ⅴ－２－３(4)　ハイボリウムサンプラーによるクラスター分析結果樹状図（第４次現地調査）

表V－2－3(1)　ハイボリウムサンプラーによる主成分分析結果表（第1次現地調査）

TPM

局番	固有値及び固有ベクトル					因子負荷量				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	0.231	0.008	-0.254	0.101	0.248	0.853	0.014	-0.305	0.093	0.188
2	0.102	-0.162	0.695	-0.060	0.442	0.378	-0.265	0.833	-0.055	0.335
3	0.236	-0.233	0.044	-0.245	0.131	0.871	-0.381	0.053	-0.227	0.099
4	0.246	0.127	-0.159	0.219	0.197	0.909	0.208	-0.190	0.204	0.149
5	0.242	0.131	-0.242	0.113	0.252	0.894	0.215	-0.290	0.104	0.191
6	0.234	0.257	0.057	0.054	-0.133	0.864	0.420	0.068	0.050	-0.101
7	0.247	0.158	-0.067	-0.166	0.011	0.910	0.258	-0.081	-0.154	0.009
8	0.227	0.265	0.174	0.026	-0.101	0.838	0.433	0.209	0.024	-0.076
9	0.230	0.244	0.199	-0.181	-0.186	0.850	0.399	0.239	-0.168	-0.141
10	0.224	0.120	0.297	-0.186	-0.035	0.826	0.196	0.356	-0.172	-0.026
11	0.246	0.201	-0.013	-0.170	0.004	0.909	0.329	-0.016	-0.158	0.003
12	0.143	-0.500	-0.140	0.042	-0.052	0.529	-0.819	-0.167	0.039	-0.040
13	0.253	0.132	-0.115	0.052	-0.205	0.934	0.216	-0.137	0.048	-0.155
14	0.246	-0.162	-0.139	-0.003	-0.075	0.909	-0.264	-0.167	-0.002	-0.057
15	0.153	-0.184	0.291	0.591	-0.525	0.564	-0.301	0.349	0.548	-0.397
16	0.252	-0.066	0.021	-0.290	-0.243	0.929	-0.108	0.025	-0.269	-0.184
17	0.231	-0.106	0.133	0.410	0.371	0.852	-0.174	0.159	0.380	0.281
18	0.139	-0.477	-0.002	-0.331	-0.146	0.514	-0.780	-0.003	-0.307	-0.111
19	0.250	-0.127	-0.200	-0.053	0.108	0.921	-0.207	-0.239	-0.049	0.082
20	0.252	-0.157	-0.068	0.142	-0.059	0.931	-0.257	-0.082	0.131	-0.045
固有値	13.626	2.678	1.435	0.860	0.573					

SPM

局番	固有値及び固有ベクトル					因子負荷量				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	0.224	-0.046	-0.132	0.466	-0.580	0.803	-0.085	-0.181	0.362	-0.403
2	0.095	-0.305	0.528	0.065	-0.112	0.339	-0.559	0.725	0.050	-0.078
3	0.233	-0.222	-0.122	-0.295	-0.213	0.836	-0.407	-0.168	-0.229	-0.148
4	0.219	0.317	-0.051	0.046	-0.020	0.786	0.581	-0.070	0.036	-0.014
5	0.221	0.278	-0.162	0.012	-0.096	0.790	0.510	-0.223	0.009	-0.068
6	0.215	0.276	0.103	0.203	0.433	0.772	0.506	0.141	0.157	0.301
7	0.225	0.251	0.150	0.057	0.017	0.804	0.460	0.206	0.045	0.012
8	0.230	0.234	0.244	0.046	-0.010	0.825	0.429	0.336	0.036	-0.007
9	0.231	0.244	0.164	0.086	-0.070	0.826	0.446	0.226	0.067	-0.048
10	0.170	-0.034	0.546	-0.092	-0.280	0.610	-0.062	0.749	-0.072	-0.195
11	0.246	-0.140	0.119	0.103	0.445	0.883	-0.257	0.164	0.080	0.309
12	0.211	-0.316	-0.149	0.145	-0.034	0.757	-0.580	-0.205	0.112	-0.024
13	0.273	0.041	-0.016	-0.126	-0.050	0.980	0.075	-0.022	-0.098	-0.035
14	0.256	-0.117	-0.157	-0.132	0.055	0.917	-0.215	-0.216	-0.103	0.039
15	0.144	-0.419	0.102	0.366	0.307	0.517	-0.769	0.141	0.284	0.213
16	0.265	-0.077	-0.005	-0.190	-0.018	0.950	-0.141	-0.007	-0.148	-0.012
17	0.252	0.099	-0.024	-0.472	0.082	0.903	0.182	-0.032	-0.366	0.057
18	0.212	-0.287	-0.079	-0.261	-0.025	0.758	-0.526	-0.108	-0.203	-0.017
19	0.240	-0.117	-0.217	-0.060	0.135	0.859	-0.214	-0.298	-0.047	0.094
20	0.234	0.020	-0.341	0.310	-0.020	0.839	0.037	-0.469	0.241	-0.014
固有値	12.834	3.361	1.886	0.602	0.483					

SPM/TPM

局番	固有値及び固有ベクトル					因子負荷量				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	0.230	0.169	0.180	0.071	0.347	0.871	0.224	0.214	0.062	0.263
2	0.256	0.016	0.211	0.013	-0.050	0.970	0.021	0.251	0.011	-0.038
3	0.224	-0.031	-0.208	-0.116	-0.410	0.851	-0.040	-0.248	-0.101	-0.312
4	0.233	-0.128	0.195	-0.073	0.355	0.884	-0.170	0.232	-0.063	0.270
5	0.230	-0.107	0.231	0.077	-0.006	0.872	-0.141	0.275	0.067	-0.005
6	0.238	-0.035	0.180	0.349	-0.138	0.902	-0.047	0.214	0.303	-0.105
7	0.214	-0.354	0.141	-0.132	-0.007	0.811	-0.469	0.167	-0.114	-0.005
8	0.225	-0.000	-0.170	0.190	-0.076	0.853	-0.000	-0.202	0.165	-0.058
9	0.171	-0.093	-0.486	-0.238	0.558	0.650	-0.124	-0.578	-0.207	0.424
10	0.202	-0.112	0.421	-0.296	0.156	0.767	-0.148	0.500	-0.257	0.118
11	0.152	0.649	-0.053	0.044	0.139	0.575	0.859	-0.063	0.038	0.106
12	0.247	0.029	-0.250	0.142	0.005	0.936	0.038	-0.297	0.123	0.004
13	0.230	0.269	-0.198	-0.182	0.024	0.872	0.355	-0.235	-0.158	0.018
14	0.258	0.015	-0.020	-0.010	0.042	0.977	0.020	-0.024	-0.008	0.032
15	0.194	0.366	0.328	0.008	-0.144	0.736	0.484	0.390	0.007	-0.109
16	0.241	0.192	-0.113	-0.197	-0.285	0.912	0.254	-0.134	-0.170	-0.216
17	0.238	-0.278	-0.022	0.099	0.008	0.903	-0.367	-0.026	0.086	0.006
18	0.212	-0.122	-0.097	-0.546	-0.304	0.804	-0.162	-0.115	-0.474	-0.231
19	0.230	-0.069	-0.119	0.223	0.021	0.872	-0.091	-0.142	0.194	0.016
20	0.220	-0.179	-0.211	0.445	-0.074	0.833	-0.237	-0.251	0.385	-0.056
固有値	14.387	1.751	1.413	0.752	0.577					

表Ⅴ－２－３(2)　ハイボリウムサンプラーによる主成分分析結果表（第２次現地調査）

TPM

局番	固有値及び固有ベクトル					因子負荷量				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	0.246	-0.100	0.079	0.395	-0.262	0.632	-0.217	0.141	0.564	-0.300
2	0.231	-0.248	-0.093	0.053	0.267	0.594	-0.537	-0.166	0.075	0.306
3	0.288	-0.099	-0.267	-0.065	0.008	0.740	-0.215	-0.478	-0.092	0.009
4	0.341	-0.025	0.225	0.018	-0.064	0.874	-0.054	0.402	0.026	-0.073
5	0.280	0.017	0.078	0.003	-0.554	0.717	0.037	0.140	0.005	-0.634
6	0.321	-0.059	0.265	-0.104	-0.073	0.825	-0.128	0.474	-0.148	-0.084
7	0.135	0.256	0.340	-0.032	0.065	0.346	0.555	0.607	-0.045	0.075
8	0.097	0.275	0.350	-0.186	0.115	0.250	0.597	0.626	-0.265	0.132
9	0.057	0.408	0.161	0.027	0.196	0.147	0.885	0.288	0.039	0.225
10	0.246	0.024	0.124	-0.475	0.080	0.630	0.052	0.221	-0.678	0.091
11	0.150	0.342	0.044	0.170	-0.101	0.385	0.741	0.079	0.243	-0.115
12	0.179	0.239	-0.298	0.094	0.354	0.460	0.517	-0.532	0.134	0.406
13	0.317	0.097	-0.228	0.008	0.154	0.815	0.210	-0.408	0.012	0.176
14	0.192	0.197	-0.359	0.125	-0.226	0.493	0.426	-0.642	0.179	-0.259
15	0.076	-0.204	-0.137	-0.507	0.144	0.196	-0.442	-0.246	-0.724	0.165
16	0.139	0.379	-0.153	-0.192	-0.031	0.358	0.822	-0.273	-0.274	-0.036
17	0.306	-0.230	-0.008	0.187	0.113	0.785	-0.498	-0.015	0.267	0.129
18	-0.091	0.329	-0.302	0.121	0.055	-0.232	0.713	-0.540	0.172	0.063
19	0.295	-0.163	-0.176	-0.044	0.058	0.757	-0.354	-0.319	-0.063	0.067
20	-0.089	0.101	-0.266	-0.406	-0.479	-0.228	0.219	-0.476	-0.579	-0.548
固有値	16.587	4.698	3.199	2.038	1.310					

SPM

局番	固有値及び固有ベクトル					因子負荷量				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	0.226	0.163	0.245	0.196	-0.311	0.818	0.268	0.327	0.202	-0.194
2	0.209	0.288	-0.279	-0.162	0.183	0.754	0.473	-0.373	-0.167	0.114
3	0.253	0.102	-0.223	-0.047	0.231	0.914	0.167	-0.299	-0.049	0.144
4	0.216	0.359	0.064	0.021	0.253	0.779	0.589	0.085	0.022	0.158
5	0.199	0.393	0.019	0.131	-0.041	0.717	0.645	0.025	0.135	-0.026
6	0.197	0.380	0.146	0.164	-0.233	0.712	0.624	0.195	0.169	-0.146
7	0.190	0.060	0.425	-0.351	0.339	0.686	0.098	0.568	-0.362	0.211
8	0.226	0.053	0.312	0.153	-0.103	0.816	0.087	0.417	0.158	-0.064
9	0.219	-0.167	0.371	-0.156	0.156	0.792	-0.275	0.496	-0.161	0.097
10	0.225	-0.117	0.127	-0.357	-0.470	0.812	-0.191	0.169	-0.368	-0.293
11	0.231	-0.235	0.217	0.025	0.187	0.834	-0.385	0.290	0.026	0.116
12	0.229	0.044	-0.326	-0.161	0.269	0.828	0.073	-0.435	-0.166	0.168
13	0.251	-0.146	-0.074	0.203	0.074	0.908	-0.240	-0.099	0.210	0.046
14	0.222	-0.257	-0.191	0.247	-0.196	0.801	-0.422	-0.255	0.255	-0.122
15	0.218	0.103	-0.229	-0.426	-0.324	0.789	0.168	-0.307	-0.440	-0.202
16	0.255	-0.184	0.023	0.077	-0.100	0.920	-0.302	0.030	0.079	-0.063
17	0.231	-0.005	-0.132	0.473	0.062	0.836	-0.008	-0.176	0.488	0.039
18	0.188	-0.408	0.050	0.044	0.171	0.680	-0.669	0.066	0.045	0.107
19	0.255	-0.149	-0.190	0.050	0.031	0.920	-0.245	-0.254	0.052	0.019
20	0.216	-0.165	-0.224	-0.213	-0.161	0.782	-0.270	-0.300	-0.220	-0.100
固有値	13.060	2.692	1.787	1.064	0.389					

SPM/TPM

局番	固有値及び固有ベクトル					因子負荷量				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	0.250	-0.014	0.016	0.110	0.251	0.928	-0.022	0.014	0.092	0.188
2	0.235	0.059	0.058	-0.227	0.373	0.871	0.097	0.052	-0.189	0.279
3	0.263	0.024	0.155	-0.060	0.175	0.975	0.040	0.140	-0.050	0.131
4	0.225	-0.290	-0.044	-0.031	0.322	0.835	-0.473	-0.040	-0.026	0.241
5	0.176	-0.340	-0.410	-0.052	-0.169	0.654	-0.556	-0.372	-0.043	-0.126
6	0.232	-0.289	0.028	-0.105	-0.037	0.859	-0.472	0.025	-0.088	-0.027
7	0.179	-0.243	0.030	0.665	-0.081	0.663	-0.396	0.028	0.554	-0.061
8	0.197	-0.269	0.362	-0.003	-0.419	0.730	-0.439	0.328	-0.003	-0.313
9	0.226	-0.196	0.085	-0.005	-0.120	0.836	-0.319	0.077	-0.004	-0.090
10	0.178	0.378	-0.324	0.223	-0.155	0.659	0.618	-0.294	0.186	-0.116
11	0.248	0.122	-0.109	-0.052	-0.042	0.917	0.199	-0.099	-0.044	-0.032
12	0.208	-0.316	-0.200	0.040	0.203	0.771	-0.516	-0.181	0.033	0.152
13	0.238	0.254	0.118	-0.039	0.003	0.882	0.416	0.107	-0.032	0.002
14	0.197	0.196	-0.471	-0.311	-0.167	0.729	0.321	-0.428	-0.259	-0.125
15	0.254	0.066	-0.246	0.056	0.035	0.941	0.108	-0.223	0.047	0.026
16	0.230	0.029	0.040	-0.133	-0.555	0.852	0.047	0.036	-0.111	-0.415
17	0.211	0.303	0.190	0.341	0.012	0.783	0.495	0.172	0.284	0.009
18	0.215	0.083	0.397	-0.359	-0.057	0.798	0.135	0.360	-0.299	-0.043
19	0.228	0.271	0.094	0.215	0.033	0.845	0.442	0.085	0.179	0.025
20	0.251	0.071	0.075	-0.108	0.168	0.930	0.116	0.068	-0.090	0.125
固有値	13.719	2.668	0.823	0.694	0.559					

表V－2－3(3)　ハイボリウムサンプラーによる主成分分析結果表（第3次現地調査）

TPM

局番	固有値及び固有ベクトル					因子負荷量				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	0.232	-0.319	0.018	-0.022	0.024	0.806	-0.494	0.027	-0.024	0.021
2	0.266	-0.005	0.057	0.328	-0.078	0.925	-0.007	0.083	0.348	-0.068
3	0.231	0.193	-0.145	-0.087	-0.362	0.802	0.298	-0.213	-0.092	-0.312
4	0.259	-0.048	0.078	-0.095	0.389	0.899	-0.074	0.115	-0.100	0.335
5	0.245	-0.030	0.049	-0.092	0.288	0.852	-0.047	0.072	-0.098	0.248
6	0.230	0.096	0.354	-0.077	-0.053	0.800	0.149	0.520	-0.081	-0.046
7	0.261	0.020	0.116	-0.139	-0.002	0.907	0.030	0.171	-0.148	-0.002
8	0.143	0.520	0.077	0.226	0.114	0.498	0.804	0.114	0.240	0.098
9	0.160	0.341	-0.105	-0.450	0.361	0.555	0.527	-0.154	-0.477	0.311
10	0.185	-0.450	0.089	0.063	0.100	0.641	-0.696	0.130	0.067	0.086
11	0.124	0.315	-0.372	0.443	-0.138	0.433	0.488	-0.547	0.471	-0.119
12	0.280	0.035	0.056	-0.018	0.097	0.971	0.054	0.082	-0.019	0.084
13	0.121	0.220	0.418	-0.328	-0.424	0.421	0.340	0.615	-0.348	-0.365
14	0.274	-0.066	0.013	-0.049	-0.166	0.953	-0.101	0.018	-0.052	-0.143
15	0.249	0.041	0.081	0.253	0.127	0.864	0.064	0.120	0.269	0.110
16	0.259	0.124	-0.221	0.012	0.069	0.900	0.192	-0.325	0.012	0.059
17	0.253	-0.225	-0.035	0.092	-0.270	0.878	-0.348	-0.051	0.098	-0.233
18	0.189	-0.128	-0.409	-0.040	0.171	0.658	-0.198	-0.601	-0.042	0.147
19	0.269	-0.132	0.035	0.113	-0.194	0.936	-0.204	0.051	0.120	-0.167
20	0.097	-0.061	-0.511	-0.436	-0.275	0.339	-0.094	-0.751	-0.463	-0.237
固有値	12.080	2.389	2.159	1.127	0.743					

SPM

局番	固有値及び固有ベクトル					因子負荷量				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	0.223	-0.211	-0.371	0.059	-0.139	0.758	-0.321	-0.516	0.076	-0.138
2	0.240	-0.128	0.065	-0.011	0.318	0.816	-0.194	0.091	-0.014	0.315
3	0.279	-0.005	0.017	0.019	-0.126	0.950	-0.008	0.024	0.025	-0.125
4	0.265	-0.022	-0.207	-0.101	-0.081	0.903	-0.033	-0.288	-0.128	-0.080
5	0.261	-0.134	-0.223	-0.173	-0.137	0.888	-0.204	-0.310	-0.221	-0.136
6	0.222	-0.135	-0.186	-0.284	0.245	0.754	-0.205	-0.259	-0.363	0.243
7	0.222	0.106	-0.101	-0.414	-0.210	0.755	0.161	-0.140	-0.528	-0.208
8	0.104	0.412	0.105	-0.416	0.397	0.353	0.627	0.146	-0.530	0.393
9	0.168	0.456	-0.228	-0.093	-0.198	0.570	0.694	-0.317	-0.119	-0.196
10	0.196	-0.378	-0.060	0.020	0.447	0.668	-0.574	-0.083	0.025	0.444
11	0.144	0.418	-0.119	0.233	0.310	0.490	0.636	-0.165	0.297	0.307
12	0.232	0.097	0.336	-0.189	0.038	0.788	0.148	0.470	-0.241	0.037
13	0.130	-0.054	0.386	-0.295	-0.388	0.444	-0.082	0.536	-0.377	-0.385
14	0.220	0.143	0.397	0.197	-0.028	0.749	0.218	0.552	0.251	-0.028
15	0.245	-0.189	0.300	0.034	0.091	0.834	-0.288	0.417	0.044	0.090
16	0.268	0.100	-0.147	0.160	-0.033	0.912	0.151	-0.204	0.204	-0.033
17	0.256	-0.068	-0.181	0.190	-0.166	0.871	-0.104	-0.251	0.242	-0.165
18	0.191	0.292	-0.049	0.387	0.038	0.651	0.444	-0.041	0.494	0.038
19	0.266	-0.165	0.187	0.112	0.072	0.904	-0.250	0.260	0.143	0.071
20	0.237	-0.005	0.199	0.284	-0.213	0.806	-0.007	0.277	0.362	-0.211
固有値	11.574	2.313	1.936	1.626	0.983					

SPM/TPM

局番	固有値及び固有ベクトル					因子負荷量				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	0.247	-0.140	-0.321	-0.123	0.148	0.794	-0.235	-0.454	-0.137	0.158
2	0.208	-0.289	-0.101	-0.042	0.203	0.669	-0.484	-0.143	-0.047	0.218
3	0.243	0.058	0.167	0.172	-0.174	0.779	0.098	0.235	0.192	-0.186
4	0.277	0.108	-0.147	0.048	0.178	0.891	0.181	-0.207	0.054	0.191
5	0.198	0.035	-0.397	0.079	0.416	0.636	0.059	-0.560	0.089	0.446
6	0.113	0.476	0.133	0.020	-0.049	0.362	0.799	0.187	0.023	-0.052
7	0.045	0.335	-0.311	-0.526	-0.003	0.145	0.561	-0.440	-0.588	-0.003
8	0.204	0.268	-0.071	0.161	-0.313	0.655	0.449	-0.100	0.180	-0.336
9	0.171	0.430	0.081	0.141	-0.110	0.549	0.720	0.114	0.158	-0.118
10	0.028	0.244	0.431	-0.089	0.576	0.090	0.408	0.609	-0.100	0.618
11	0.279	0.022	-0.083	0.136	-0.293	0.896	0.037	-0.117	0.152	-0.314
12	0.224	0.018	0.300	-0.445	-0.000	0.718	0.031	0.423	-0.497	-0.000
13	0.291	-0.173	0.059	-0.025	-0.137	0.935	-0.291	0.084	-0.028	-0.147
14	0.143	-0.373	0.365	-0.057	-0.097	0.459	-0.625	0.515	-0.064	-0.104
15	0.287	-0.042	-0.029	-0.109	0.139	0.921	-0.070	-0.040	-0.122	0.149
16	0.280	0.028	-0.163	0.278	0.029	0.898	0.047	-0.230	0.311	0.032
17	0.250	-0.054	0.032	-0.333	-0.257	0.803	-0.091	0.045	-0.372	-0.276
18	0.229	-0.202	0.008	0.249	0.055	0.734	-0.340	0.012	0.278	0.059
19	0.281	-0.066	0.114	-0.238	-0.027	0.902	-0.111	0.161	-0.266	-0.028
20	0.215	0.075	0.304	0.274	0.233	0.691	0.126	0.429	0.307	0.250
固有値	10.304	2.811	1.992	1.249	1.151					

表Ⅴ－２－３(4)　ハイボリウムサンプラーによる主成分分析結果表（第４次現地調査）

TPM

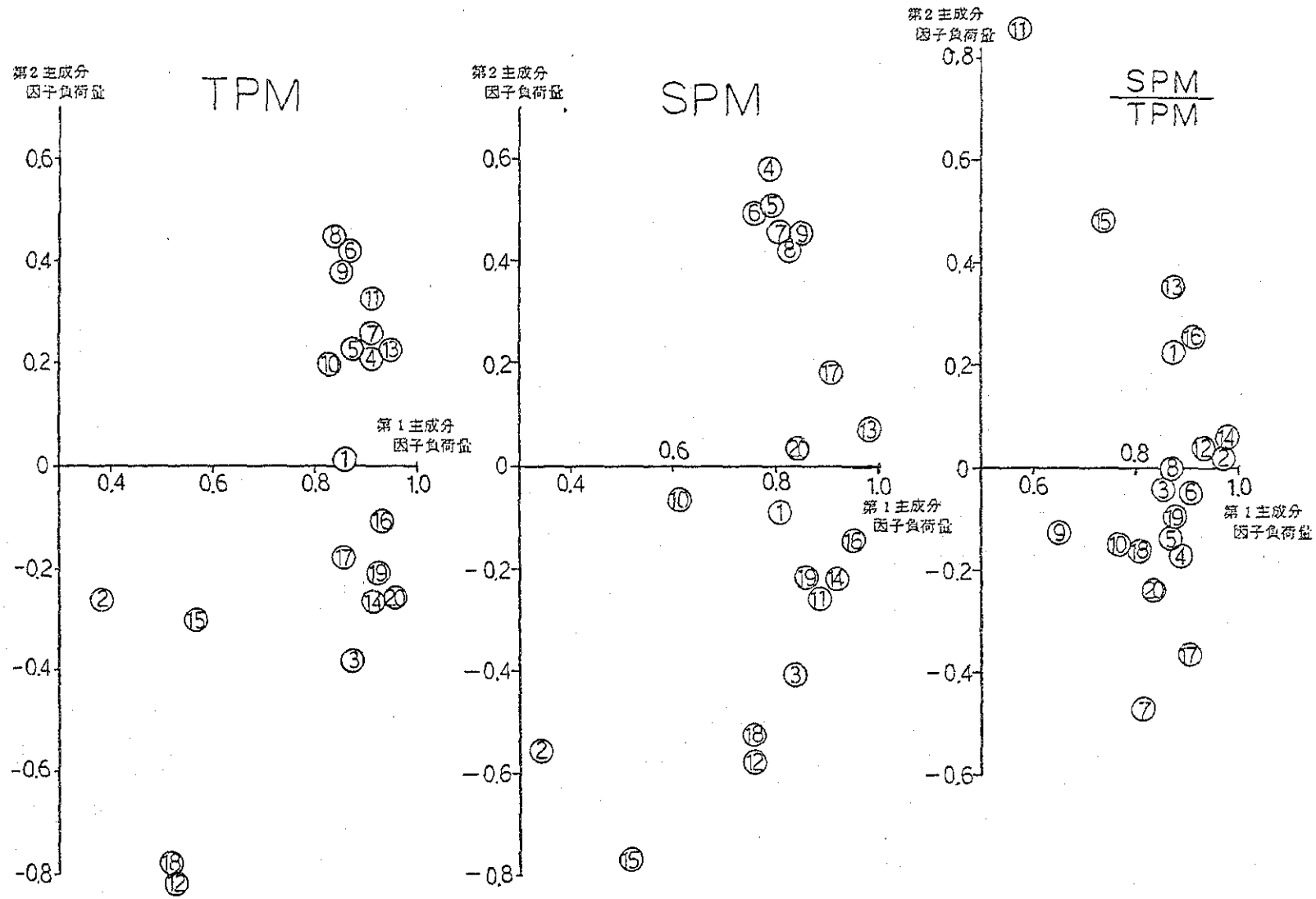
局番	固有値及び固有ベクトル					因子負荷量				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	0.273	0.063	0.076	-0.093	-0.304	0.888	0.135	0.089	-0.097	-0.267
2	0.264	0.163	-0.010	-0.222	-0.085	0.858	0.350	-0.011	-0.231	-0.075
3	0.178	0.128	-0.521	-0.143	-0.281	0.579	0.276	-0.608	-0.149	-0.247
4	0.256	-0.206	-0.030	-0.213	0.030	0.833	-0.443	-0.034	-0.221	0.026
5	0.263	-0.073	-0.044	-0.213	0.451	0.853	-0.156	-0.051	-0.221	0.397
6	0.237	-0.240	-0.206	-0.196	-0.059	0.770	-0.518	-0.241	-0.204	-0.052
7	0.124	-0.290	-0.175	0.247	0.122	0.403	-0.625	-0.205	0.257	0.108
8	0.098	-0.392	-0.160	0.191	0.124	0.318	-0.844	-0.186	0.199	0.109
9	0.154	-0.359	0.166	0.197	-0.171	0.500	-0.772	0.194	0.205	-0.150
10	0.244	0.044	0.360	-0.406	-0.066	0.794	0.095	0.421	-0.422	-0.058
11	0.049	-0.403	0.335	0.012	-0.220	0.161	-0.868	0.391	0.012	-0.193
12	0.255	0.168	0.130	0.221	-0.167	0.827	0.361	0.152	0.230	-0.147
13	0.202	0.189	0.326	0.241	0.424	0.658	0.407	0.381	0.251	0.373
14	0.280	0.071	-0.103	-0.022	0.421	0.910	0.153	-0.121	-0.023	0.370
15	0.244	0.097	-0.338	0.341	0.054	0.791	0.208	-0.395	0.354	0.047
16	0.225	-0.259	0.125	0.197	0.003	0.732	-0.558	0.146	0.205	0.003
17	0.288	-0.085	0.043	-0.194	-0.085	0.936	-0.182	0.050	-0.201	-0.074
18	0.225	0.160	-0.016	0.396	-0.324	0.730	0.345	-0.019	0.412	-0.285
19	0.259	0.224	-0.082	-0.016	-0.017	0.842	0.482	-0.096	-0.019	-0.015
20	0.165	0.298	0.261	0.184	-0.024	0.536	0.642	0.328	0.192	-0.021
固有値	10.554	4.639	1.364	1.082	0.773					

SPM

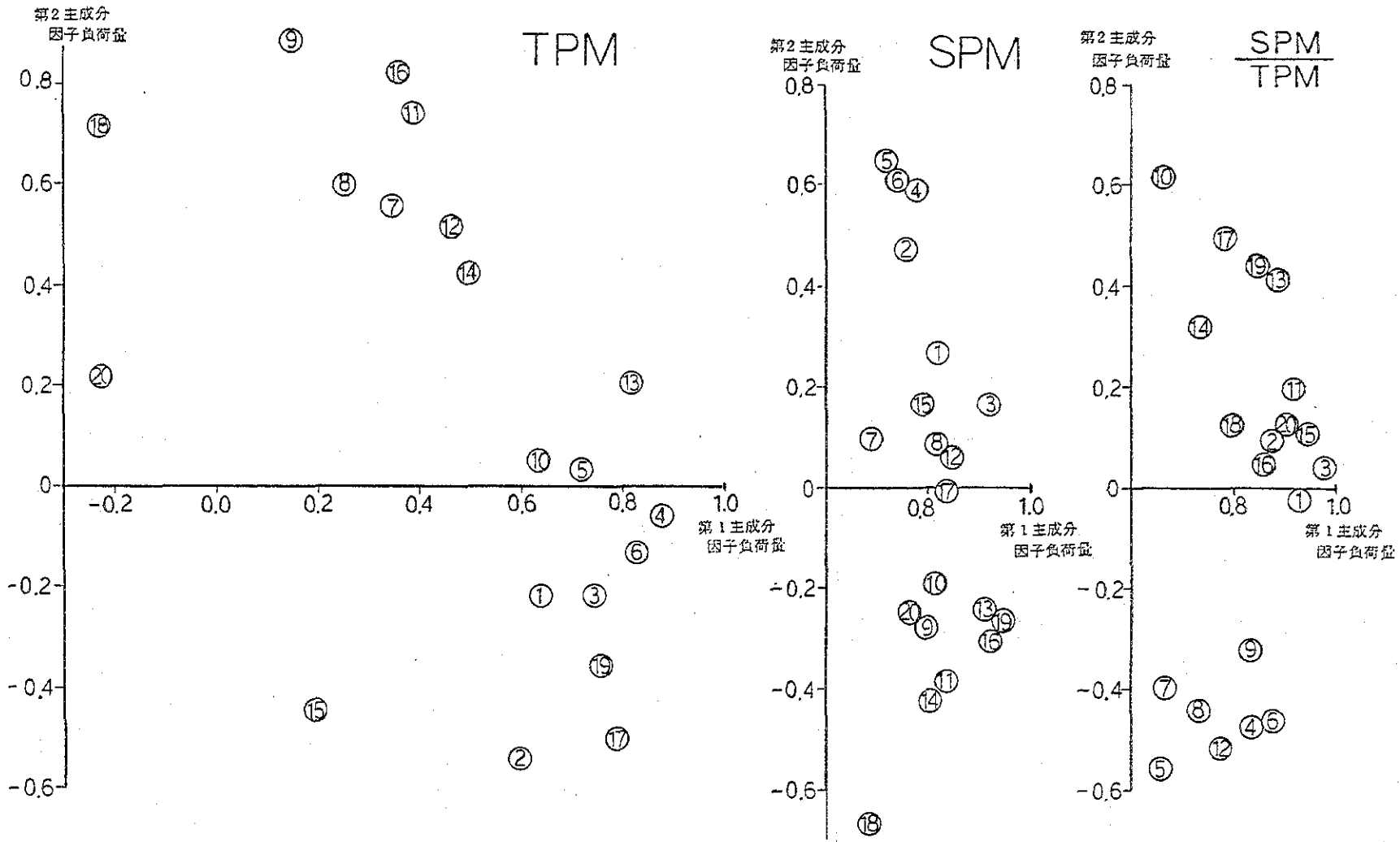
局番	固有値及び固有ベクトル					因子負荷量				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	0.240	-0.102	0.010	-0.186	-0.184	0.899	-0.172	0.010	-0.156	-0.124
2	0.224	-0.187	0.147	0.153	0.216	0.840	-0.314	0.151	0.128	0.144
3	0.233	-0.223	0.106	-0.028	0.033	0.873	-0.375	0.109	-0.023	0.022
4	0.236	0.194	0.200	0.121	-0.214	0.884	0.327	0.206	0.101	-0.143
5	0.252	-0.069	0.186	0.128	-0.181	0.947	-0.117	0.192	0.107	-0.121
6	0.225	0.236	0.256	0.090	-0.097	0.845	0.397	0.264	0.075	-0.065
7	0.205	0.210	0.171	-0.467	-0.154	0.769	0.353	0.176	-0.390	-0.103
8	0.163	0.402	0.126	0.267	0.461	0.610	0.676	0.130	0.223	0.309
9	0.158	0.429	0.103	-0.274	0.197	0.594	0.721	0.107	-0.229	0.132
10	0.235	0.022	-0.128	0.297	-0.556	0.881	0.038	-0.132	0.248	-0.372
11	0.147	0.395	-0.481	0.017	0.010	0.553	0.665	-0.496	0.015	0.007
12	0.238	-0.212	0.107	0.029	0.182	0.894	-0.357	0.110	0.024	0.122
13	0.209	-0.135	-0.468	0.233	0.212	0.783	-0.227	-0.483	0.194	0.142
14	0.240	-0.157	0.168	0.262	0.310	0.901	-0.264	0.173	0.219	0.208
15	0.244	-0.195	0.009	-0.213	0.041	0.914	-0.327	0.010	-0.178	0.028
16	0.236	0.227	-0.170	0.112	-0.027	0.886	0.382	-0.175	0.094	-0.018
17	0.268	0.031	-0.014	0.097	-0.185	1.007	0.052	-0.014	0.081	-0.124
18	0.222	-0.051	-0.151	-0.480	0.187	0.832	-0.086	-0.156	-0.402	0.125
19	0.234	-0.237	0.098	-0.114	0.008	0.879	-0.399	0.101	-0.096	0.005
20	0.219	-0.155	-0.451	-0.121	0.005	0.822	-0.261	-0.465	-0.101	0.004
固有値	14.068	2.831	1.063	0.699	0.449					

SPM/TPM

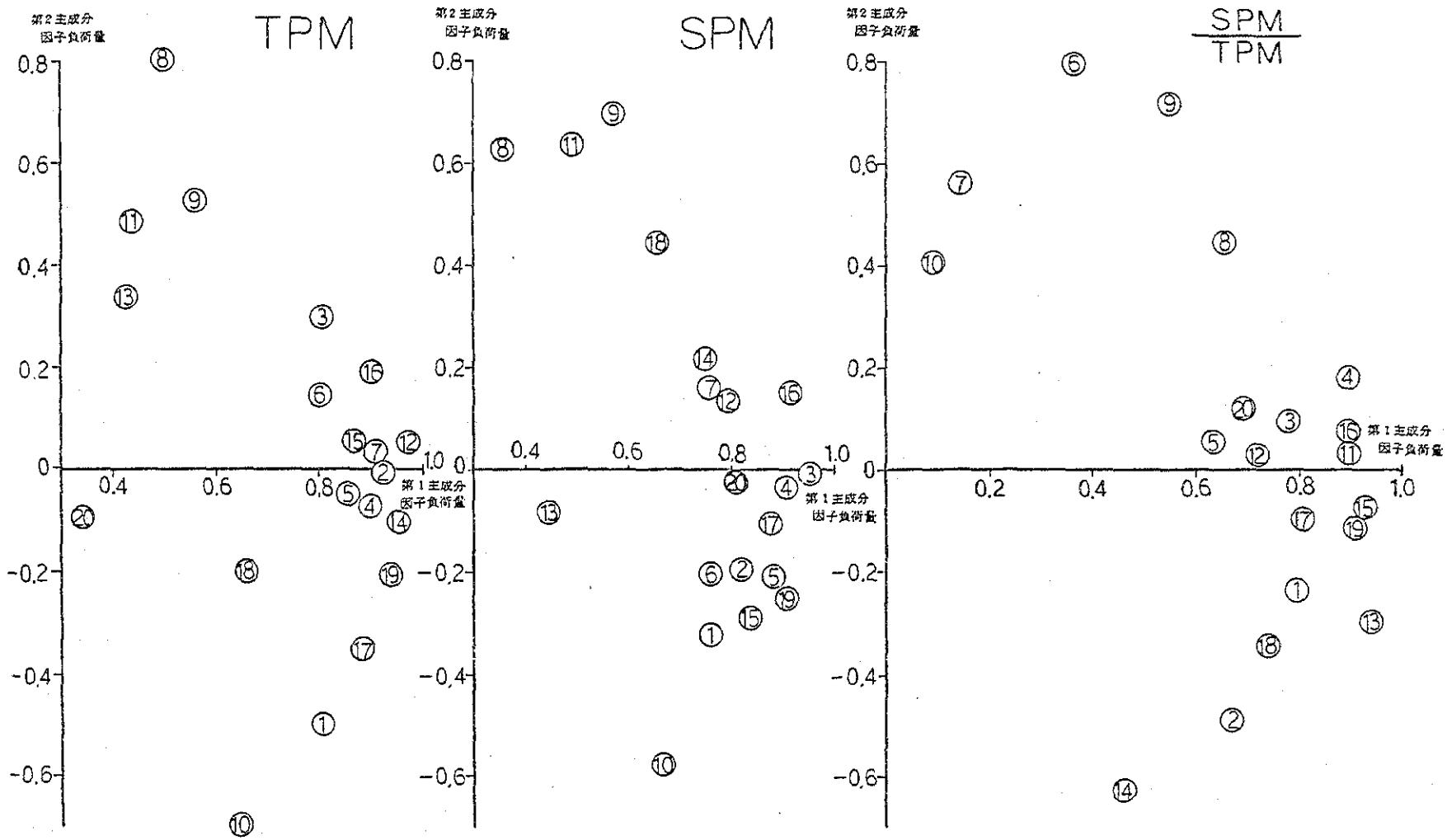
局番	固有値及び固有ベクトル					因子負荷量				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	0.241	-0.100	-0.243	0.022	0.263	0.866	-0.134	-0.310	0.023	0.232
2	0.231	-0.029	-0.278	-0.241	0.206	0.830	-0.039	-0.355	-0.256	0.182
3	0.239	0.315	0.209	-0.017	0.165	0.858	0.423	0.266	-0.018	0.146
4	0.222	-0.231	0.030	0.381	0.084	0.798	-0.310	0.038	0.406	0.074
5	0.204	0.297	-0.048	0.422	-0.041	0.732	0.399	-0.061	0.450	-0.036
6	0.215	-0.166	0.197	0.371	-0.277	0.774	-0.223	0.251	0.395	-0.245
7	0.228	0.066	-0.222	-0.120	0.282	0.821	0.088	-0.282	-0.128	0.249
8	0.181	0.087	-0.358	-0.100	-0.658	0.650	0.117	-0.456	-0.106	-0.581
9	0.140	-0.373	-0.419	0.225	0.160	0.503	-0.502	-0.533	0.239	0.142
10	0.242	-0.217	0.034	-0.160	-0.089	0.869	-0.291	0.044	-0.171	-0.079
11	0.189	-0.025	0.279	-0.400	0.164	0.679	-0.034	0.355	-0.426	0.145
12	0.224	0.259	-0.231	-0.096	0.089	0.803	0.348	-0.295	-0.102	0.078
13	0.244	-0.094	0.208	-0.258	-0.277	0.875	-0.126	0.265	-0.275	-0.244
14	0.243	0.217	0.019	0.055	0.109	0.873	0.292	0.024	0.059	0.096
15	0.205	0.455	0.053	0.228	0.018	0.735	0.611	0.068	0.243	0.016
16	0.255	-0.016	0.065	-0.140	-0.243	0.917	-0.021	0.083	-0.149	-0.214
17	0.267	0.154	0.058	-0.095	-0.092	0.960	0.207	0.074	-0.102	-0.082
18	0.237	-0.276	0.097	0.176	-0.054	0.850	-0.371	0.124	0.188	-0.048
19	0.189	-0.176	0.475	0.071	0.190	0.680	-0.236	0.606	0.076	0.168
20	0.237	-0.247	-0.053	-0.159	0.010	0.852	-0.332	-0.068	-0.169	0.009
固有値	12.901	1.806	1.623	1.135	0.780					



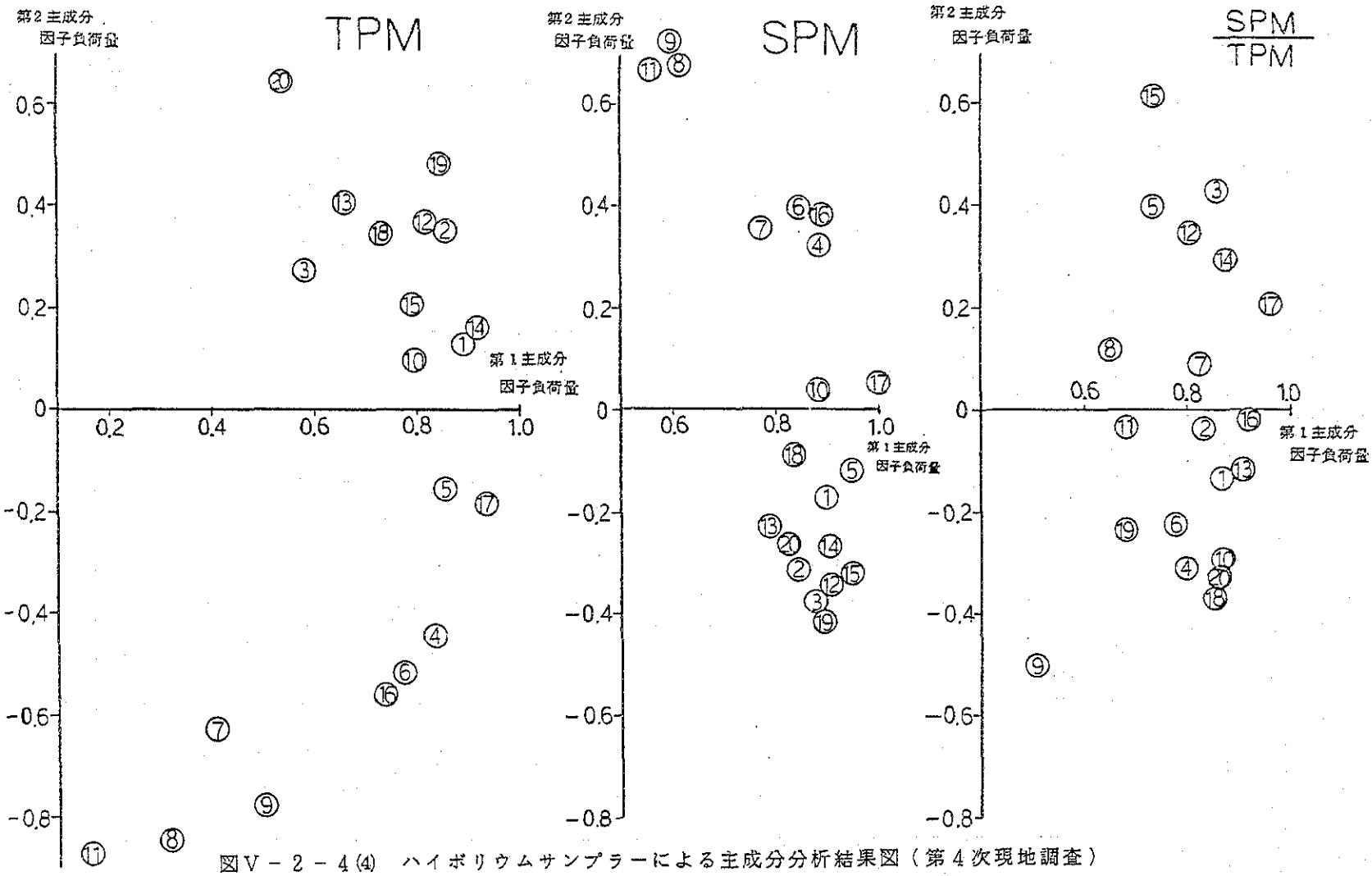
図Ⅴ－２－４(1)　ハイボリウムサンプラーによる主成分分析結果図（第１次現地調査）



図Ⅴ－２－４(2)　ハイボリウムサンプラーによる主成分分析結果図（第２次現地調査）



図Ⅴ－２－４(3)　ハイボリウムサンプラーによる主成分分析結果図（第３次現地調査）



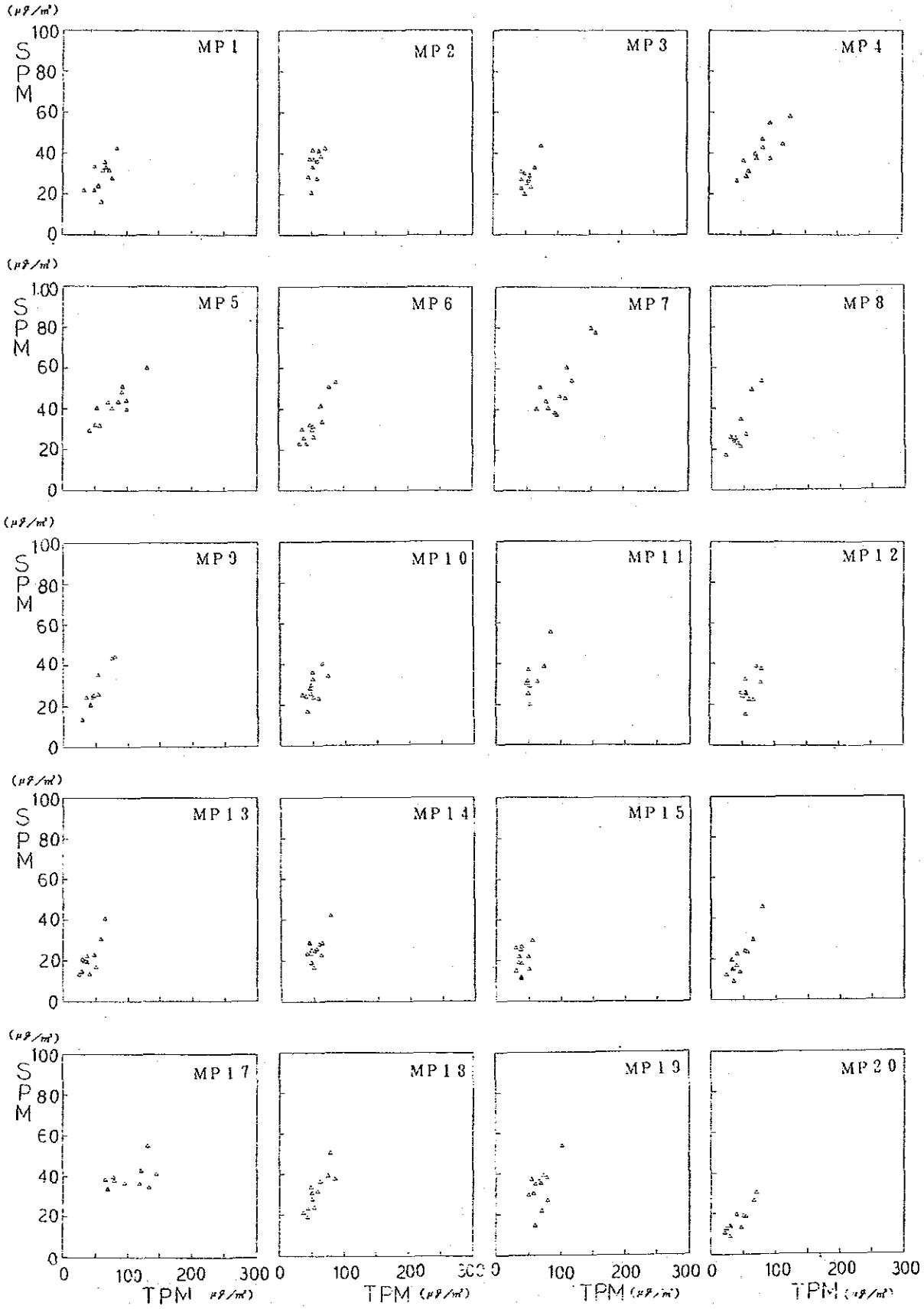
図Ⅴ－２－４(4)　ハイボリウムサンプラーによる主成分分析結果図（第４次現地調査）

2.1.4　ハイボリウムサンプラーよるTPM，SPM濃度の相関

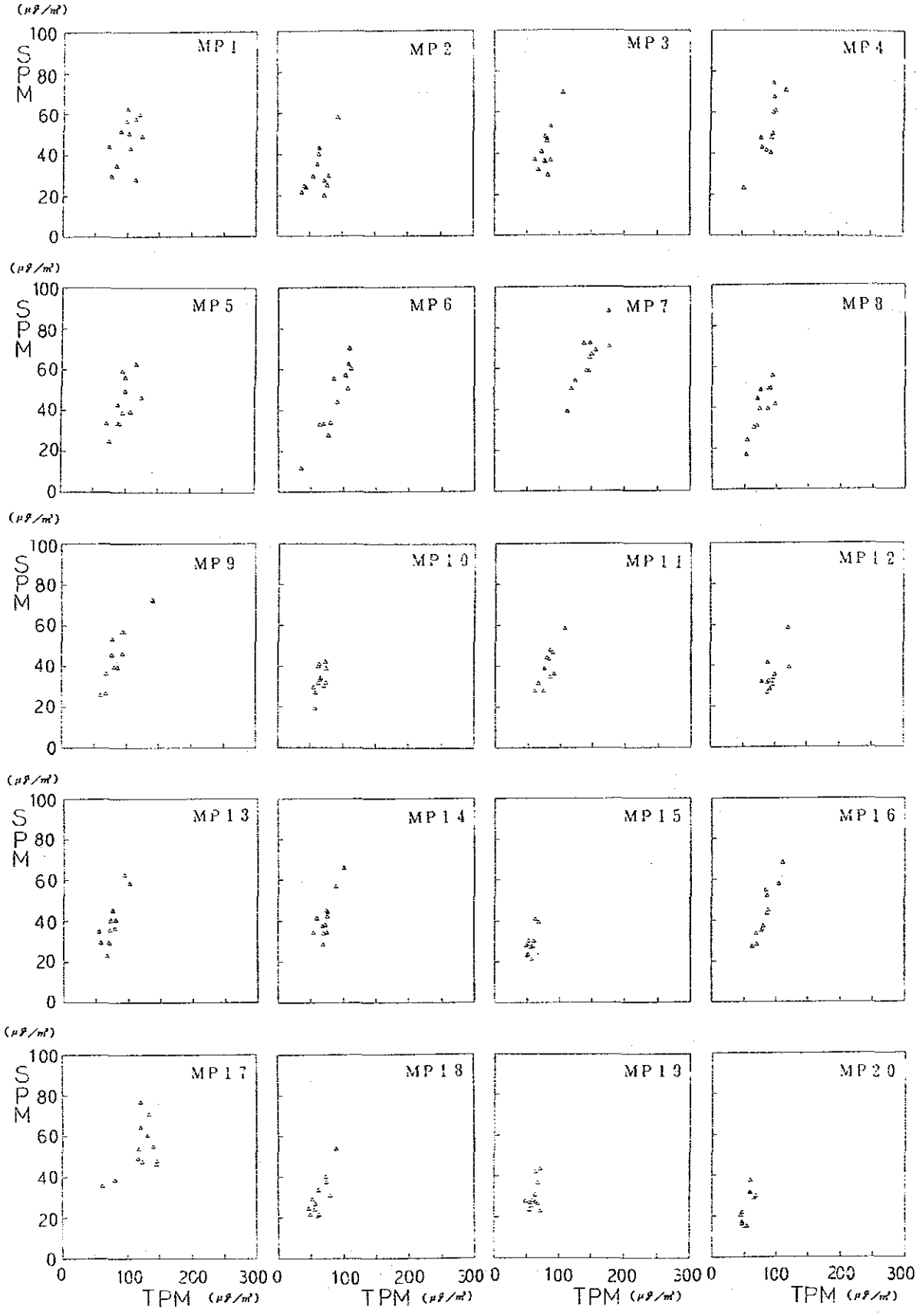
ハイボリウムサンプラーによるTPMとSPMの散布図をシーズン別に図Ｖ－２－５に示す。また，TPMとSPMの相関係数を表Ｖ－２－４に示す。これらの結果をみると，TPMとSPMの間には比較的良い相関があるが，地点ごとにみるとかなりの差があり，ある季節に相関が良くても他の季節では相関が良くない地点もみうけられる。

表Ｖ－２－４　ハイボリウムサンプラーによるTPMとSPMの相関係数

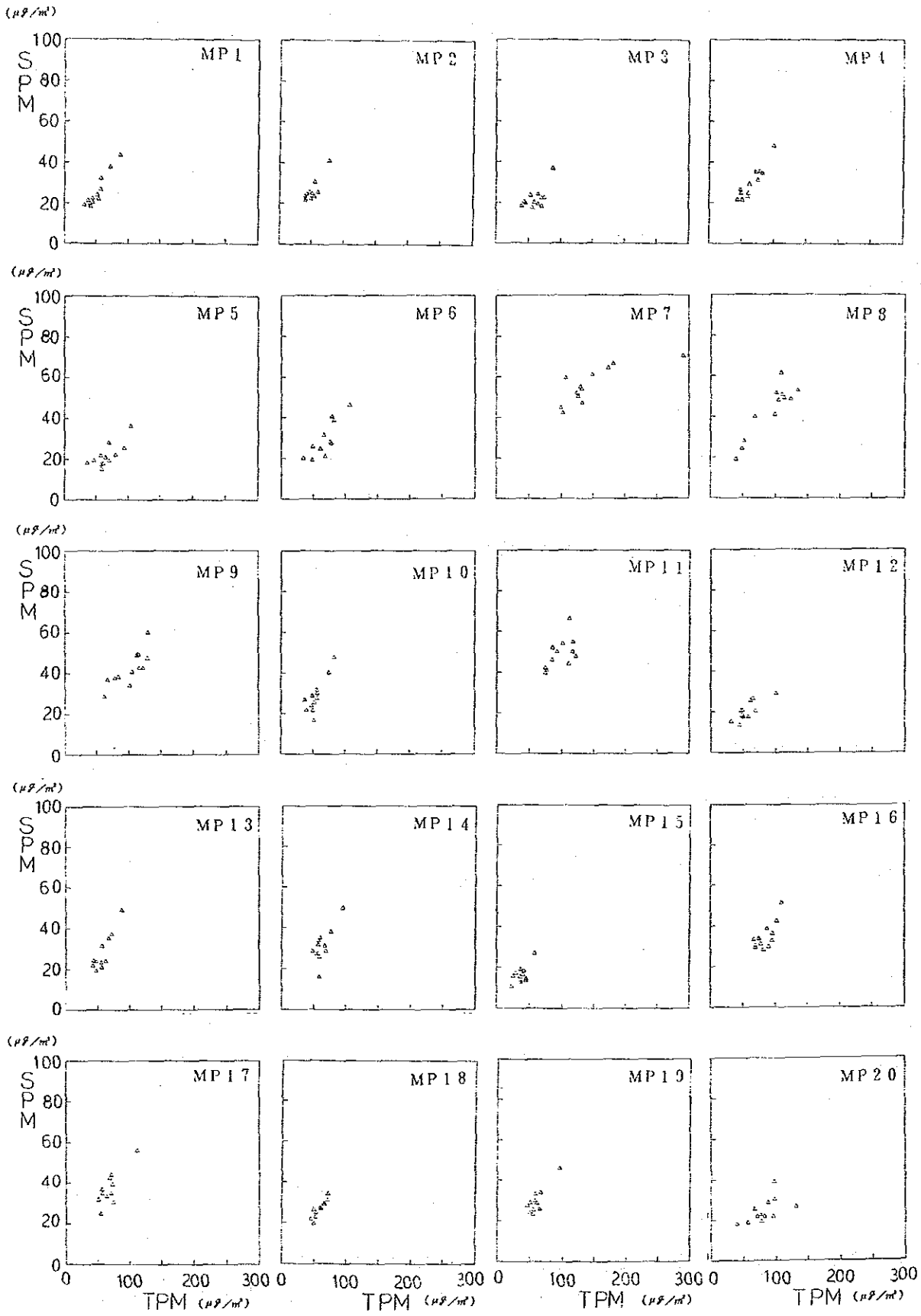
測定点	全シーズン平均	第１次現地調査	第２次現地調査	第３次現地調査	第４次現地調査
MP 1	0.835	0.616	0.376	0.950	0.958
MP 2	0.686	0.544	0.545	0.847	0.939
MP 3	0.722	0.698	0.732	0.671	0.680
MP 4	0.857	0.840	0.820	0.937	0.982
MP 5	0.742	0.872	0.612	0.773	0.837
MP 6	0.862	0.908	0.918	0.839	0.905
MP 7	0.652	0.844	0.861	0.789	0.712
MP 8	0.860	0.880	0.825	0.905	0.914
MP 9	0.883	0.948	0.906	0.793	0.964
MP 10	0.783	0.558	0.532	0.840	0.892
MP 11	0.809	0.785	0.816	0.572	0.867
MP 12	0.768	0.583	0.693	0.797	0.890
MP 13	0.884	0.780	0.833	0.894	0.897
MP 14	0.860	0.685	0.823	0.752	0.972
MP 15	0.750	0.211	0.716	0.643	0.875
MP 16	0.868	0.895	0.926	0.749	0.917
MP 17	0.682	0.407	0.481	0.812	0.987
MP 18	0.855	0.845	0.804	0.912	0.917
MP 19	0.737	0.577	0.417	0.848	0.952
MP 20	0.662	0.893	0.728	0.559	0.643



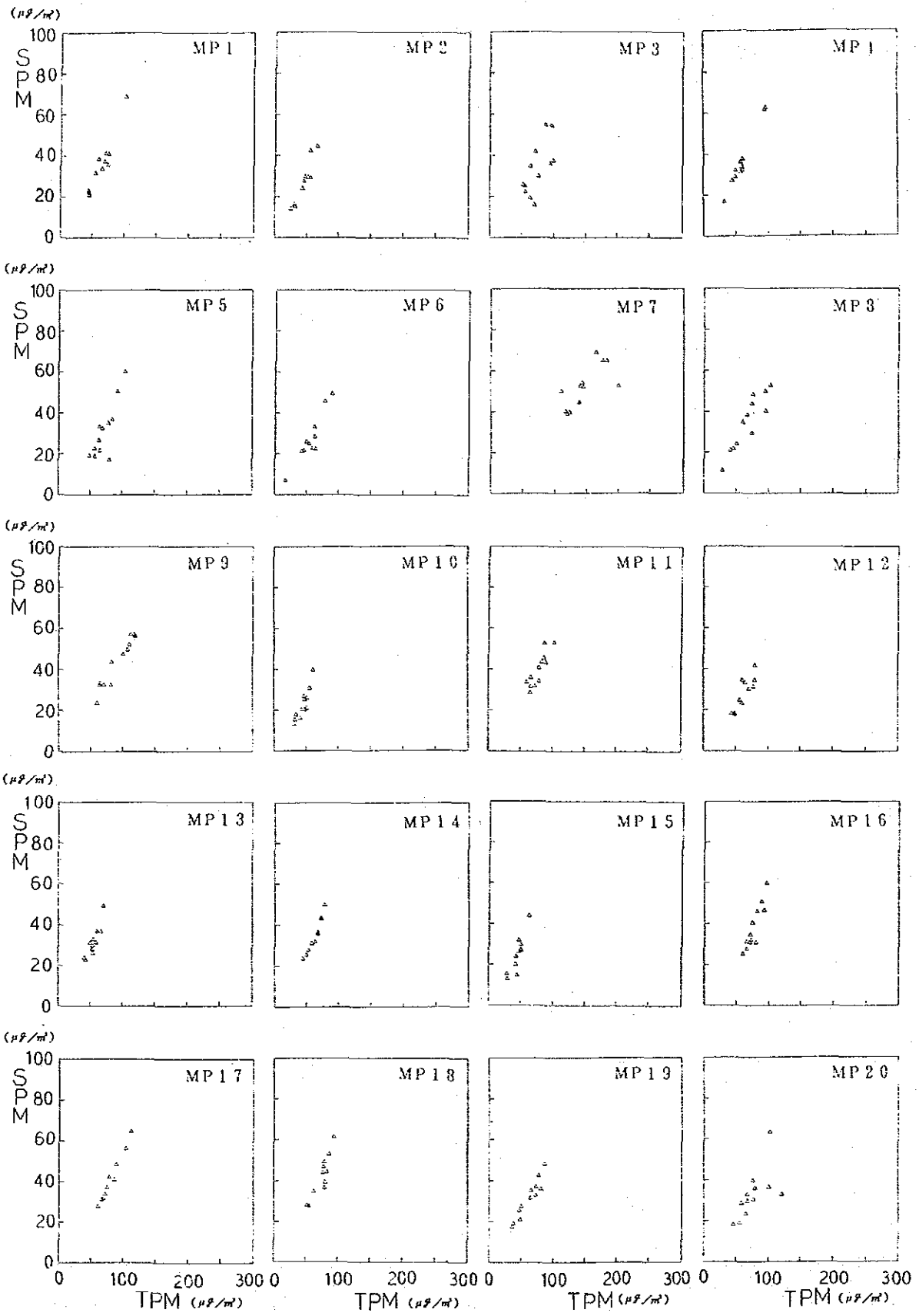
図V－2－5(1)　ハイボリウムサンプラーによるTPMとSPMの散布図（第1次現地調査）



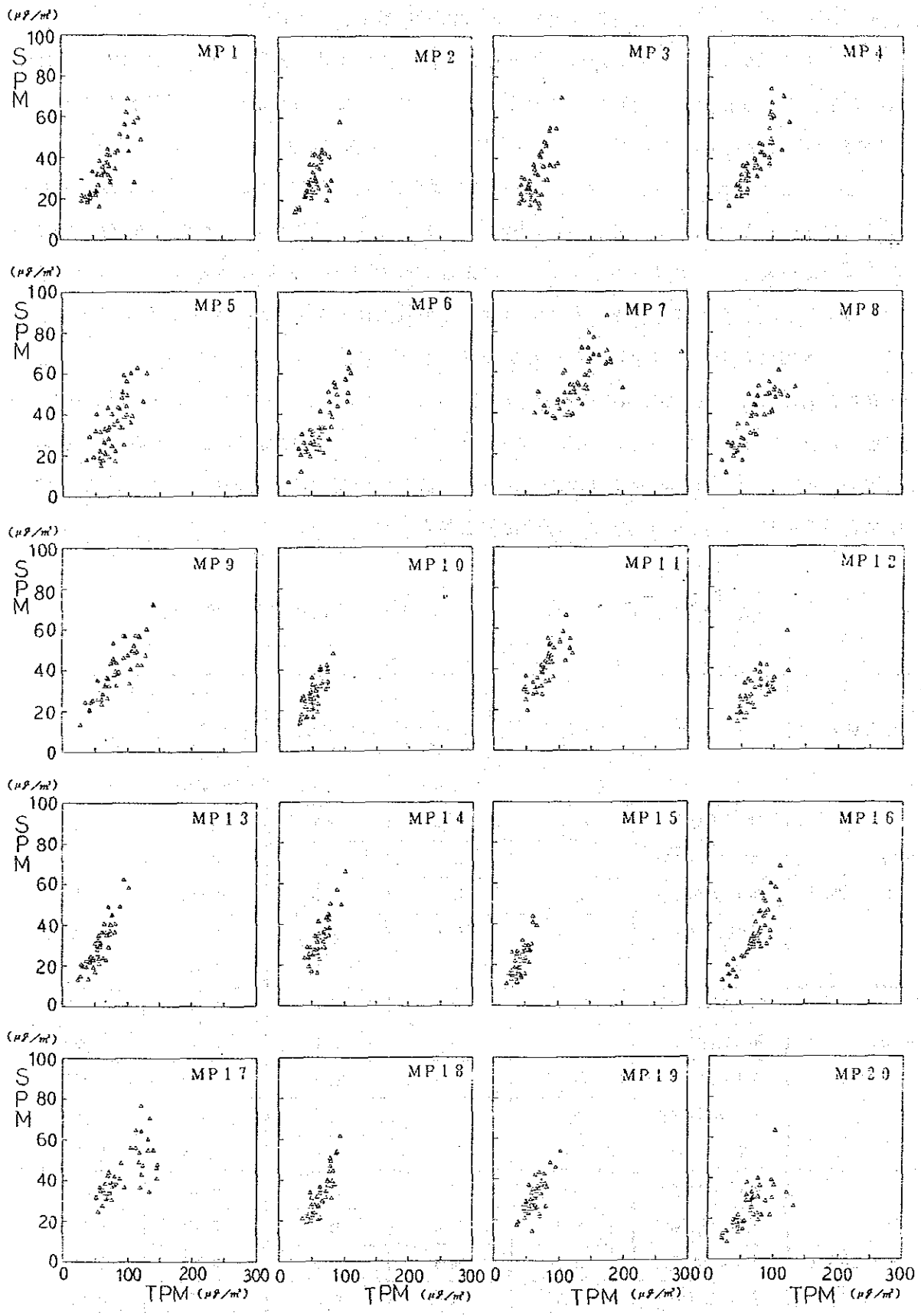
図V－2－5(2)　ハイボリウムサンプラーによるTPMとSPMの散布図（第2次現地調査）



図V－2－5(3)　ハイボリウムサンプラーによるTPMとSPMの散布図（第3次現地調査）



図V－2－5(4)　ハイボリウムサンプラーによるTPMとSPMの散布図（第4次現地調査）



図V－2－5(5)　ハイボリウムサンプラーによるTPMとSPMの散布図（全期間）

2.1.5 ハイボリウムサンプラーとβ線粉じん計による測定値の比較

ハイボリウムサンプラーとβ線粉じん計による測定値の比較を表Ⅴ－２－５に示す。この表では，MP１，２，６について期別にハイボリウムサンプラーによるTPMとSPM，β線粉じん計によるSPMの期別平均濃度（12日平均）と，両測定器による日平均値の相関係数を示してある。これによると，ハイボリウムサンプラーによるSPMはβ線粉じん計によるSPMよりも，やや高めであるが，ほぼ同程度の濃度を示している。ハイボリウムサンプラーによるTPMとβ線粉じん計によるSPMとの相関係数及びハイボリウムサンプラーによるSPMとβ線粉じん計によるSPMとの相関係数は，MP１の第２次，MP２の第３次がとくに低いが，この原因はわからない。また，ハイボリウムサンプラーとβ線粉じん計の日平均値の比較を表Ⅴ－２－６に，ハイボリウムサンプラーによるTPMとβ線粉じん計によるSPMの散布図を図Ⅴ－２－６に，ハイボリウムサンプラーによるSPM とβ線粉じん計によるSPMの散布図を図Ⅴ－２－７に示す。なお，β線粉じん計によるSPM濃度の日平均値を計算する際には，ハイボリウムサンプラーのろ紙の交換の平均的な時間すなわち11時を基準にとり，11時から翌日の10時までの測定値を平均した。

表Ⅴ－２－５　ハイボリウムサンプラーとβ線粉じん計の比較

測定点名	調査	期間平均濃度			相関係数	
		ハイボリウムサンプラーによるTPM（μg/m³）	ハイボリウムサンプラーによるSPM（μg/m³）	β線粉じん計によるSPM（μg/m³）	ハイボリウムサンプラーによるTPMとβ線粉じん計によるSPM	ハイボリウムサンプラーによるSPMとβ線粉じん計によるSPM
(MP1) J.T.C. HALL	第１次現地調査	60.3	28.5	19.9	0.815	0.684
	第２次現地調査	99.3	47.0	25.5	0.378	0.335
	第３次現地調査	51.9	25.4	15.3	0.683	0.814
	第４次現地調査	62.9	34.6	26.6	0.848	0.892
	平　均	68.6	33.9	21.8	0.645	0.699
(MP2) N.U.S.	第１次現地調査	54.9	34.9	25.6	0.645	0.550
	第２次現地調査	64.4	31.3	34.0	0.823	0.665
	第３次現地調査	51.0	25.8	22.2	0.550	0.278
	第４次現地調査	42.4	26.1	28.2	0.808	0.780
	平　均	53.2	29.5	27.5	0.645	0.581
(MP6) NANYANG.T.I.	第１次現地調査	54.1	33.2	19.1	0.807	0.815
	第２次現地調査	86.9	44.8	38.8	0.823	0.851
	第３次現地調査	67.7	28.9	27.9	0.802	0.821
	第４次現地調査	57.0	27.0	27.8	0.761	0.853
	平　均	66.4	33.5	28.4	0.711	0.689

表V－2－6(1)　ハイボリウムサンプラーとβ線粉じん計の日平均値の比較

(MP1)　J.T.C. HALL

(単位　μg/m³)

第1次現地調査

月日	ハイボリウムサンプラーによる測定値		β線粉じん計による測定値
	TPM	SPM	SPM
12/7	64.8	35.7	20.4
8	54.7	24.1	10.5
9	32.2	21.6	6.3
10	49.2	33.3	16.3
11	48.6	21.7	14.6
12	72.1	31.4	16.2
13	83.3	42.3	44.6
14	66.7	32.9	26.3
15	62.3	31.4	17.9
16	75.4	27.6	29.7
17	59.8	16.1	15.9
18	54.6	23.6	19.8
19	52.7	—	19.3
20	49.0	—	17.5
12日平均	60.3	28.5	19.9

第2次現地調査

月日	ハイボリウムサンプラーによる測定値		β線粉じん計による測定値
	TPM	SPM	SPM
3/6	112.9	27.9	25.4
7	123.4	48.9	36.7
8	83.4	34.6	17.3
9	104.5	43.2	32.3
10	90.1	51.3	31.6
11	99.6	62.1	25.8
12	97.8	56.2	22.6
13	102.6	50.1	21.8
14	118.2	59.4	23.5
15	111.6	57.3	29.0
16	71.9	44.0	22.7
17	75.7	29.6	17.5
18	44.9	—	20.5
19	74.9	—	36.6
12日平均	99.3	47.0	25.5

第3次現地調査

月日	ハイボリウムサンプラーによる測定値		β線粉じん計による測定値
	TPM	SPM	SPM
6/21	41.9	18.3	15.7
22	45.0	20.1	14.6
23	87.3	43.3	29.1
24	41.1	19.5	11.6
25	32.3	18.9	8.2
26	44.7	22.1	10.2
27	57.1	26.7	19.6
28	53.8	21.9	8.5
29	52.1	23.9	14.6
30	37.7	21.0	16.0
7/1	72.2	37.7	19.4
2	57.4	32.0	16.2
3	37.9	—	7.0
4	59.6	—	5.5
12日平均	51.9	25.4	15.3

第4次現地調査

月日	ハイボリウムサンプラーによる測定値		β線粉じん計による測定値
	TPM	SPM	SPM
9/13	66.1	33.7	25.1
14	74.6	35.6	20.0
15	75.2	40.9	28.9
16	59.5	38.5	28.0
17	102.7	68.9	50.9
18	45.0	22.4	12.4
19	69.5	37.2	36.2
20	71.3	41.1	44.7
21	45.5	20.7	14.8
22	55.5	31.6	23.3
23	44.6	23.2	19.7
24	45.9	21.9	15.0
25	56.9	—	18.7
26	41.1	—	15.6
12日平均	62.9	34.6	26.6

表V－2－6(2)　ハイボリウムサンプラーとβ線粉じん計の日平均値の比較

(MP2)　N.U.S.

(単位　μg/m³)

第1次現地調査

月日	ハイボリウムサンプラーによる測定値		β線粉じん計による測定値
	TPM	SPM	SPM
12/7	65.1	38.2	33.4
8	71.4	42.4	29.9
9	47.6	37.2	21.3
10	52.1	41.6	22.0
11	53.9	37.0	20.5
12	44.3	28.4	13.9
13	59.0	36.1	39.9
14	61.4	41.0	36.6
15	51.7	33.4	20.5
16	49.2	20.8	19.1
17	57.9	27.7	20.7
18	45.8	—	29.2
19	25.3	—	17.0
20	31.3	—	18.7
12日平均	54.9	34.9	25.6

第2次現地調査

月日	ハイボリウムサンプラーによる測定値		β線粉じん計による測定値
	TPM	SPM	SPM
3/6	73.3	19.8	29.1
7	77.6	24.7	45.7
8	73.3	27.1	35.7
9	80.0	29.5	40.7
10	93.0	57.9	55.2
11	65.8	43.0	39.5
12	62.6	35.3	21.6
13	56.0	29.2	33.3
14	65.2	40.0	39.3
15	44.9	23.9	21.9
16	42.5	24.4	24.7
17	38.3	21.4	21.5
18	34.5	—	24.8
19	36.6	—	27.8
12日平均	64.4	31.3	34.0

第3次現地調査

月日	ハイボリウムサンプラーによる測定値		β線粉じん計による測定値
	TPM	SPM	SPM
6/21	49.1	22.3	10.1
22	55.0	23.7	22.5
23	77.7	40.9	28.8
24	41.7	22.2	10.6
25	40.1	23.6	22.0
26	46.6	25.5	28.0
27	53.5	23.6	37.9
28	60.2	25.7	21.3
29	54.9	30.6	16.4
30	42.5	24.6	24.5
7/1	51.0	24.9	24.8
2	40.1	21.6	19.5
3	24.1	—	17.3
4	22.3	—	3.3
12日平均	51.0	25.8	22.2

第4次現地調査

月日	ハイボリウムサンプラーによる測定値		β線粉じん計による測定値
	TPM	SPM	SPM
9/13	43.9	23.8	28.2
14	52.8	29.3	32.9
15	56.8	29.1	33.1
16	55.3	42.2	26.6
17	66.2	44.5	69.3
18	27.1	15.6	6.9
19	45.9	27.5	30.8
20	48.5	29.6	35.7
21	31.5	15.0	24.1
22	25.0	13.9	15.7
23	30.7	16.2	19.1
24	25.4	—	15.4
25	44.2	—	15.9
26	42.8	—	35.7
12日平均	42.4	26.1	28.2

表V－2－6(3) ハイボリウムサンプラーとβ線粉じん計の日平均値の比較

(MP6) NANYANG.T.I.

(単位 μg/m³)

第1次現地調査

月日	ハイボリウムサンプラーによる測定値		β線粉じん計による測定値
	TPM	SPM	SPM
12/7	51.2	29.8	21.5
8	42.2	22.7	12.0
9	36.0	29.9	8.8
10	31.2	22.7	5.2
11	39.2	25.6	10.9
12	52.9	31.3	18.1
13	77.2	50.7	37.5
14	87.2	53.2	34.7
15	64.1	41.2	23.9
16	53.8	26.3	27.6
17	66.7	33.4	17.3
18	48.0	32.1	11.3
19	40.0	—	19.0
20	54.4	—	34.6
12日平均	54.1	33.2	19.1

第2次現地調査

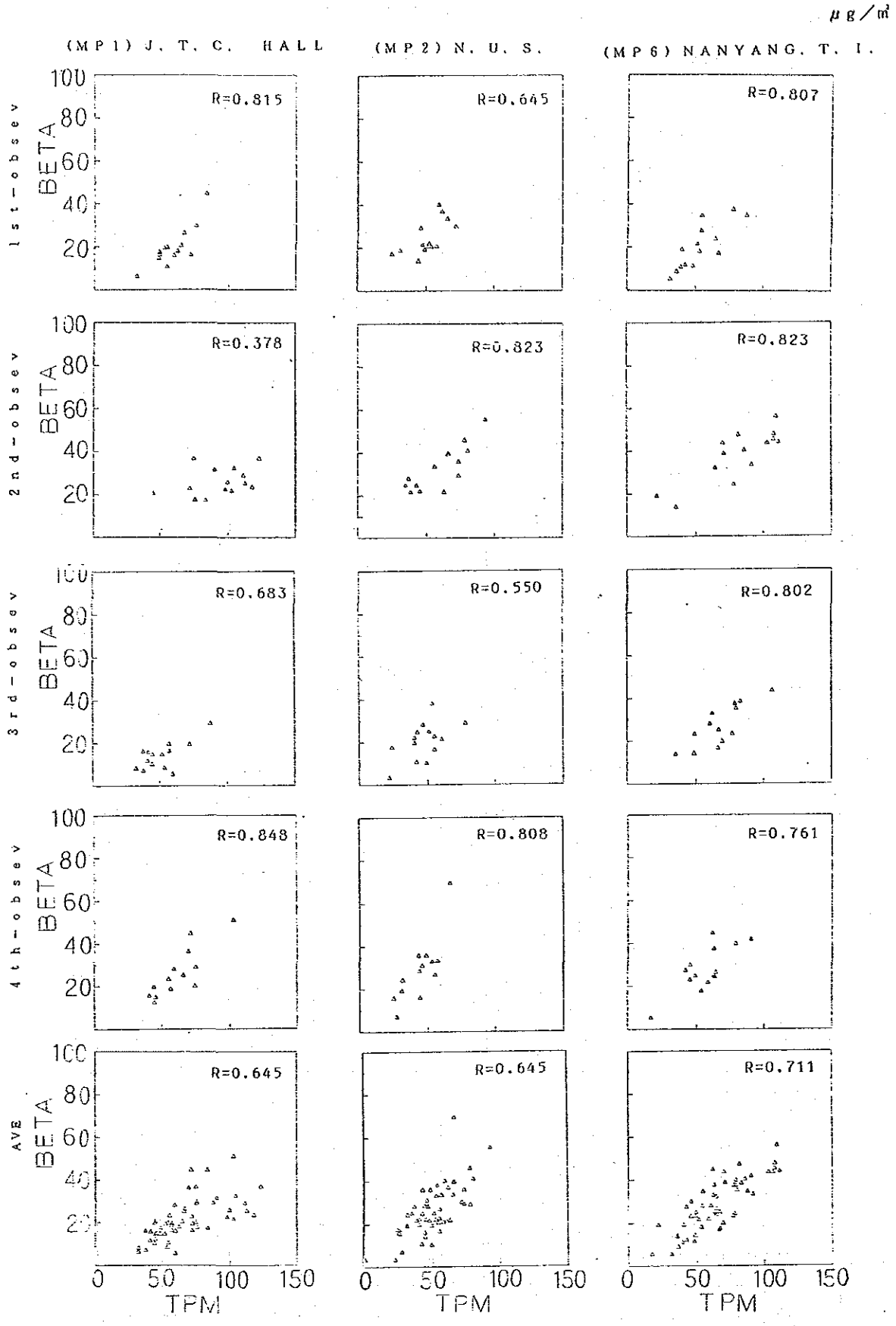
月日	ハイボリウムサンプラーによる測定値		β線粉じん計による測定値
	TPM	SPM	SPM
3/6	77.7	27.5	24.2
7	81.1	33.7	47.3
8	70.5	33.2	38.7
9	107.2	50.4	45.3
10	85.4	55.2	40.2
11	109.2	70.2	55.9
12	102.8	56.9	43.6
13	111.0	60.2	44.0
14	107.6	62.4	47.7
15	91.1	43.8	33.3
16	64.1	32.7	32.0
17	35.5	11.5	13.7
18	21.4	—	18.9
19	69.7	—	43.5
12日平均	86.9	44.8	38.8

第3次現地調査

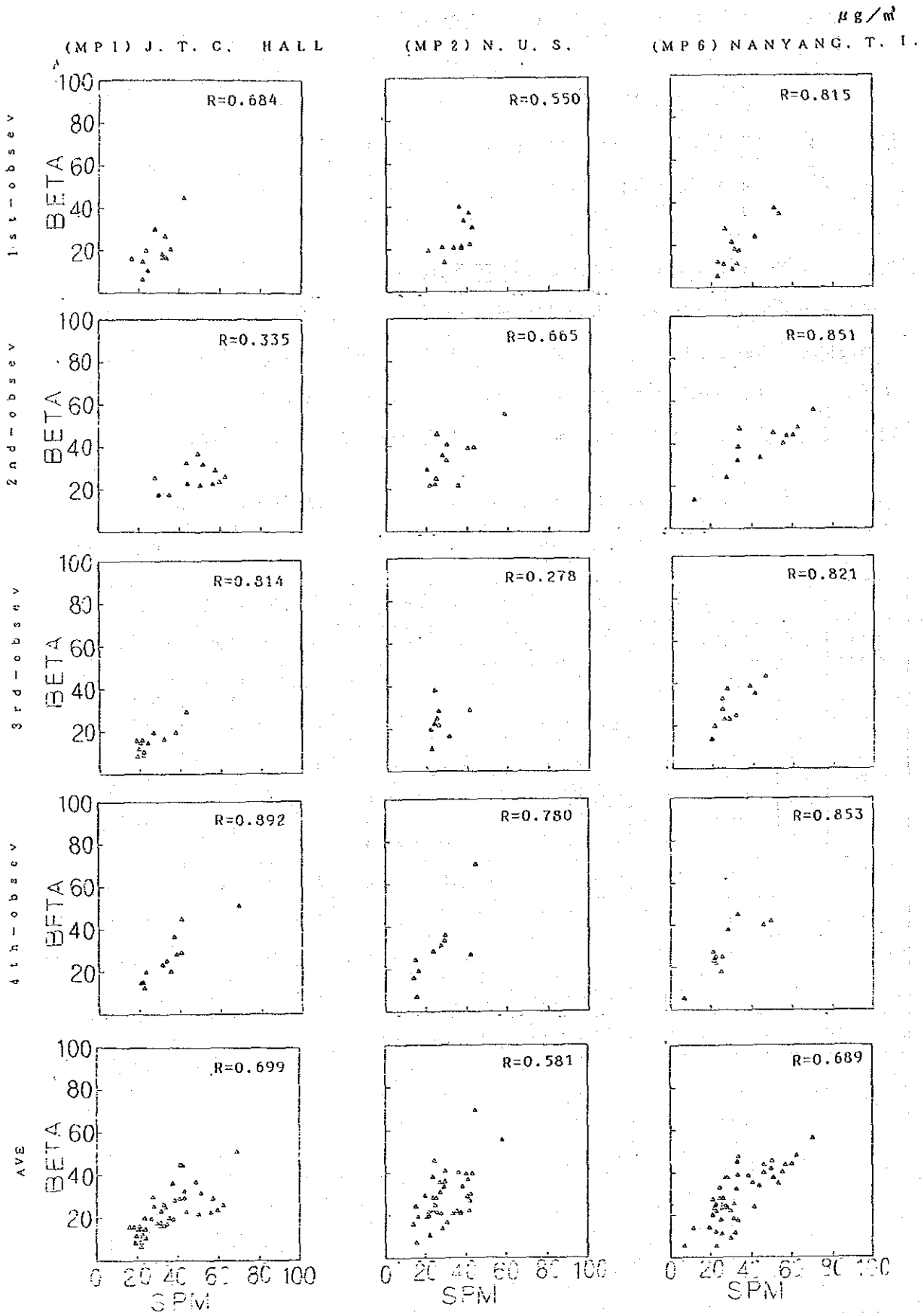
月日	ハイボリウムサンプラーによる測定値		β線粉じん計による測定値
	TPM	SPM	SPM
6/21	60.2	24.6	27.9
22	66.5	31.4	25.0
23	106.2	46.1	43.3
24	34.9	19.8	13.8
25	78.5	27.2	37.4
26	69.1	21.0	19.8
27	82.5	38.4	38.4
28	76.4	28.1	23.3
29	61.9	24.6	32.8
30	48.8	25.6	23.2
7/1	79.4	40.5	35.2
2	48.5	19.2	14.1
3	66.0	—	16.7
4	—	—	25.4
12日平均	67.7	28.9	27.9

第4次現地調査

月日	ハイボリウムサンプラーによる測定値		β線粉じん計による測定値
	TPM	SPM	SPM
9/13	45.3	21.5	23.0
14	58.4	22.8	21.8
15	63.5	22.1	24.4
16	62.5	28.2	37.4
17	78.5	45.8	39.8
18	53.5	25.0	17.7
19	89.8	49.5	41.7
20	61.5	33.1	44.8
21	16.7	6.8	5.2
22	49.3	25.8	24.8
23	42.0	21.2	27.3
24	63.0	22.6	25.1
25	64.2	—	26.4
26	45.5	—	29.8
12日平均	57.0	27.0	27.8



図V－2－6　ハイボリウムサンプラーによるTPMとβ線粉じん計によるSPMの散布図



図V－2－7　ハイボリウムサンプラーによるSPMとβ線粉じん計によるSPMの散布図

2.2 アンダーセンサンプラーによるＴＰＭ濃度の解析

MP１，２，６において測定されたアンダーセンサンプラーによる TPMの粒径別濃度データを用いて，粒子状物質の粒径分布の解析を行った。また，アンダーセンサンプラーとハイボリウムサンプラー，β線粉じん計による測定値の比較も行った。

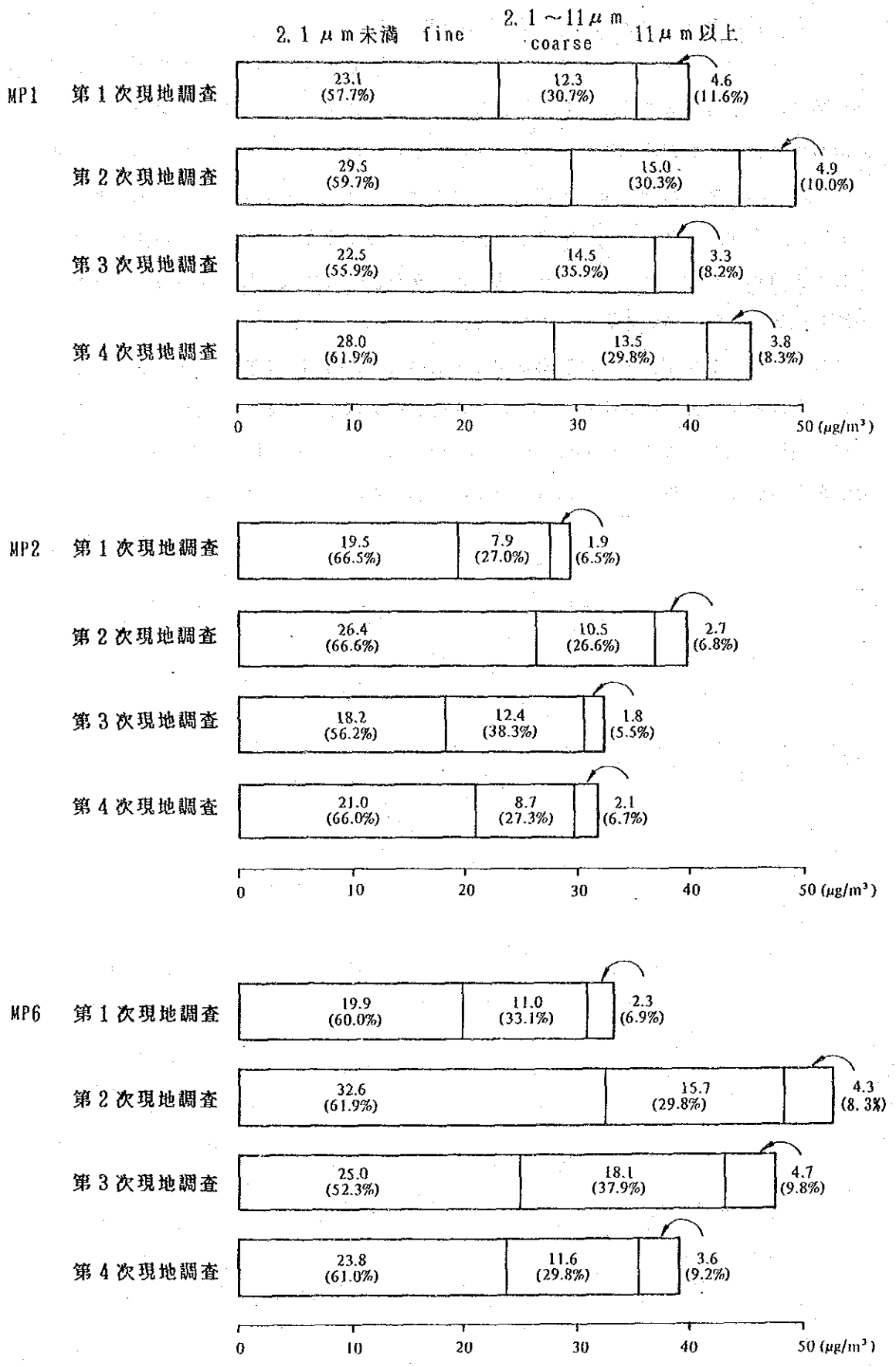
2.2.1 アンダーセンサンプラーによるTPMの粒径別濃度

アンダーセンサンプラーによるTPM粒径別濃度の測定結果を表Ｖ－２－７に示す。また，粒径別濃度の季節変動を図Ｖ－２－８に示す。この図をみると，大まかにみて，粒径2.1μm未満（fine）が６割，粒径2.1 ～11μm (Coarse)が３割，粒径11μm 以上が１割を占めている。期別にみると，第３次現地調査では，粒大粒子の割合がやや多い傾向が見られる。

表Ｖ－２－７　アンダーセンサンプラーによる粒径別濃度の測定結果

（単位　μg/m³）

粒径			第１次現地調査			第２次現地調査			第３次現地調査			第４次現地調査		
分類	ｽﾃｰｼﾞ	粒径範囲（μm）	MP１	MP２	MP６	MP１	MP２	MP６	MP１	MP２	MP６	MP１	MP２	MP６
	0	11 －	4.63	1.90	2.29	4.94	2.68	4.35	3.31	1.79	4.66	3.78	2.12	3.61
coarse	1	7.0 － 11	2.34	1.12	1.14	1.72	1.55	1.88	2.09	1.30	2.27	1.58	0.79	1.39
	2	4.7 － 7.0	4.01	1.82	2.70	3.09	2.73	3.34	3.75	2.67	4.20	3.01	2.28	2.54
	3	3.3 － 4.7	3.60	2.84	4.54	5.82	2.35	6.22	3.53	4.81	6.72	5.09	2.07	4.36
	4	2.1 － 3.3	2.34	2.16	2.59	4.33	3.92	4.25	5.11	3.59	4.90	3.80	3.56	3.35
fine	5	1.1 － 2.1	5.08	2.33	2.78	3.50	2.84	4.88	3.25	2.52	3.71	3.85	2.65	3.42
	6	0.65－ 1.1	1.75	2.94	2.66	2.25	1.29	2.78	1.08	1.18	2.04	2.84	1.37	2.26
	7	0.43－ 0.65	0.93	3.16	4.00	5.34	1.86	7.36	2.27	3.51	5.50	4.37	1.26	5.32
	8	－ 0.43	15.29	11.09	10.46	18.39	20.39	17.54	15.91	10.95	13.74	16.99	15.70	12.83
合計			40.0	29.4	33.2	49.4	39.6	52.6	40.3	32.3	47.8	45.3	31.8	39.1



図V－2－8　アンダーセンサンプラーによる粒径別濃度の季節変動

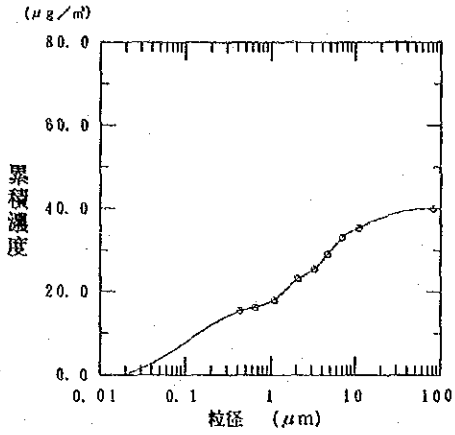
2.2.2　アンダーセンサンプラーによるTPMの粒径分布

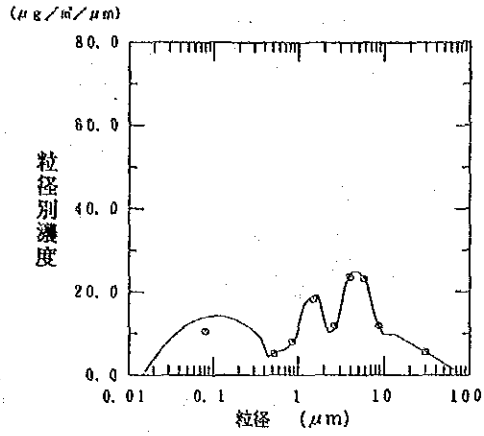
アンダーセンサンプラーによる粒径別濃度の測定結果（表Ⅴ－２－７）を用いて，累積濃度分布図及び粒径分布図を作成した。累積濃度分布図の作成では，まず，各ステージの上限粒径に対して，測定された累積濃度をプロットし，次に，各ポイント間を５分割し，各分割点の値を４点から求めた３次の多項式で補間して結んだ。ただし，両端（0.43μm 以下及び11μm 以上）では４点がとれないため，外側１点の外側にさらに傾き０となる点を設定し，４点による３次の多項式で補間した。また粒径分布図は，累積濃度分布図を作成する際に得られた３次式の微分係数を計算することにより作図した。

アンダーセンサンプラーによる累積濃度分布図と粒径分布図を図Ⅴ－２－９に示す。この図では，左側に累積濃度分布図を，右側に粒径分布図を示してある。粒径分布図をみると，ほとんど二山型を呈しており，0.4μm 付近と４μm 付近にピークをもち，１μm 付近に谷をもつ場合が多い。この結果は，whitbyらや日本での測定結果とも一致している。

(MP 1)

J.T.C. HALL

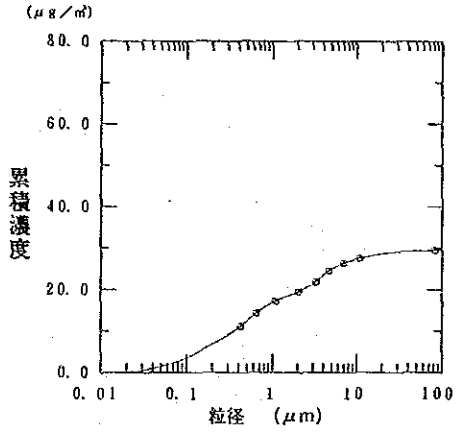


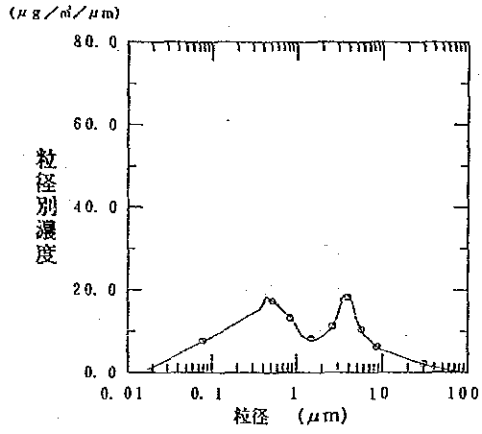


SAMPLING TIME= 291.4 H
AIR VOLUME = 513.9 m³
TOTAL CONC = 40.0 μg/m³

(MP 2)

N.U.S.

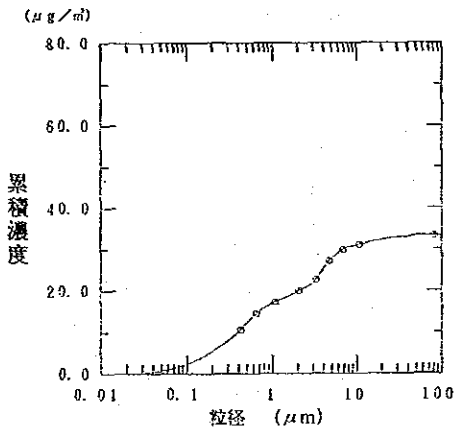


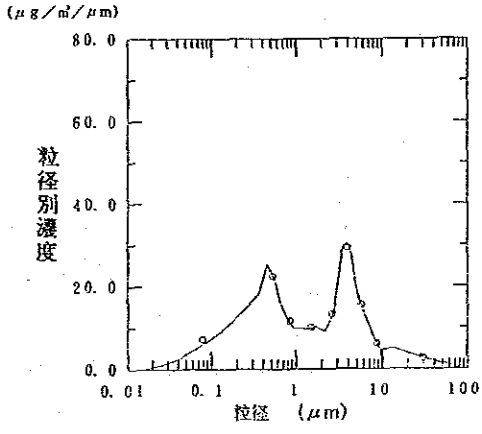


SAMPLING TIME= 288.2 H
AIR VOLUME = 510.3 m³
TOTAL CONC = 29.4 μg/m³

(MP 6)

NANYANG.T.I.



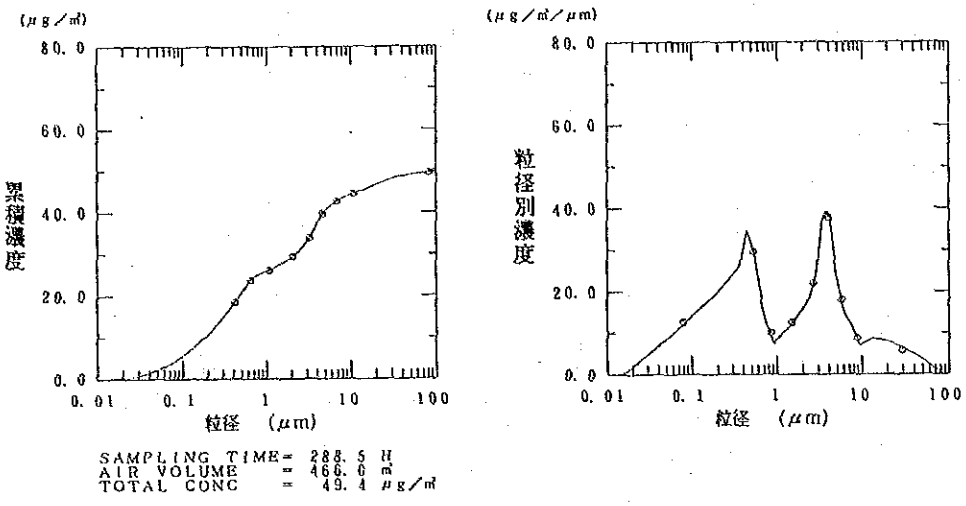


SAMPLING TIME= 288.8 H
AIR VOLUME = 510.6 m³
TOTAL CONC = 33.2 μg/m³

図V－2－9(1) アンダーセンサンプラーによる累積濃度分布図と粒径分布図（第1次現地調査）

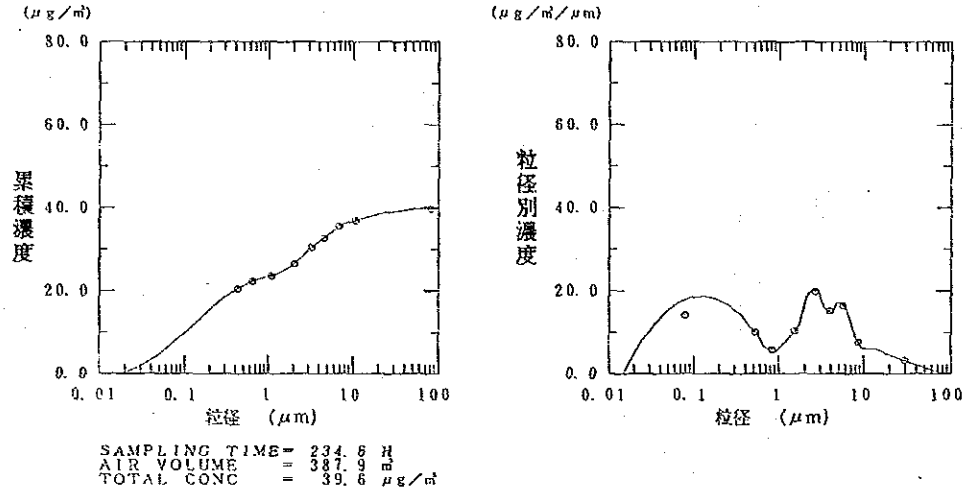
(MP 1)

J.T.C. HALL



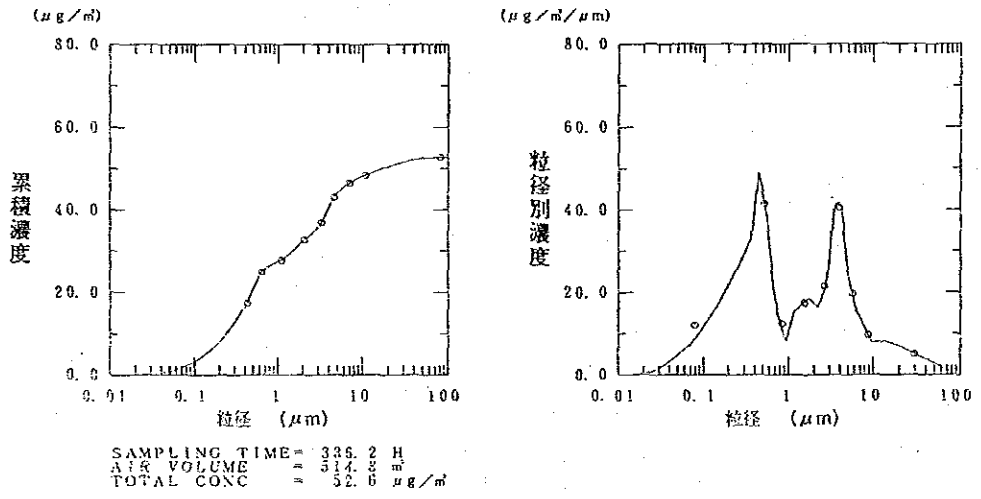
(MP 2)

N.U.S.



(MP 6)

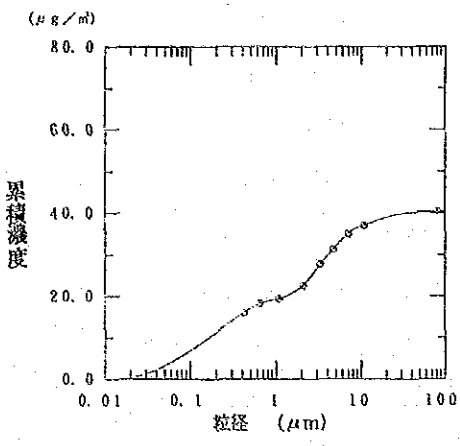
NANYANG.T.I.

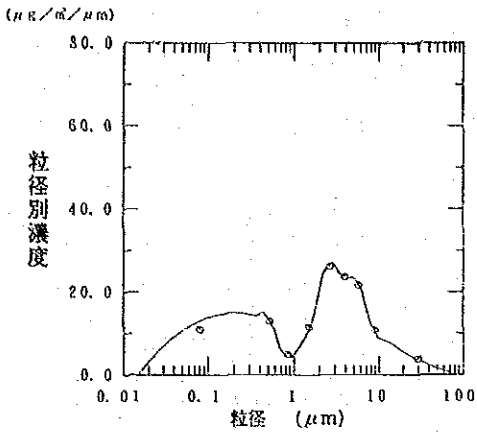


図V－2－9(2) アンダーセンサンプラーによる累積濃度分布図と粒径分布図（第2次現地調査）

(MP 1)

J.T.C. HALL

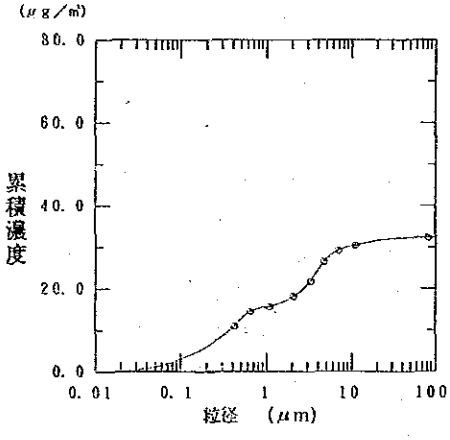


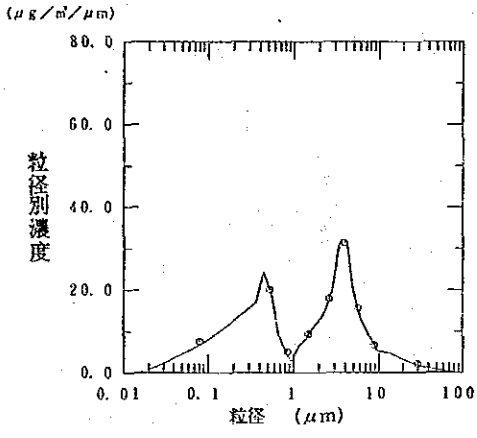


SAMPLING TIME = 312.3 H
AIR VOLUME = 492.8 m³
TOTAL CONC = 40.3 μg/m³

(MP 2)

N.U.S.

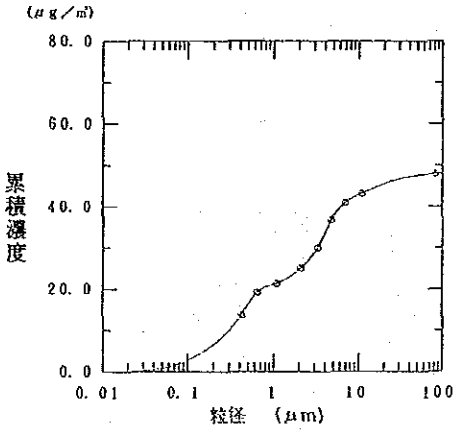


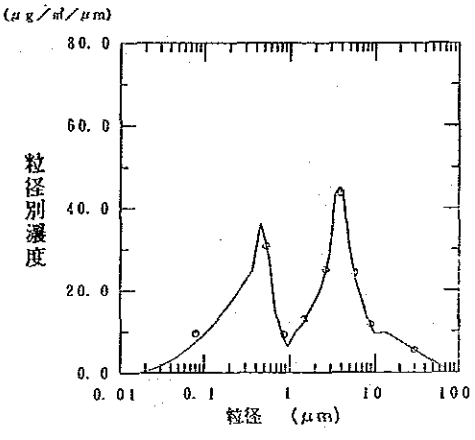


SAMPLING TIME = 310.8 H
AIR VOLUME = 524.3 m³
TOTAL CONC = 32.3 μg/m³

(MP 6)

NANYANG.T.I.



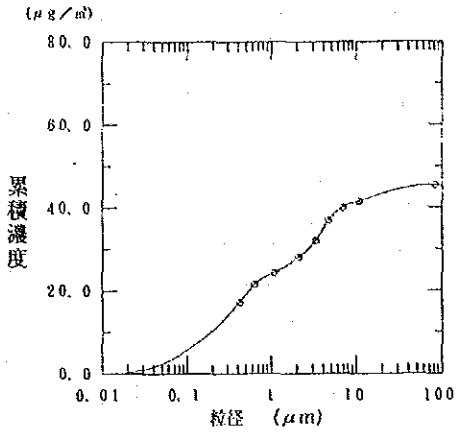


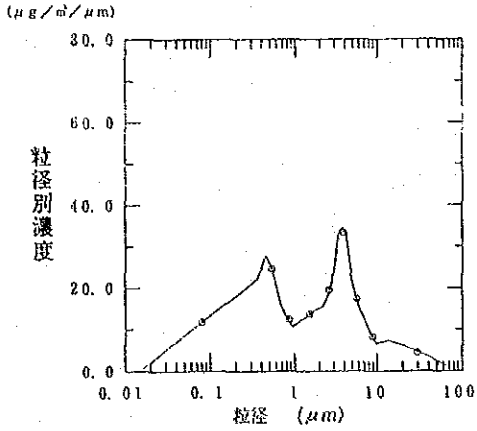
SAMPLING TIME = 310.8 H
AIR VOLUME = 514.5 m³
TOTAL CONC = 47.8 μg/m³

図V－2－9(3)　アンダーセンサンプラーによる累積濃度分布図と粒径分布図（第3次現地調査）

(MP 1)

J.T.C. HALL

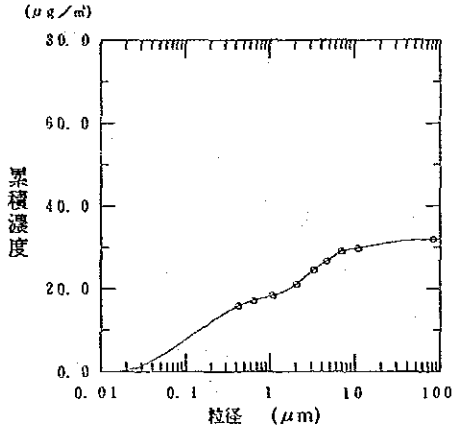


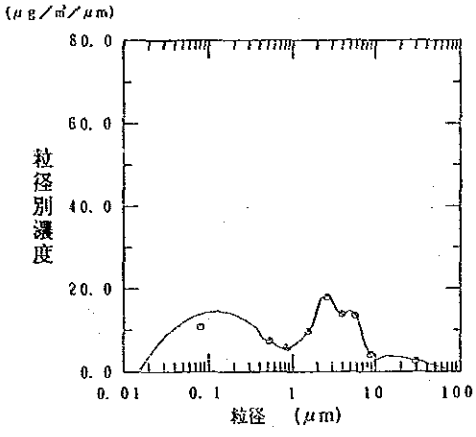


SAMPLING TIME= 237.5 H
AIR VOLUME = 475.7 m³
TOTAL CONC = 45.3 μg/m³

(MP 2)

N.U.S.

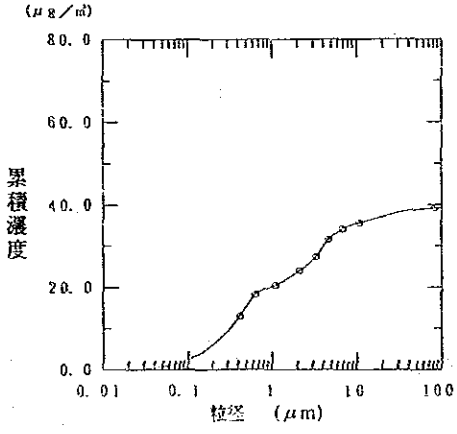


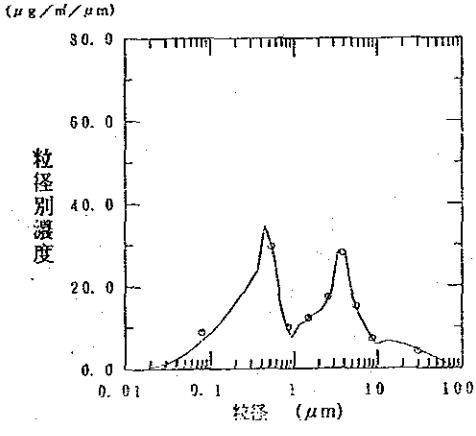


SAMPLING TIME= 259.6 H
AIR VOLUME = 429.8 m³
TOTAL CONC = 31.8 μg/m³

(MP 6)

NANYANG.T.I.





SAMPLING TIME= 283.0 H
AIR VOLUME = 454.4 m³
TOTAL CONC = 42.1 μg/m³

図V－2－9(4) アンダーセンサンプラーによる累積濃度分布図と粒径分布図（第4次現地調査）

2.2.3　アンダーセンサンプラー測定値とハイボリウムサンプラー，β線粉じん計測定値との比較

アンダーセンサンプラー測定値とハイボリウムサンプラー，β線粉じん計測定値との比較を表Ｖ－２－８に示す。アンダーセンサンプラーは十数日間の平均値として測定されるのに対して，ハイボリウムサンプラーは日平均値であり，β線粉じん計は１時間値である。そこで，表Ｖ－２－８では，アンダーセンサンプラーの測定期間にそろえて，各測定器の濃度を比較した。ただし，アンダーセンサンプラーの濃度は，粒径11μm 以下の値で他の測定器と比較した。表Ｖ－２－８によると，アンダーセンサンプラーによる粒径11μm 以下の濃度は，ハイボリウムサンプラーによるSPM及びβ線粉じん計によるSPMよりも，やや高めの濃度となっている。

なお，アンダーセンサンプラーとハイボリウムサンプラー，β線粉じん計との測定値の散布図は，図Ｖ－２－10に示すとおりである。

表V－2－8　アンダーセンサンプラーとハイボリウムサンプラー，β線粉じん計との比較

（MP1）　J.T.C. HALL

（μg/m³）

調　　査	期　　間	アンダーセンサンプラー	ハイボリウムサンプラー		β線粉じん計
			TPM	SPM	
第1次現地調査	12／9～12／21	35.3	58.8	28.2	20.4
第2次現地調査	3／8～3／20	44.4	89.6	48.8	25.1
第3次現地調査	6／21～7／4	37.0	50.8	25.4	14.7
第4次現地調査	9／13～9／25	41.5	62.9	34.6	26.6
平　　均		39.6	65.5	34.3	21.7

（MP2）　N. U. S.

（μg/m³）

調　　査	期　　間	アンダーセンサンプラー	ハイボリウムサンプラー		β線粉じん計
			TPM	SPM	
第1次現地調査	12／9～12／21	27.5	48.3	33.7	23.3
第2次現地調査	3／10～3／20	36.9	53.9	34.4	31.0
第3次現地調査	6／21～7／4	30.5	49.0	25.8	21.8
第4次現地調査	9／14～9／25	29.7	42.3	26.3	28.1
平　　均		31.2	48.4	30.1	26.1

（MP6）　NANYANG. T. I.

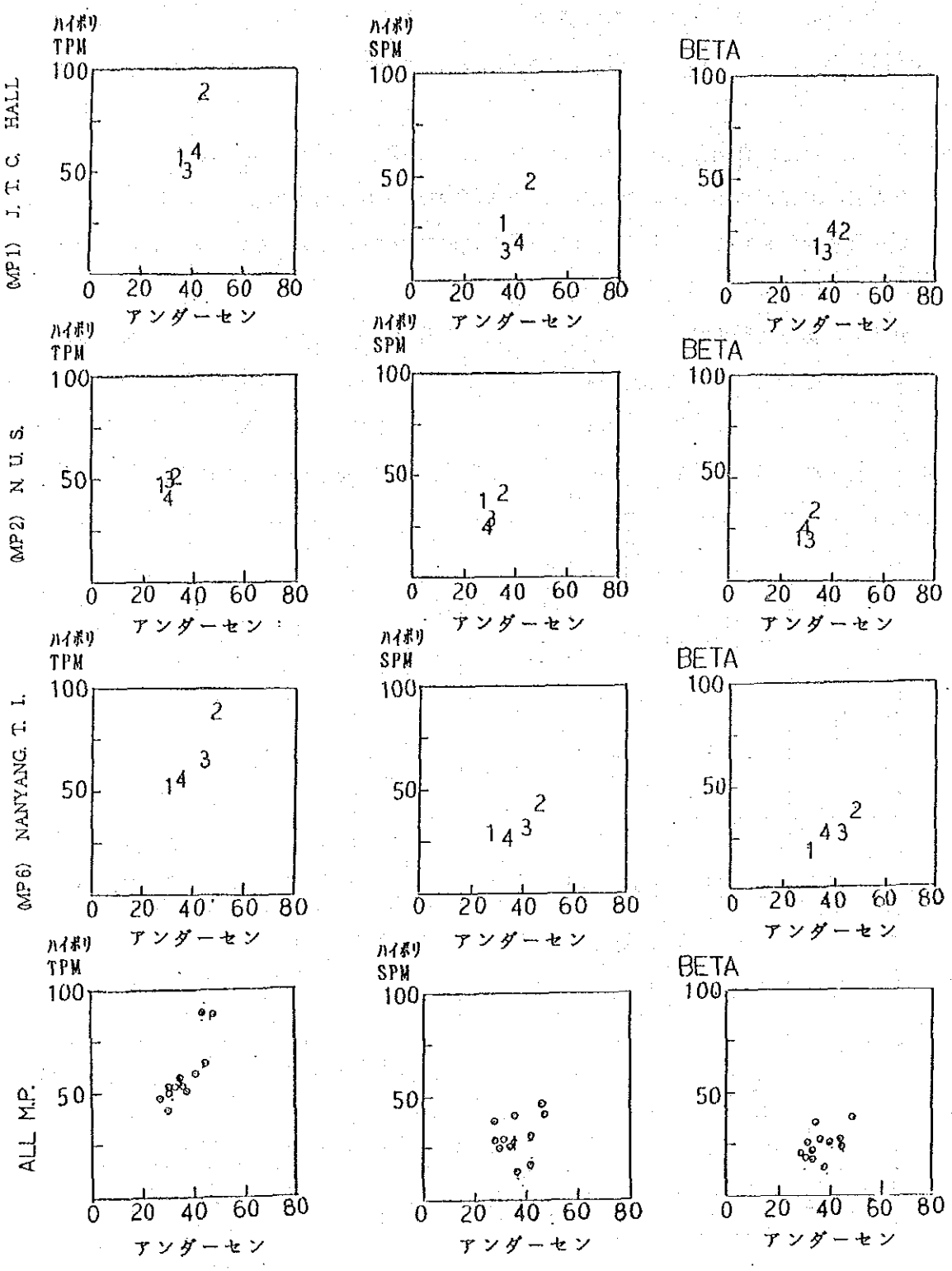
（μg/m³）

調　　査	期　　間	アンダーセンサンプラー	ハイボリウムサンプラー		β線粉じん計
			TPM	SPM	
第1次現地調査	12／9～12／21	30.9	54.2	34.6	20.7
第2次現地調査	3／6～3／20	48.3	81.0	44.8	37.7
第3次現地調査	6／21～7／4	43.1	67.6	28.9	27.0
第4次現地調査	9／13～9／25	35.5	57.0	27.0	27.8
平　　均		39.5	65.0	33.8	28.3

注1)　β線粉じん計による粉じん濃度の平均値は，測定開始日の11時より終了日の10時までの平均値として求めた。

注2)　アンダーセンサンプラーによる濃度は，11μm以下の値を用いた。

（単位　μg/m³）



注１）アンダーセンサンプラーによる粉じん濃度は11μm以下の値を用いた。
注２）図中の番号は，各調査期間を表す。

図Ⅴ－２－10　アンダーセンサンプラーとハイボリウムサンプラー，β線粉じん計との測定値の散布図

2.3　β線粉じん計によるSPM濃度の解析

長期現地調査で得られたβ線粉じん計によるSPM濃度の１時間値データを用いて，短期現地調査期間中（12日×４期）のSPM濃度と気象要素との関連を解析した。

2.3.1　短期現地調査期間中のβ線粉じん計によるSPM濃度の風向別平均濃度

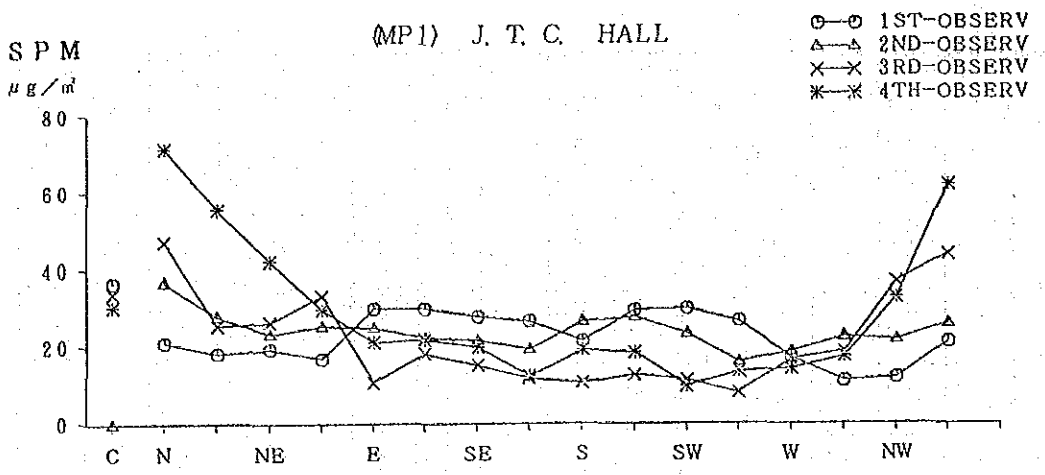
短期現地調査期間中のβ線粉じん計によるSPM濃度の風向別平均濃度を表Ｖ－２－９，図Ｖ－２－11に示す。また，これらの結果を風向別濃度分布図として図Ｖ－２－12に，短期現地調査期間中の風配図（図Ｖ－２－13）とともに示す。

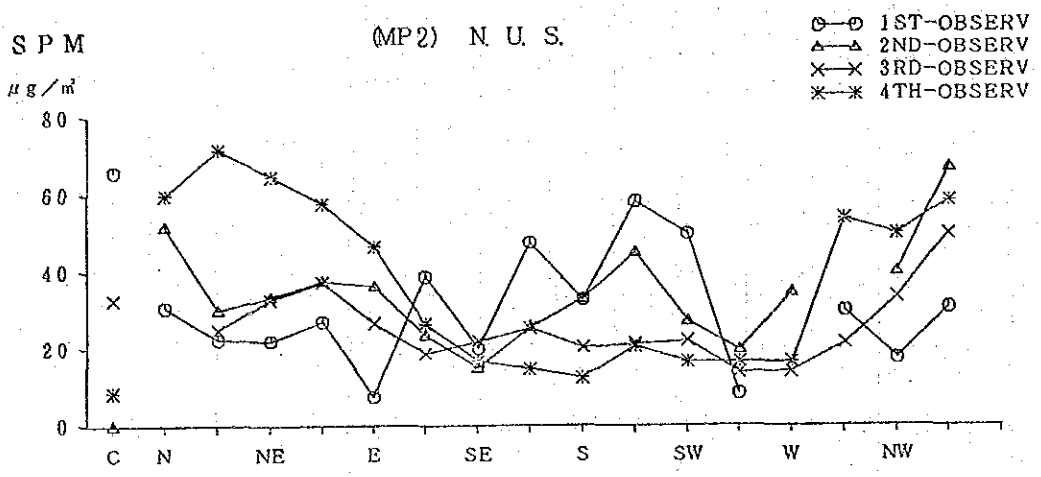
短期現地調査期間中の風配図をみると，第１次現地調査（12月）ではＮ系，第２次現地調査（３月）ではNE系，第３次現地調査（６月と７月）及び第４次現地調査（９月）ではＳ系の風向が卓越している。しかし，MP20だけは，他の測定点と異なった風配を呈している。β線粉じん計によるSPMの風向別濃度分布をみると，第３次現地調査及び第４次現地調査で，Ｎ系の風向の時に高濃度となる傾向がみられる。

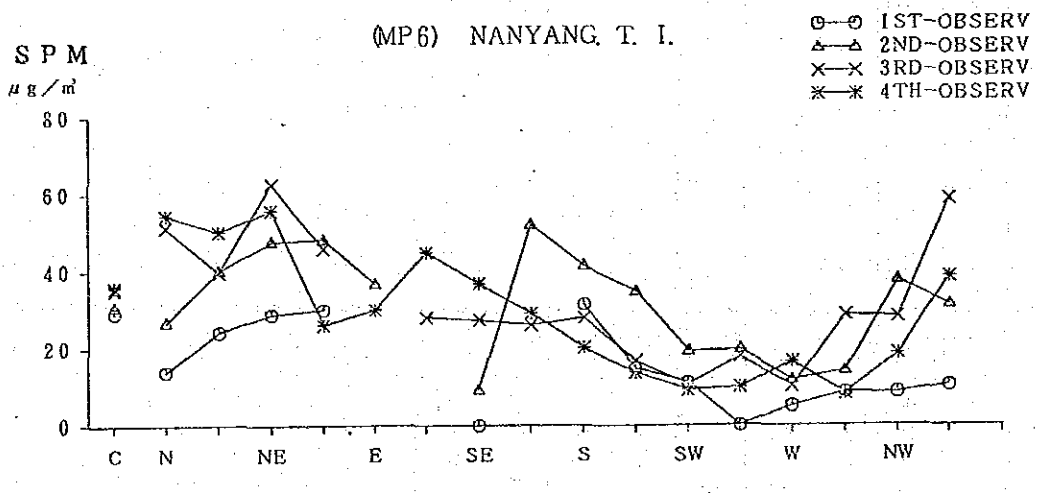
AVE ＝平均（μg/m³）
SIG ＝標準偏差（μg/m³）

表Ⅴ－２－９　短期現地調査期間中のβ線粉じん計によるSPMの風向別平均濃度

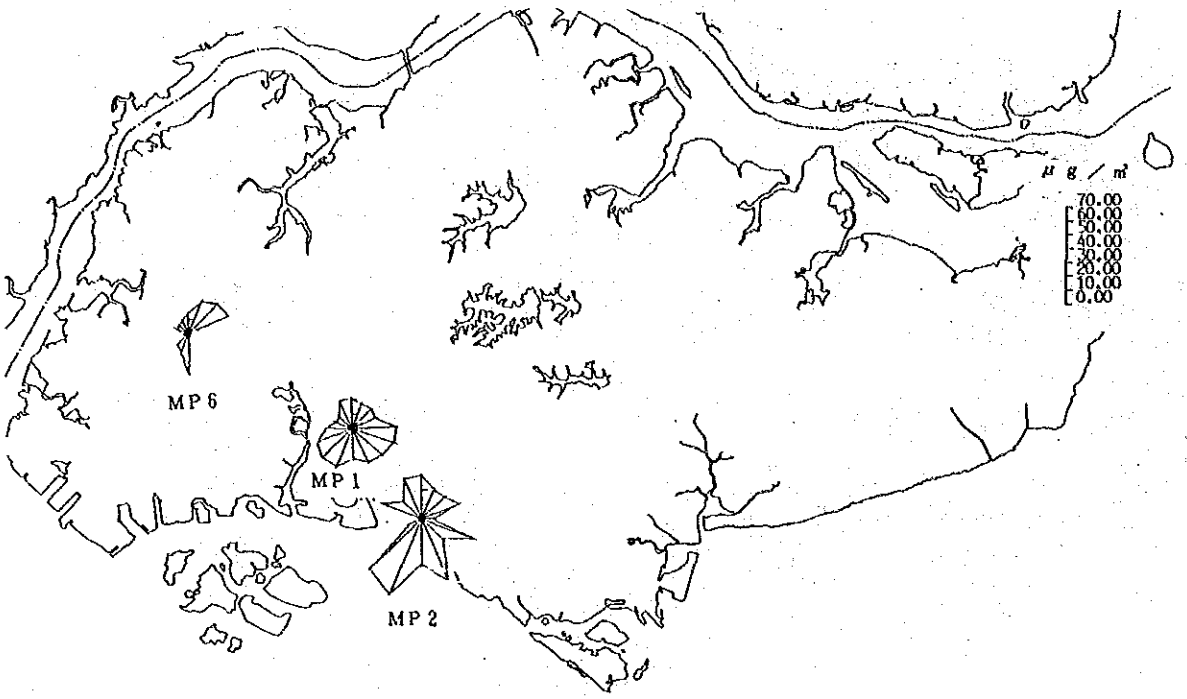
測定点名	調査	項目	CALM	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	TOTAL
(MP1) J.T.C.HALL	第１次調査	件数	5	46	58	77	14	1	2	1	3	5	5	3	3	4	5	18	38	288
		AVE	36.8	21.2	18.2	19.5	17.0	30.0	30.0	28.0	26.7	21.6	29.6	30.0	26.7	17.3	11.2	12.0	21.2	19.9
		SIG	30.6	21.2	17.2	17.4	8.9	0.0	10.0	0.0	4.7	5.3	13.9	22.9	17.0	19.3	9.4	14.1	19.6	18.2
	第２次調査	件数	0	23	32	74	42	10	5	7	9	14	19	12	11	5	3	4	2	272
		AVE	0.0	36.8	27.8	23.3	25.4	25.0	22.4	21.7	19.3	26.6	27.7	23.5	15.9	18.8	22.7	21.8	26.0	25.3
		SIG	0.0	25.1	13.2	13.6	14.2	12.2	8.6	20.7	15.7	19.7	24.2	13.0	8.1	8.8	17.9	6.3	16.0	16.7
	第３次調査	件数	5	6	5	7	3	7	24	49	46	58	33	18	10	8	4	2	3	288
		AVE	34.0	47.5	25.6	26.4	33.3	10.7	18.3	15.2	11.8	10.6	12.7	11.4	8.1	16.8	18.8	37.0	44.0	15.3
		SIG	33.8	14.8	7.7	12.4	16.7	6.8	12.1	10.7	8.1	9.0	9.6	15.4	5.9	9.7	8.9	7.0	27.3	13.8
	第４次調査	件数	9	16	15	9	14	8	13	18	24	29	29	34	11	10	16	18	14	287
		AVE	30.6	71.7	55.8	42.3	29.7	21.3	22.0	19.9	12.5	19.3	18.6	9.7	13.5	14.4	17.5	32.7	62.1	26.6
		SIG	29.5	21.9	27.8	16.9	18.0	11.4	14.9	10.4	8.2	14.7	11.0	7.6	13.2	18.3	14.0	27.0	33.7	25.1
	平均	件数	19	91	110	167	73	26	44	75	82	106	86	67	35	27	28	42	57	1135
		AVE	33.1	35.7	26.5	22.7	24.9	20.2	20.4	17.1	13.4	15.6	19.0	13.5	13.8	16.3	17.1	23.0	32.6	21.7
		SIG	31.1	28.8	21.6	16.4	15.0	12.1	12.9	12.2	9.8	13.8	16.0	13.6	11.6	15.0	13.5	22.5	29.8	19.5
(MP2) N.U.S.	第１次調査	件数	1	35	51	109	16	2	5	1	2	10	4	4	5	0	3	15	24	287
		AVE	66.0	30.8	22.3	22.1	27.2	7.5	38.8	20.0	47.5	32.7	58.3	50.0	8.4	0.0	30.0	17.3	30.8	25.6
		SIG	0.0	15.1	14.6	16.0	11.1	7.5	7.4	0.0	7.5	16.0	14.5	13.7	4.3	0.0	21.4	16.9	17.3	17.1
	第２次調査	件数	1	5	17	77	71	14	10	8	9	14	22	18	9	8	0	1	4	288
		AVE	0.0	51.8	30.0	33.3	37.6	36.1	23.5	14.9	25.7	33.0	45.0	27.1	19.6	34.6	0.0	40.0	67.0	34.0
		SIG	0.0	20.3	12.8	17.0	18.8	17.6	23.9	11.5	21.9	20.0	30.9	21.4	15.5	18.4	0.0	0.0	33.1	21.3
	第３次調査	件数	3	0	2	5	8	3	18	70	37	57	24	30	18	2	7	3	1	288
		AVE	32.7	0.0	25.0	32.8	37.3	26.7	18.7	21.8	25.4	20.3	21.2	22.0	13.7	14.0	21.4	33.3	50.0	22.2
		SIG	26.6	0.0	5.0	10.0	12.2	4.7	14.4	13.6	10.8	11.3	8.0	16.2	7.7	4.0	12.4	24.7	0.0	13.4
	第４次調査	件数	5	8	9	23	7	9	14	30	25	24	28	50	26	10	9	3	8	288
		AVE	8.8	60.0	71.7	64.8	57.7	46.6	26.5	16.6	14.6	12.4	20.6	16.5	16.4	16.5	53.9	50.0	58.5	28.2
		SIG	4.7	29.8	29.5	21.5	17.3	21.1	22.6	12.6	9.3	9.5	21.1	16.6	8.1	12.9	19.8	21.6	34.1	26.5
	平均	件数	10	48	79	214	102	28	47	109	73	105	78	102	58	20	19	22	37	1151
		AVE	20.8	37.8	29.7	31.0	37.3	36.4	24.2	19.9	22.3	21.4	29.6	21.3	15.4	23.5	38.2	25.0	41.2	27.5
		SIG	24.2	22.3	22.6	21.2	18.5	20.2	19.9	13.4	13.9	14.7	24.9	18.7	9.8	17.4	23.4	22.1	27.8	20.6
(MP6) NANYANG.T.I.	第１次調査	件数	30	62	57	47	1	0	0	1	0	4	4	7	2	3	8	17	40	283
		AVE	29.1	13.9	24.2	28.8	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.3	14.8	11.0	0.0	5.0	8.4	8.2	10.2	19.0
		SIG	19.5	13.8	14.5	25.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	7.6	9.7	0.0	4.1	5.1	5.0	10.4	17.9
	第２次調査	件数	13	15	52	72	25	5	0	1	5	12	31	11	13	3	2	5	6	271
		AVE	30.8	26.7	40.3	47.8	48.4	36.8	0.0	9.0	52.2	41.4	34.8	19.3	19.6	11.7	14.0	37.6	31.2	38.7
		SIG	21.4	17.9	21.6	23.1	19.0	4.1	0.0	0.0	23.1	18.9	27.0	20.2	12.2	8.5	14.0	20.4	12.4	23.4
	第３次調査	件数	43	6	12	9	2	0	3	15	38	78	39	19	16	1	2	1	3	287
		AVE	35.1	51.5	39.8	62.8	46.0	0.0	28.0	27.3	25.9	27.7	16.7	10.4	17.6	10.0	28.5	28.0	58.7	27.9
		SIG	18.7	14.6	19.9	33.9	36.0	0.0	4.9	8.6	15.1	15.8	13.4	7.5	22.8	0.0	6.5	0.0	29.6	20.2
	第４次調査	件数	42	21	25	10	2	1	1	8	16	30	27	33	26	7	10	9	19	287
		AVE	36.0	54.5	50.4	56.0	26.0	30.0	45.0	36.9	29.0	20.1	13.6	8.9	9.7	16.4	8.0	18.4	38.5	27.8
		SIG	14.2	21.2	17.4	18.1	4.0	0.0	0.0	24.4	14.4	14.4	12.9	7.7	10.1	17.3	5.6	16.7	23.5	22.3
	平均	件数	128	104	146	138	30	6	4	25	59	124	101	70	57	14	22	32	68	1128
		AVE	33.6	26.1	35.7	42.9	46.1	35.7	32.3	28.5	29.0	27.3	21.3	11.2	13.8	12.5	10.5	16.3	22.1	28.2
		SIG	18.1	23.5	20.7	26.7	20.7	4.5	8.5	17.5	17.3	16.6	20.5	11.4	15.9	13.7	9.0	16.4	22.3	22.1



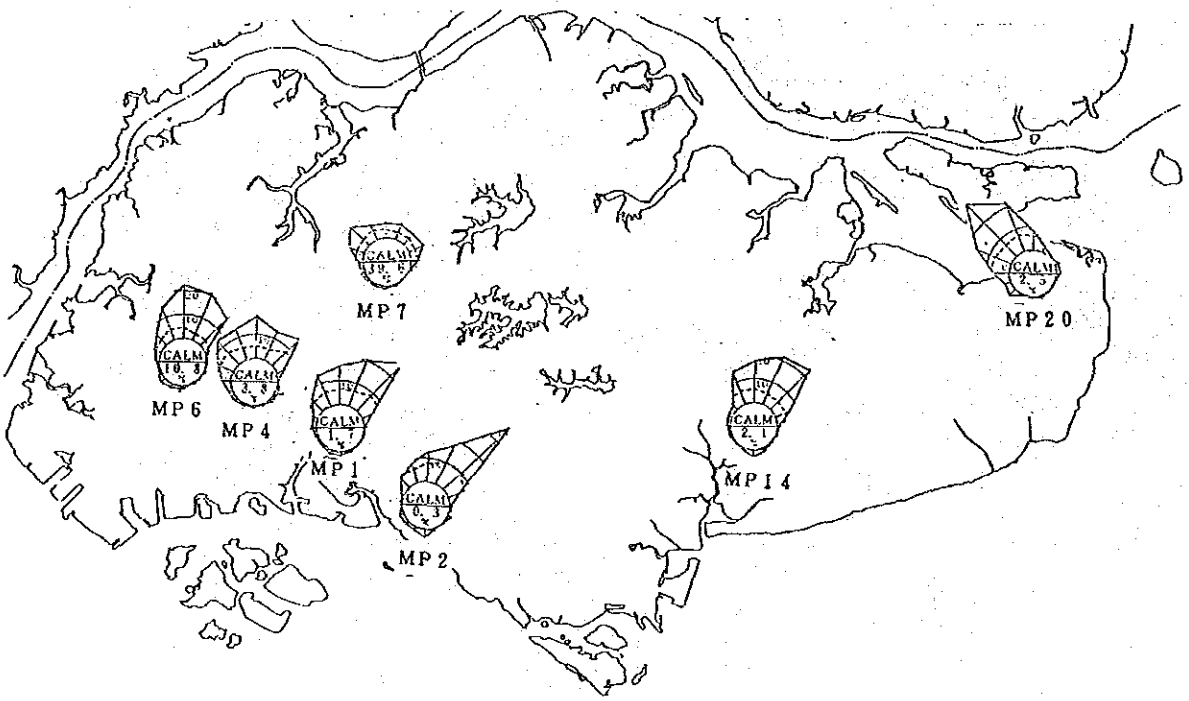




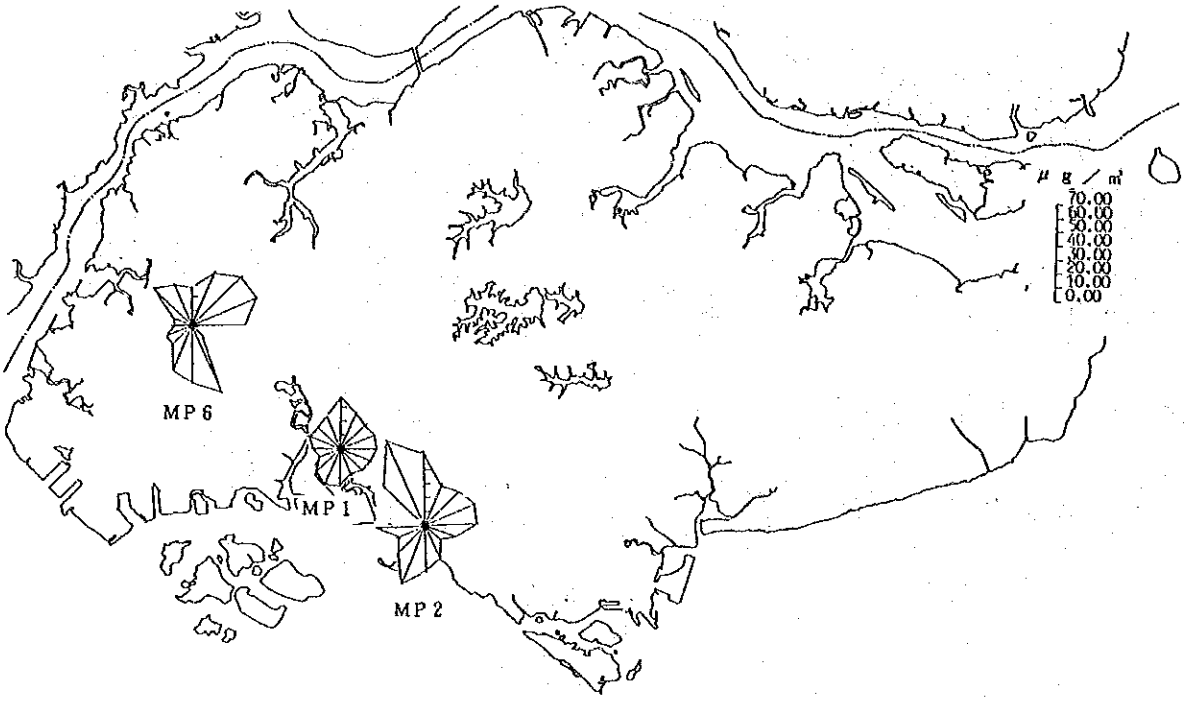
図V－2－11 短期現地調査期間中のβ線粉じん計によるSPM濃度の風向別平均濃度



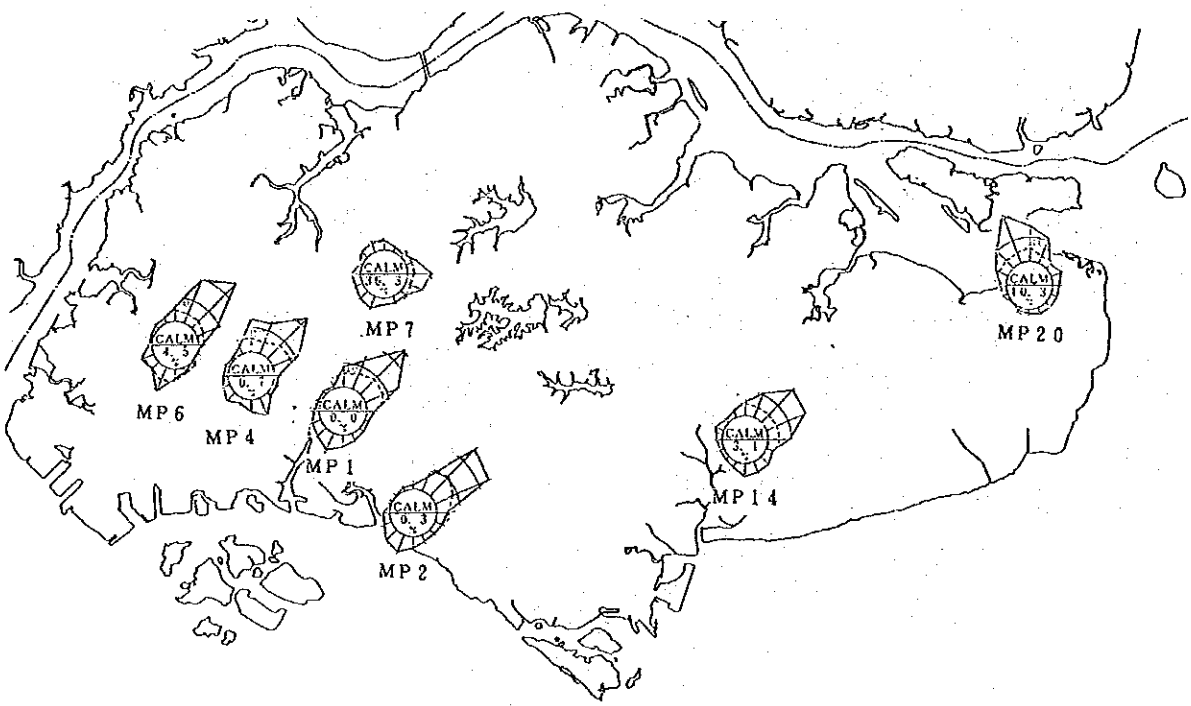
図V－2－12(1)　β線粉じん計によるSPM濃度の風向別濃度分布（第1次現地調査）



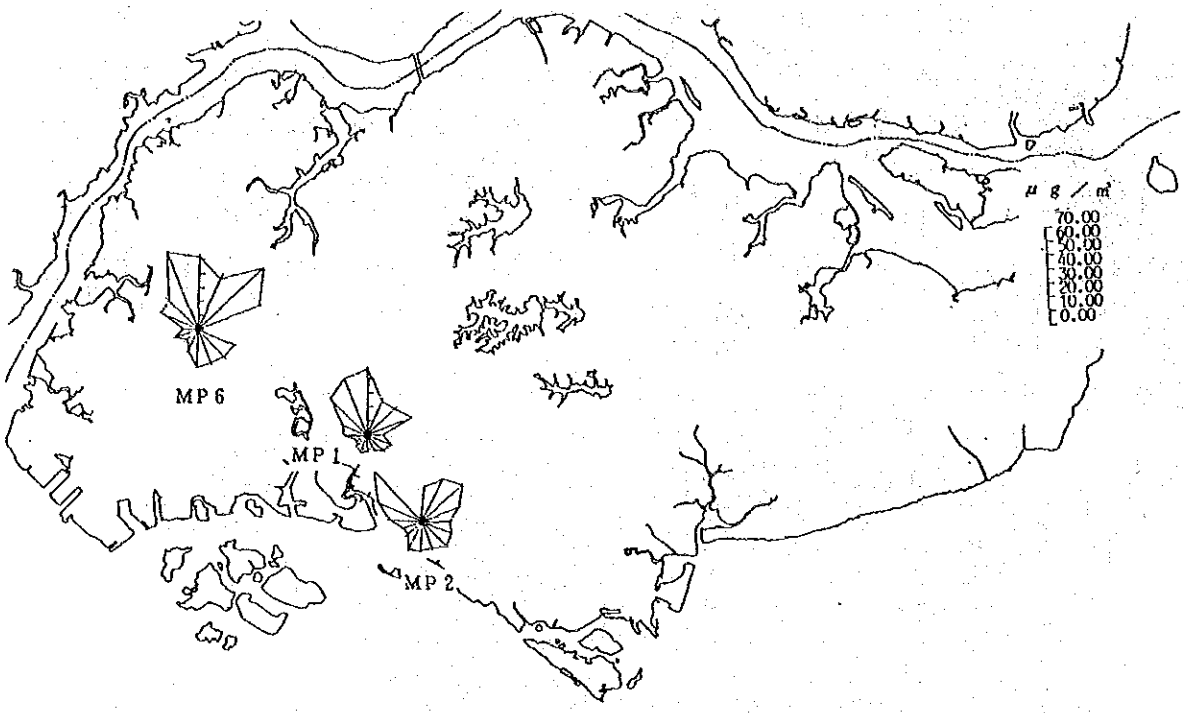
図V－2－13(1)　短期調査期間中の風配図（第1次現地調査）



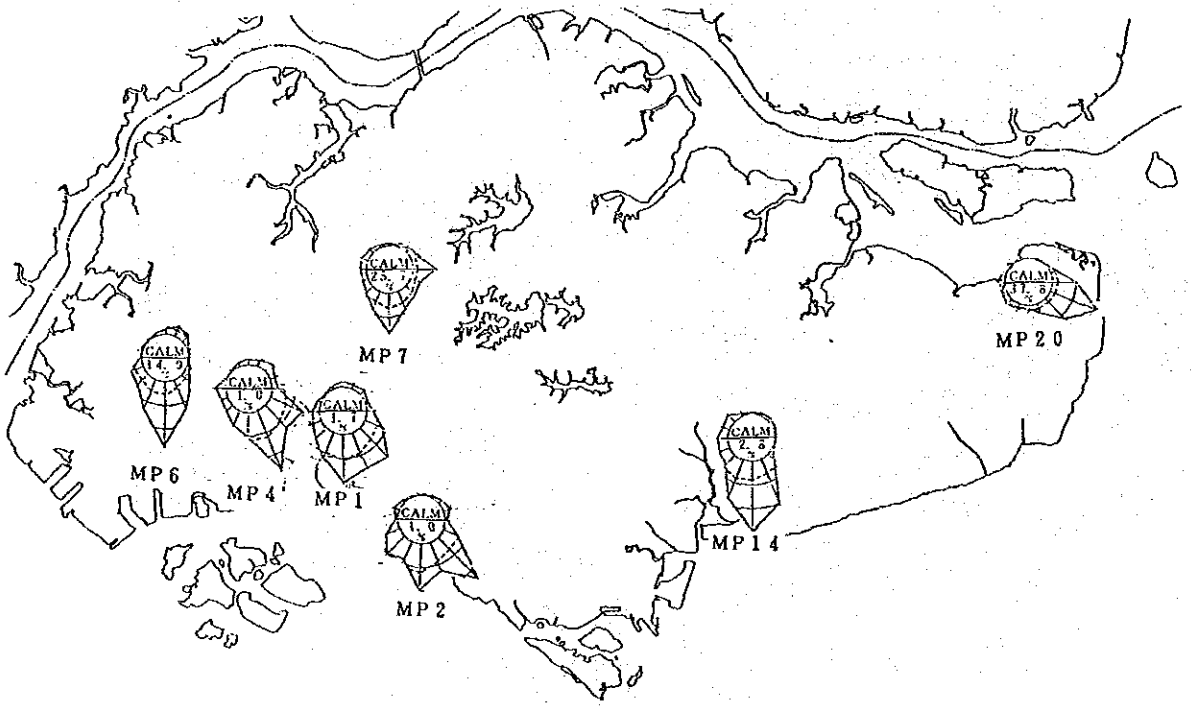
図Ⅴ－２－12(2)　β線粉じん計によるSPM濃度の風向別濃度分布（第２次現地調査）



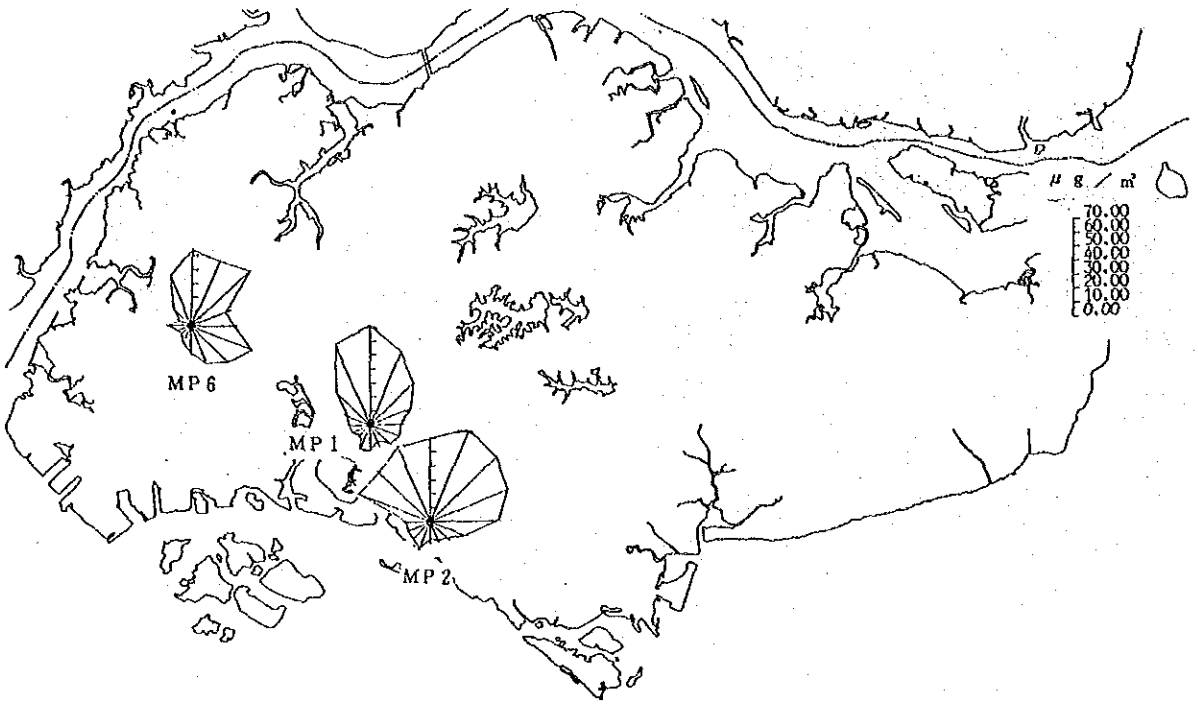
図Ⅴ－２－13(2)　短期調査期間中の風配図（第２次現地調査）



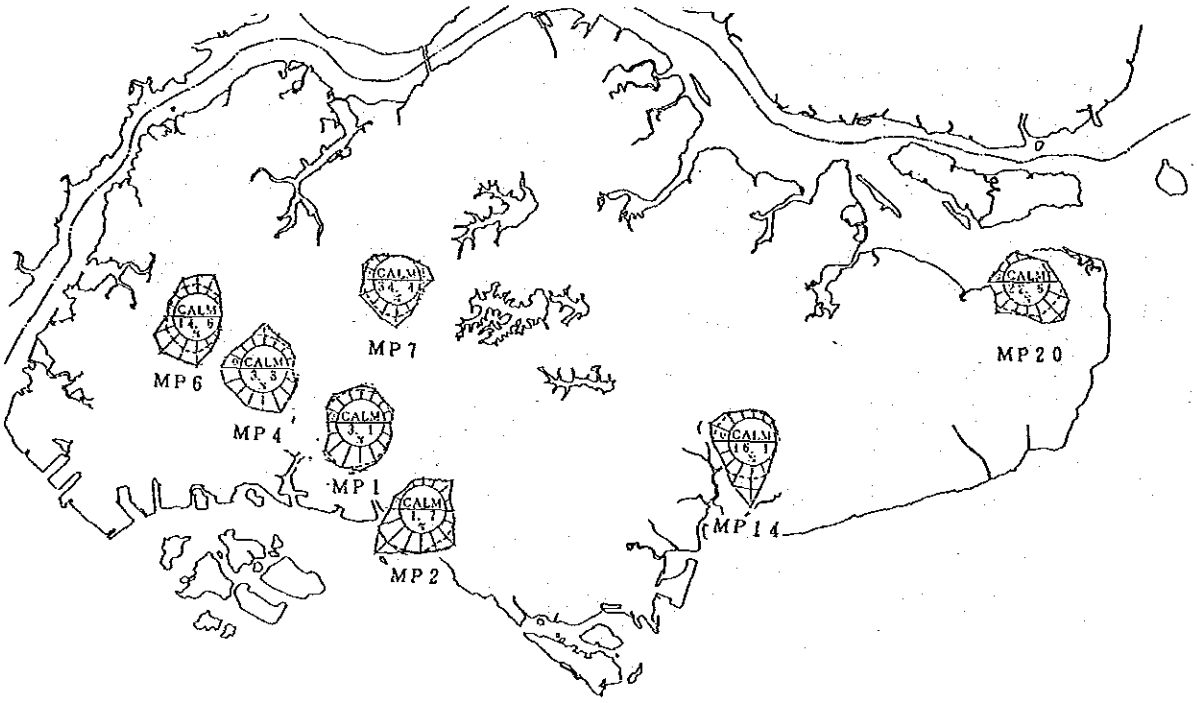
図Ⅴ－２－12(3)　β線粉じん計によるSPM濃度の風向別濃度分布（第３次現地調査）



図Ⅴ－２－13(3)　短期調査期間中の風配図（第３次現地調査）



図V－2－12(4)　β線粉じん計によるSPM濃度の風向別濃度分布（第4次現地調査）



図V－2－13(4)　短期調査期間中の風配図（第4次現地調査）

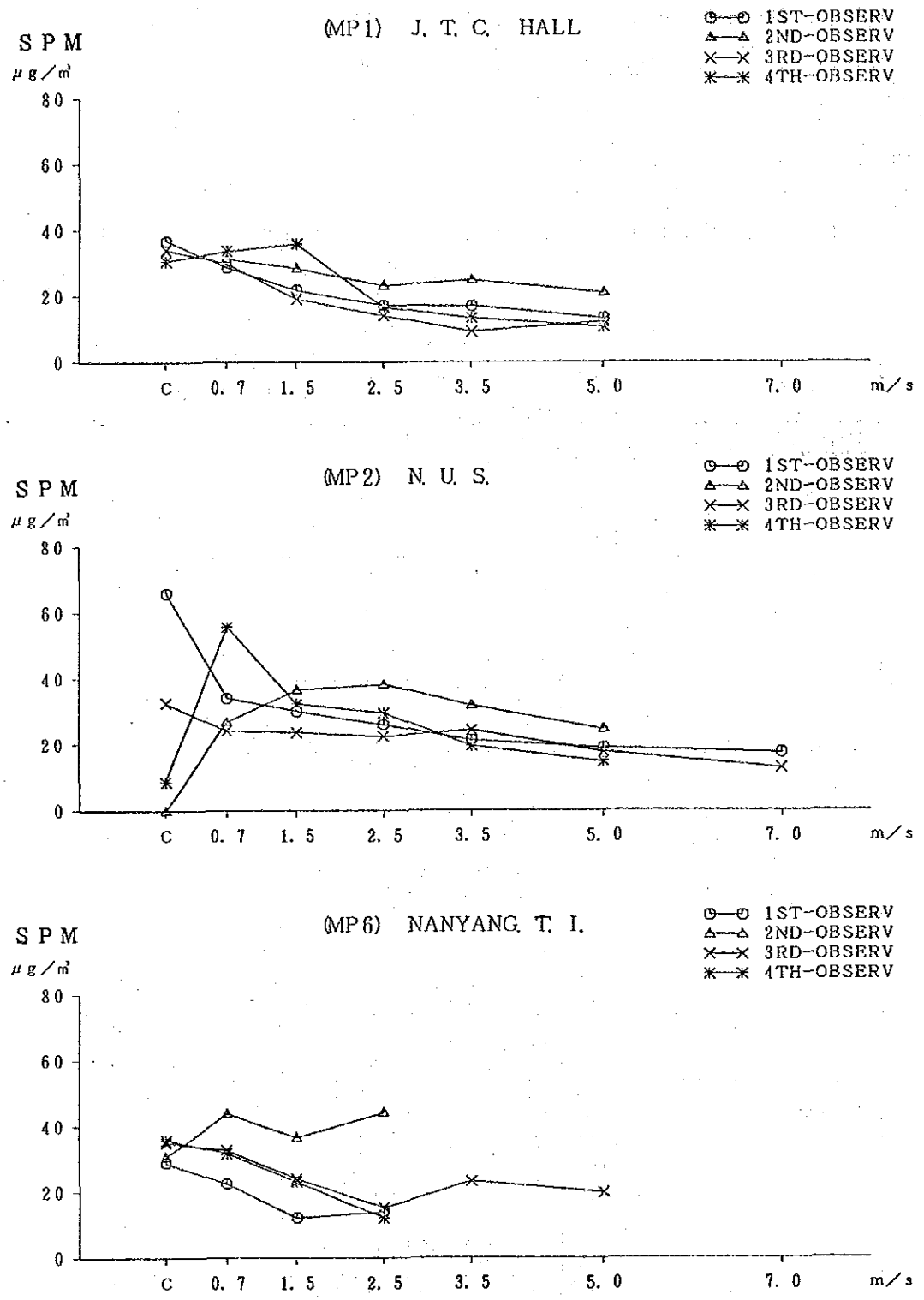
2.3.2　短期現地調査期間中のβ線粉じん計によるSPM濃度の風速ランク別平均濃度

短期現地調査期間中のβ線粉じん計によるSPM濃度の風速ランク別平均濃度を表Ｖ－２－10，図Ｖ－２－14に示す。これらの結果をみると，年間を通してみた場合と同様に，風速が大きいほど濃度が低い傾向がみられる。

表Ｖ－２－10　短期現地調査期間中のβ線粉じん計によるSPM濃度の風速ランク別平均濃度

AVE ＝平均　（μg/m³）
SIG ＝標準偏差（μg/m³）

測定点名	調　査	項目	風速ランク別平均濃度							
			0 ~0.4	0.5 ~0.9	1.0 ~1.9	2.0 ~2.9	3.0 ~3.9	4.0 ~5.9	6.0m/s 以上	平均
(MP1) J.T.C. HALL	第１次調査	件数	5	20	108	107	37	11		288
		AVE	36.8	28.6	21.9	17.1	16.9	13.2	-	19.9
		SIG	30.6	28.0	20.2	13.1	13.6	9.6		18.2
	第２次調査	件数		12	79	116	52	13		272
		AVE	-	31.3	28.5	23.2	24.8	20.9	-	25.3
		SIG		15.1	20.6	13.3	17.6	9.9		16.7
	第３次調査	件数	5	18	63	117	61	24		288
		AVE	34.0	29.8	19.1	14.1	9.2	12.3	-	15.3
		SIG	33.8	23.4	13.5	10.7	7.4	8.5		13.8
	第４次調査	件数	9	44	112	74	43	5		287
		AVE	30.6	33.7	35.9	16.6	13.2	10.6	-	26.6
		SIG	29.5	28.4	28.5	13.6	10.1	8.1		25.1
	平　均	件数	19	94	362	414	193	53		1135
		AVE	33.1	31.5	27.2	17.9	15.8	14.4	-	21.7
		SIG	31.1	26.1	23.2	13.1	14.0	9.8		19.5
(MP2) N.U.S.	第１次調査	件数	1	15	65	106	64	34	2	287
		AVE	66.0	34.2	30.2	26.1	21.2	18.9	17.5	25.6
		SIG	0.0	19.2	18.1	16.9	14.1	13.9	7.5	17.1
	第２次調査	件数	1	13	52	108	85	29		288
		AVE	0.0	26.9	36.5	38.2	31.8	24.6	-	34.0
		SIG	0.0	26.6	24.4	20.1	20.1	13.3		21.3
	第３次調査	件数	3	9	55	116	53	45	7	288
		AVE	32.7	24.2	23.8	22.4	24.3	17.6	12.9	22.2
		SIG	26.6	13.1	15.0	12.4	14.4	9.4	9.9	13.4
	第４次調査	件数	5	11	113	84	45	30		288
		AVE	8.8	55.7	32.3	29.5	19.5	14.7	-	28.2
		SIG	4.7	39.5	26.8	27.4	18.3	11.9		26.5
	平　均	件数	10	48	285	414	247	138	9	1151
		AVE	20.8	35.3	31.0	28.9	25.2	18.7	13.9	27.5
		SIG	24.2	28.9	23.0	20.2	17.9	12.5	9.6	20.6
(MP6) NANYANG.T.I.	第１次調査	件数	30	132	104	17				283
		AVE	29.1	22.7	12.3	14.1	-	-	-	19.0
		SIG	19.5	18.8	14.1	11.1				17.9
	第２次調査	件数	13	71	172	15				271
		AVE	30.8	43.9	36.6	44.3	-	-	-	38.7
		SIG	21.4	22.8	22.9	28.5				23.4
	第３次調査	件数	43	91	121	22	9	1		287
		AVE	35.1	32.9	24.1	15.5	23.3	20.0	-	27.9
		SIG	18.7	23.1	17.4	10.4	13.7	0.0		20.2
	第４次調査	件数	42	108	121	16				287
		AVE	36.0	31.9	23.3	12.2	-	-	-	27.8
		SIG	14.2	23.0	23.1	9.3				22.3
	平　均	件数	128	402	518	70	9	1		1128
		AVE	33.6	31.2	25.7	20.6	23.3	20.0	-	28.2
		SIG	18.1	23.0	22.0	20.3	13.7	0.0		22.1



図V－2－14 短期現地調査期間中のβ粉じん計によるSPM濃度の風速ランク別平均濃度

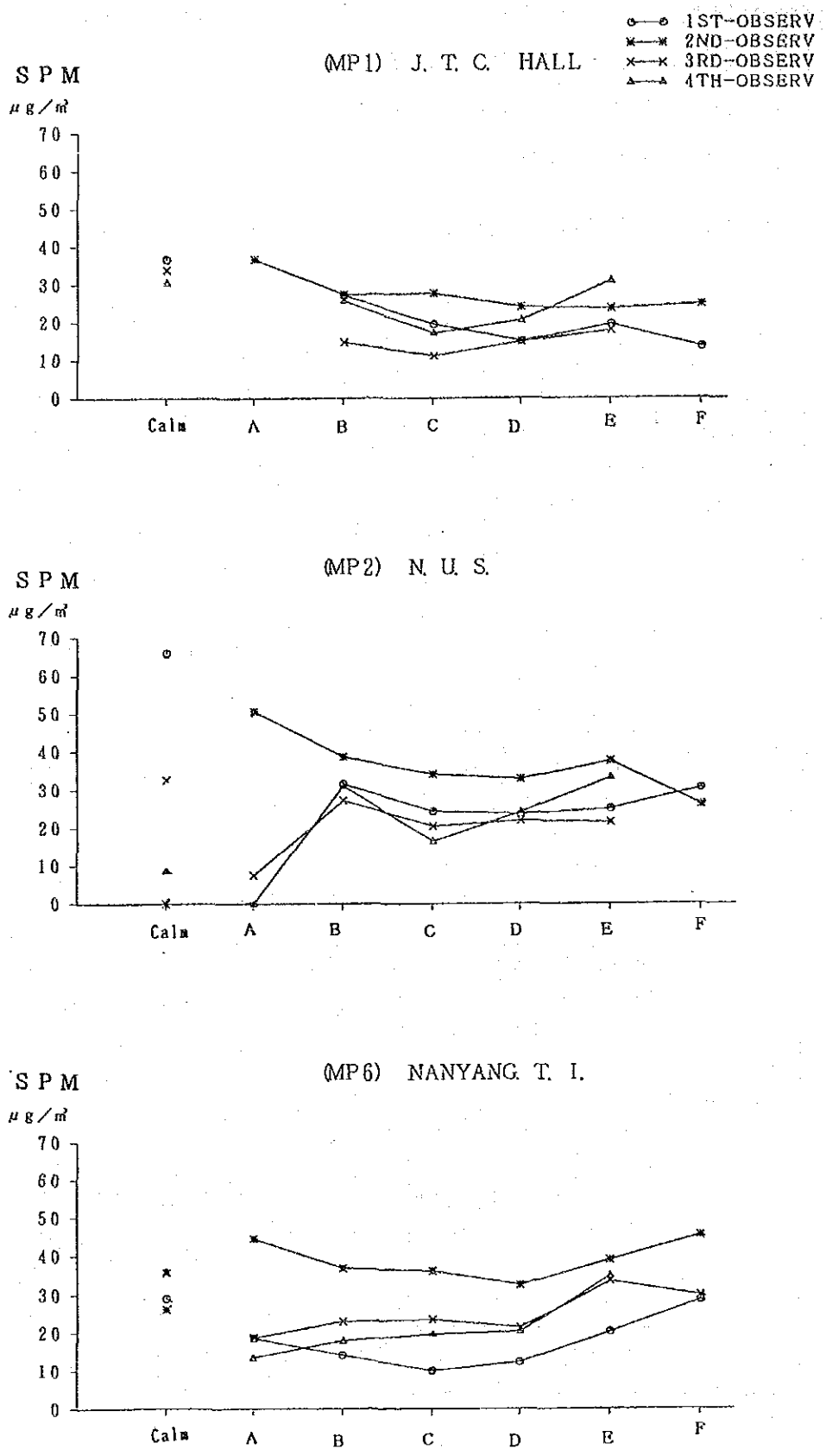
2.3.3　短期現地調査期間中のβ線粉じん計によるSPM濃度の大気安定度別平均濃度

短期現地調査期間中のβ線粉じん計によるSPM濃度の大気安定度別平均濃度を表V－2－11，図V－2－15に示す。年間を通してみた場合と同様に短期現地調査期間においても，SPM 濃度と大気安定度とのはっきりした関係はみられない。

表V－2－11　短期現地調査期間中のβ線粉じん計によるSPM濃度の大気安定度別平均濃度

AVE ＝平均　（μg/m³）
SIG ＝標準偏差（μg/m³）

測定点名	調査	項目	無風時	有風時 A	有風時 B	有風時 C	有風時 D	有風時 E	有風時 F	計
(MP1) J.T.C. HALL	第1次調査	件数	5	-	40	36	53	146	8	288
		AVE	36.8	-	27.1	19.4	15.1	19.5	13.5	19.9
		SIG	30.6	-	22.2	14.6	13.3	18.2	9.7	18.2
	第2次調査	件数	-	3	59	33	56	90	12	253
		AVE	-	36.7	27.3	27.6	23.9	23.7	24.7	25.3
		SIG	-	17.5	16.6	20.7	16.3	11.6	13.6	15.6
	第3次調査	件数	5	-	44	43	94	90	-	276
		AVE	34.0	-	14.7	11.2	15.0	17.9	-	15.6
		SIG	33.8	-	13.4	11.7	13.9	11.9	-	13.9
	第4次調査	件数	9	-	68	33	41	136	-	287
		AVE	30.6	-	25.6	17.2	20.4	30.9	-	26.6
		SIG	29.5	-	25.1	20.5	25.1	24.7	-	25.1
	平均	件数	19	3	211	145	244	462	20	1104
		AVE	33.1	36.7	24.1	18.3	18.0	23.4	20.2	21.8
		SIG	31.1	17.5	20.9	17.9	17.1	19.1	13.4	19.3
(MP2) N.U.S.	第1次調査	件数	1	-	36	40	88	116	6	287
		AVE	66.0	-	31.5	24.3	23.5	25.1	30.5	25.6
		SIG	0.0	-	20.7	17.3	16.1	15.9	11.0	17.1
	第2次調査	件数	1	3	64	38	86	66	10	268
		AVE	0.0	50.7	38.7	34.2	32.8	37.6	26.1	35.4
		SIG	0.0	15.5	23.3	20.7	17.5	21.0	15.3	20.6
	第3次調査	件数	3	2	41	38	106	86	-	276
		AVE	32.7	7.5	27.1	20.5	21.9	21.5	-	22.3
		SIG	26.6	2.5	11.8	14.3	12.7	13.8	-	13.6
	第4次調査	件数	5	1	56	44	49	133	-	288
		AVE	8.8	0.0	30.9	16.4	24.2	33.3	-	28.2
		SIG	4.7	0.0	25.0	19.4	25.0	28.2	-	26.5
	平均	件数	10	6	197	160	329	401	16	1119
		AVE	20.8	27.8	32.8	23.6	25.5	29.1	27.8	27.8
		SIG	24.2	25.5	21.9	19.3	17.7	22.0	14.0	20.6
(MP6) NANYANG.T.I.	第1次調査	件数	30	5	39	17	37	144	11	283
		AVE	29.1	18.6	14.1	10.1	12.2	20.3	28.7	19.0
		SIG	19.5	9.7	11.8	11.0	11.2	18.4	29.8	17.9
	第2次調査	件数	10	8	70	13	30	107	13	271
		AVE	26.3	44.9	37.0	36.2	32.5	39.1	45.6	37.6
		SIG	18.8	19.9	26.1	21.7	23.6	21.3	22.5	23.3
	第3次調査	件数	42	3	61	20	62	86	1	275
		AVE	35.6	18.7	22.9	23.4	21.4	33.6	30.0	27.9
		SIG	18.7	16.4	19.6	15.0	16.2	22.6	0.0	20.3
	第4次調査	件数	42	7	65	20	36	117	-	287
		AVE	36.0	13.4	17.8	19.6	20.3	34.9	-	27.8
		SIG	14.2	17.1	18.3	21.8	20.5	23.6	-	22.3
	平均	件数	124	23	235	70	165	454	25	1096
		AVE	33.4	26.2	24.2	21.5	21.1	31.0	37.6	27.8
		SIG	17.9	21.8	22.3	19.8	19.0	22.6	26.9	22.0



図V－2－15　短期現地調査期間中のβ線粉じん計によるSPM濃度の大気安定度別平均濃度

第３章　粒子状物質中の化学成分の解析

各短期現地調査期間中にハイボリウムサンプラーにより捕集された１日分の TPM試料を，放射化分析，ケイ光Ｘ線分析，イオンクロマト分析，示差熱分析により分析した33元素，３陰イオン，元素状炭素，有機炭素について，その濃度解析を行った。

なお，これらの化学成分の濃度が検出限界以下の場合，原則として濃度を検出限界の10分の1として計算した。

3.1　化学成分の平均濃度

化学成分の平均濃度を表Ｖ－３－１に示す。この表は，各化学成分について各現地調査別に，20測定点のデータを算術平均と幾何平均したものであり，データ数のうち50％以上が検出限界以下のものは＊印をつけてある。なお，この表には TPM濃度も表示してあるが，元素分析と炭素分析では試料採集日が異なるので，元素分析試料の TPM濃度と炭素分析の TPM濃度を別々に表示した。粒子状物質中の化学成分濃度の大きさの順序は，C，Si，Cl，SO_4^{--}，Cl^-，Alとなっており，土壌，海塩粒子，二次粒子関連物質の濃度が比較的高くなっている。また，Ag，Ba，Cs，K，La，Lu，Ni，Wは検出限界以下のデータが多い。

表Ｖ－３－１　化学成分の平均濃度

分析		成分	単位	第１次現地調査		第２次現地調査		第３次現地調査		第４次現地調査		全シーズン平均	
				算術平均	幾何平均	算術平均	幾何平均	算術平均	幾何平均	算術平均	幾何平均	算術平均	幾何平均
元素分析	放射化分析	Ag	ng/m³	0.064*	0.063*	0.406*	0.185*	0.143*	0.068*	0.105*	0.071*	0.179*	0.087*
		Al		1665.000	1290.242	2706.000	2113.726	1578.540	841.269	2619.500	1646.097	2142.260	1394.048
		As		6.716	3.318	7.639	4.661	4.263	1.198	6.390	1.362	6.252	2.241
		Ba		15.790*	5.248*	17.200*	7.264*	41.005*	5.197*	27.140*	8.793*	25.284*	6.460*
		Br		85.600	65.144	107.500	93.439	102.050	88.936	99.400	83.389	98.637	76.911
		Ca		1157.000	869.544	2470.500	1871.769	1656.000	844.169	2603.000	1272.344	1971.625	1149.857
		Cd		6.350*	4.327*	5.350*	3.691*	5.050*	3.716*	5.750*	4.295*	5.625*	3.996*
		Ce		1.505	1.069	2.392	2.036	1.607	1.253	1.862	1.368	1.842	1.390
		Cl		4740.000	4643.021	1956.500	1868.831	2995.000	2866.449	3990.000	3828.132	3420.375	3129.179
		Co		0.244	0.130	0.505	0.292	0.316	0.190	1.136	0.283	0.550	0.212
		Cr		4.132	2.382	7.043	5.400	6.159	3.769	7.553	4.155	6.222	3.767
		Cs		0.090*	0.037*	0.097*	0.038*	0.078*	0.029*	0.096*	0.033*	0.090*	0.034*
		Cu		53.750	30.158	109.250	89.671	48.900	29.865	46.150	26.662	64.513	38.307
		Fe		637.500	514.703	1408.000	1087.710	1027.750	639.193	1097.000	749.846	1042.563	719.728
		Hf		0.087	0.038	0.158	0.084	0.083	0.047	0.140	0.054	0.117	0.053
		K		273.500*	130.053*	871.000*	359.946*	475.500	254.822	578.000*	283.667*	549.500*	241.185*
		La		0.325*	0.137*	1.005	0.522	0.568*	0.242*	0.688*	0.247*	0.646*	0.256*
		Lu		0.008*	0.003*	0.011*	0.006*	0.003*	0.002*	0.009*	0.004*	0.008*	0.003*
		Mn		11.805	10.295	34.170	23.730	25.560	13.225	17.705	10.475	22.310	13.564
		Na		1155.000	737.237	1278.500	1104.422	1538.000	1410.670	1999.000	1911.196	1492.625	1217.218
		Ni		9.080*	4.456*	8.890*	5.255*	4.235*	2.007*	9.420*	3.356*	7.906*	3.539*
		Sb		1.803	0.720	3.704	2.151	1.602	0.987	4.291	1.218	2.850	1.168
		Sc		0.182	0.134	0.347	0.264	0.201	0.134	0.318	0.202	0.262	0.176
		Se		0.992	0.525	1.680	1.111	0.436	0.222	1.119	0.951	1.057	0.593
		Sm		0.108	0.067	0.161	0.120	0.088	0.049	0.091	0.041	0.112	0.063
		Th		0.411	0.310	0.612	0.497	0.356	0.259	0.588	0.357	0.492	0.345
		Ti		83.600	42.298	134.500	100.510	97.050	47.248	87.900	33.547	100.763	50.950
		V		20.319	11.018	29.450	27.306	14.405	10.694	12.820	8.519	19.248	12.867
		W		0.589*	0.262*	2.478	1.081	1.307*	0.375*	0.976*	0.279*	1.337*	0.415*
		Zn		57.350	46.025	136.850	98.901	94.625	50.753	78.750	57.032	91.894	60.248
	ケイ光X線分析	Cd	ng/m³	2.455	1.428	3.180	1.785	3.215	1.685	4.430	2.959	3.320	1.888
		Pb		190.350	89.664	297.250	265.000	244.800	164.766	199.600	101.657	233.000	141.313
		S		1101.500	1019.757	1746.500	1509.244	1253.000	1123.554	1690.000	1465.435	1447.750	1261.694
		Si		7045.000	5186.411	9240.000	7652.980	9762.500	7072.121	13755.000	10224.695	9950.625	7319.381
	イオンクロマト分析	Cl^-	ng/m³	3310.000	3246.189	1313.000	1236.319	1858.000	1740.169	2825.500	2669.715	2326.625	2077.974
		NO_3^-		530.000	508.918	1649.000	1581.170	666.050	641.654	1457.000	1426.940	1075.512	926.474
		SO_4^{--}		2570.000	2329.472	4515.000	4267.527	1965.000	1812.632	3200.000	2907.022	3062.500	2690.283
	TPM	TPM	μg/m³	48.545	44.033	73.210	67.812	54.410	49.930	90.255	82.711	66.605	59.259
炭素分析	示差熱分析	元素状炭素	μg/m³	12.345	11.440	18.840	17.323	10.615	8.961	16.095	15.605	14.474	12.903
		有機炭素		4.020	3.656	4.480	3.800	3.585	2.782	5.325	4.795	4.352	3.690
		全炭素		16.365	15.130	23.320	21.274	14.200	11.915	21.420	20.528	18.826	16.751
	TPM	TPM		73.570	70.278	88.745	84.091	70.770	65.735	75.740	72.570	77.206	72.867

注1)　検出限界以下のデータは，1/10の値を用いて平均化した。
注2)　データ数のうち50％以上が検出限界以下ならば，＊をつけた。

3.2 化学成分の地域分布

代表的な化学成分の現地調査別濃度を地図上の測定点の位置にプロットした結果を図V－3－1に示す。なお，代表的な化学成分としては，粒子状物質の主要発生源の指標元素と考えられる次に示す成分とした。その他の化学成分については資料編に示す。

Sc, Al, Ti	……	土壌
Na, Cl	……	海塩粒子
Pb, Br	……	ガソリン自動車
V	……	石油燃焼
Mn	……	鉄　鋼
Zn, K	……	廃棄物焼却
Ca	……	セメント硬化物
SO_4^{--}, NO_3^-	……	二次粒子
有機炭素	……	ディーゼル車

これらの化学成分の地域分布の特徴は次のとおりである。

(1) 土　壌

土壌関連物質のSc, Al, Ti濃度は，都市域よりもシンガポール北部及び北東部で濃度が高く，その他の地点はほぼ同じような濃度レベルとなっている。なお，(MP7) Bukit Panjang P.P.は，いずれの現地調査期間でも異常に高い値を示しているが，これは道路からの巻き上げ粉じんの影響と思われる。

(2) 海塩粒子

海塩粒子に起因するNaとClは海岸に近い測定点で高濃度を示し，(MP10) Seletar R.W.P.S.や (MP13) Macritchie R.W.P.S. などの内陸部では，比較的低濃度となっている。

(3) ガソリン自動車

PbやBrの高濃度地点は，(MP7) Bukit Panjang P.P.，(MP13) Macritchie R.W.P.S.，(MP17) Paya Lebar P.S. であり，これらの地点は，いずれも，道路に近いところに位置しており，自動車排ガスの影響を受けているものと思われる。

(4) 石油燃焼

石油燃焼に起因するV濃度が高い測定点は，(MP1) J.T.C.HALL，(MP4) Boon Lay Apartment，(MP5) Jurong Hill Top であり，その他の測定点では，ほぼ同じレベルの濃度になっているが，東部に位置する測定点の濃度は低い。

(5) 鉄　鋼

Mnの高濃度地点は，(MP5) Jurong Hill Top である。これは，この地点の南側に位置する製鋼所の影響を受けているものと考えられる。なお，(MP19) JTC Bedok F.F.の第2次現

地調査（３月）が異常な高濃度を示しているが，この原因はわからない。

(6) 廃棄物焼却

廃棄物焼却に起因するZn，Kの地域分布は，顕著な特徴を示していない。

(7) セメント硬化物

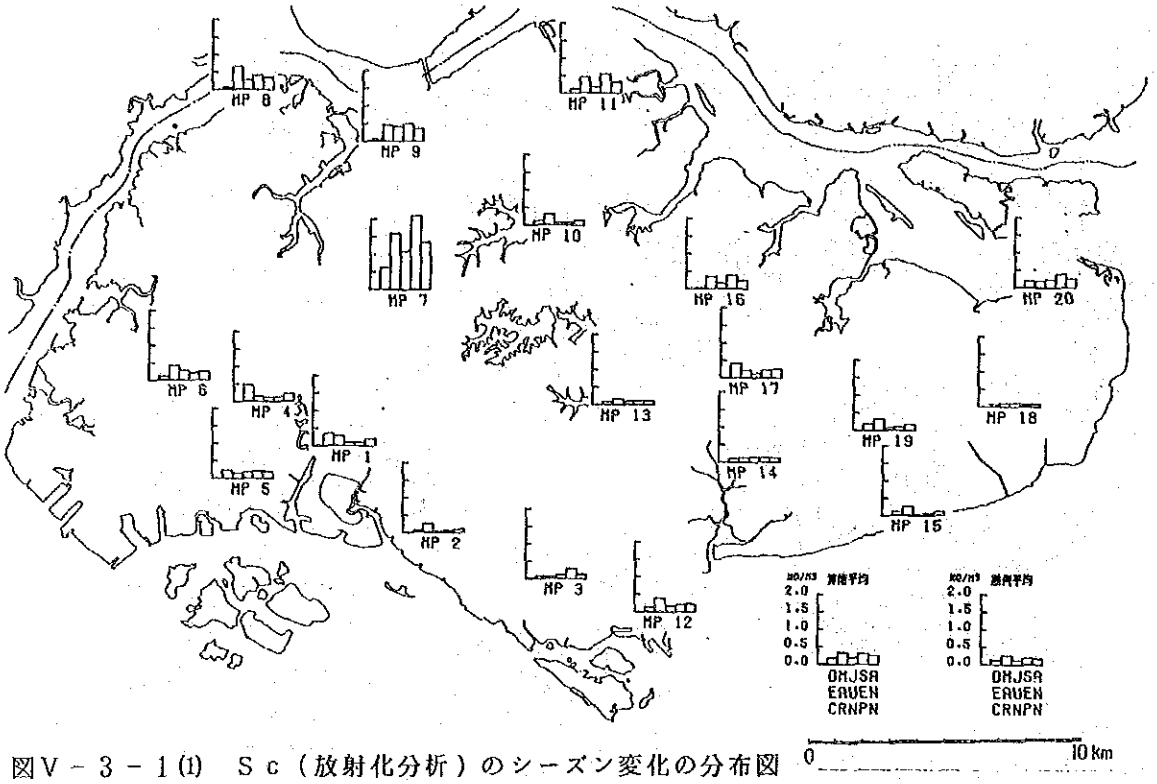
Caは道路ダストやセメントに起因するものであり，（MP５）Jurong Hill Top，（MP７）Bukit Panjang P.P.が比較的高濃度となっている。なお，（MP20）Singapore O.P.S.の第４次現地調査（９月）が異常に高濃度を示しているが，この原因は分からない。

(8) 二次粒子

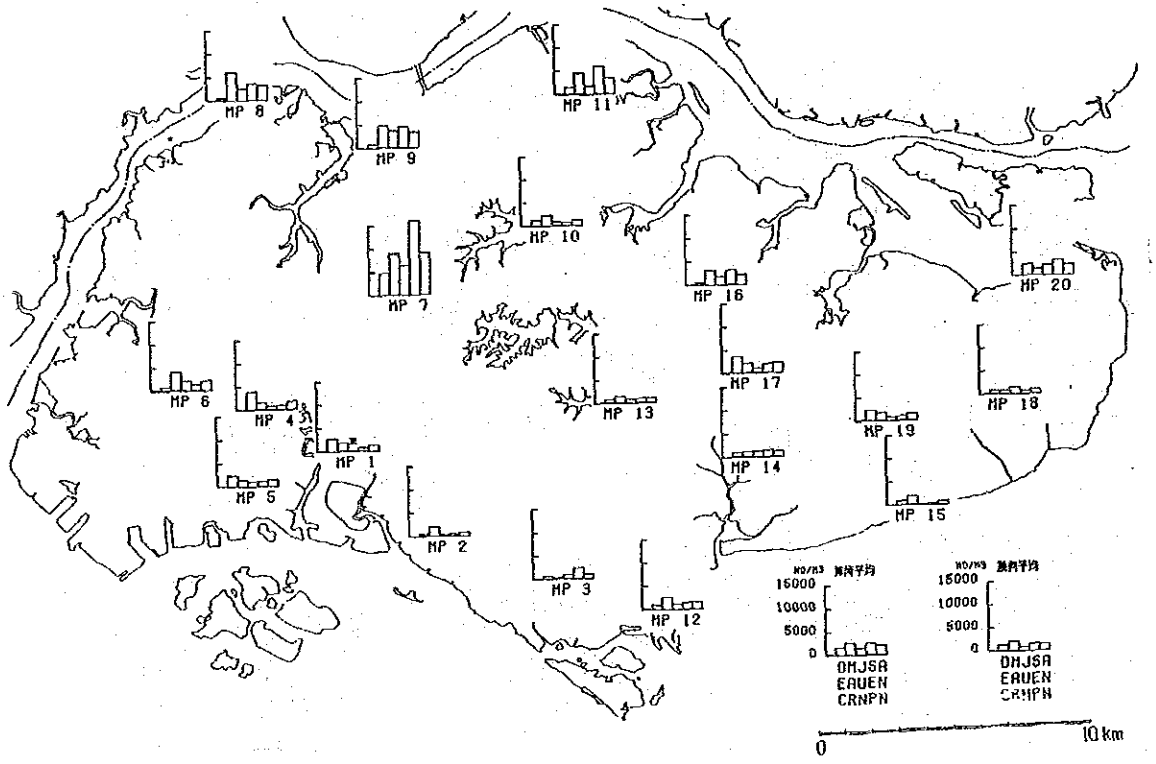
二次粒子に起因するSO_4^{--}，NO_3^-濃度は，比較的，地域全体で同程度の濃度であり特にNO_3^-がその傾向が強い。$SO_2 \rightarrow SO_4^{--}$や$NO \rightarrow NO_3^-$の反応速度はあまり大きなものではないので，当該地区以外の遠くに位置する発生源から排出されたSO_2やNO_xが拡散反応し，シンガポール全体に同じ濃度レベルで分布していることも考えられる。なお，SO_4^{--}濃度は，比較的Jurong地域で高濃度が現れている。

(9) ディーゼル車

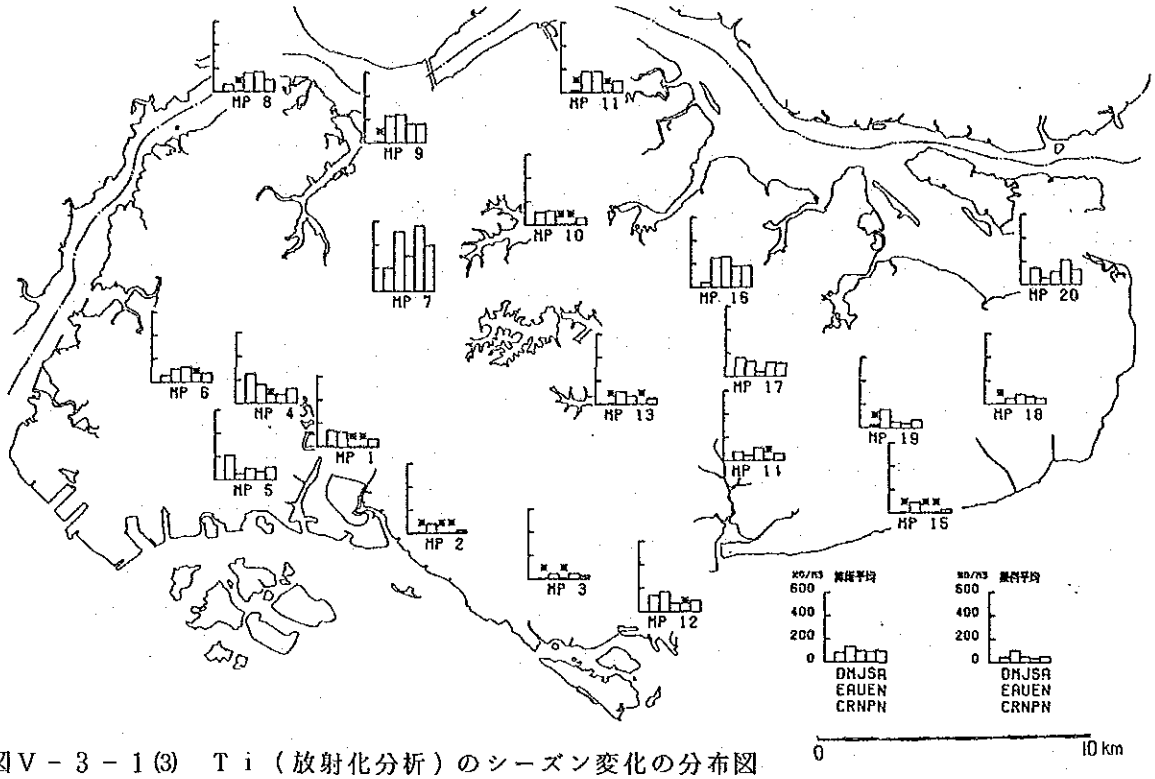
有機炭素の濃度が高いのは，（MP７）Bukit Panjang P.P.，（MP９）Kranji Sewage T.P.，(MP11) Chong Pang P.P.，(MP17) Paya Lebar P.S. であり，これらの地点は，ディーゼル車の影響を受けているものと考えられる。



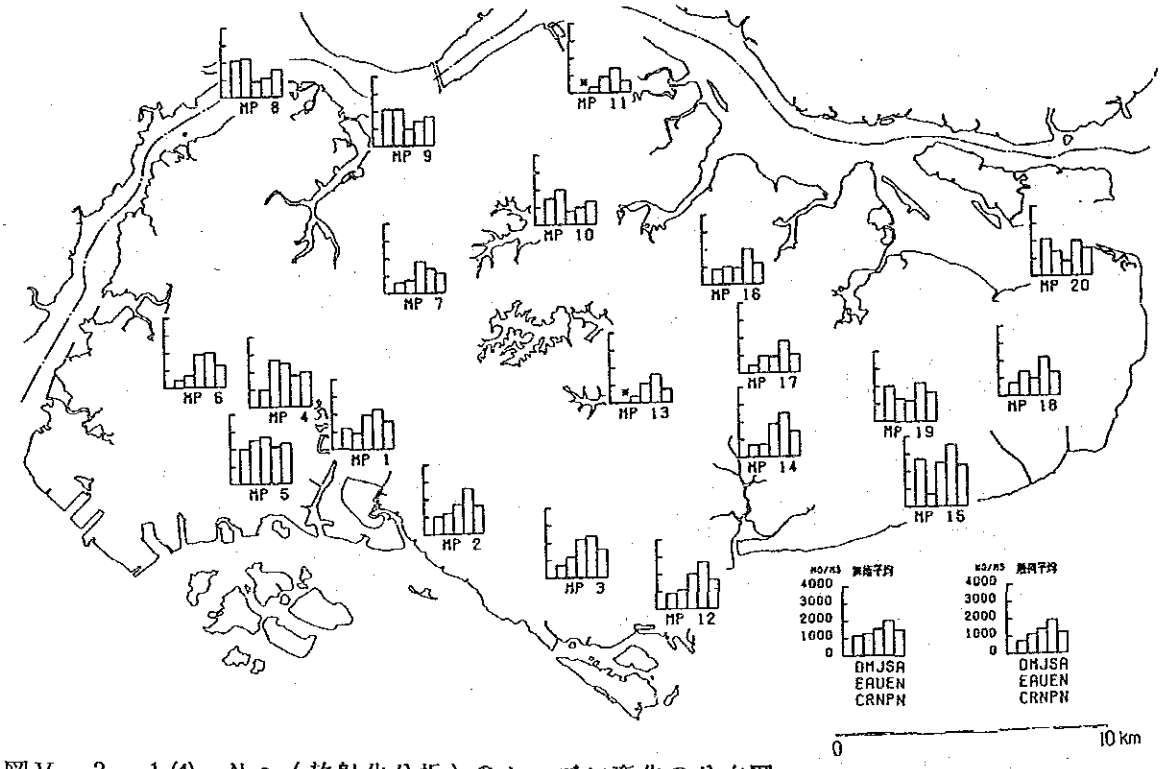
図Ⅴ－３－１(1)　Ｓｃ（放射化分析）のシーズン変化の分布図



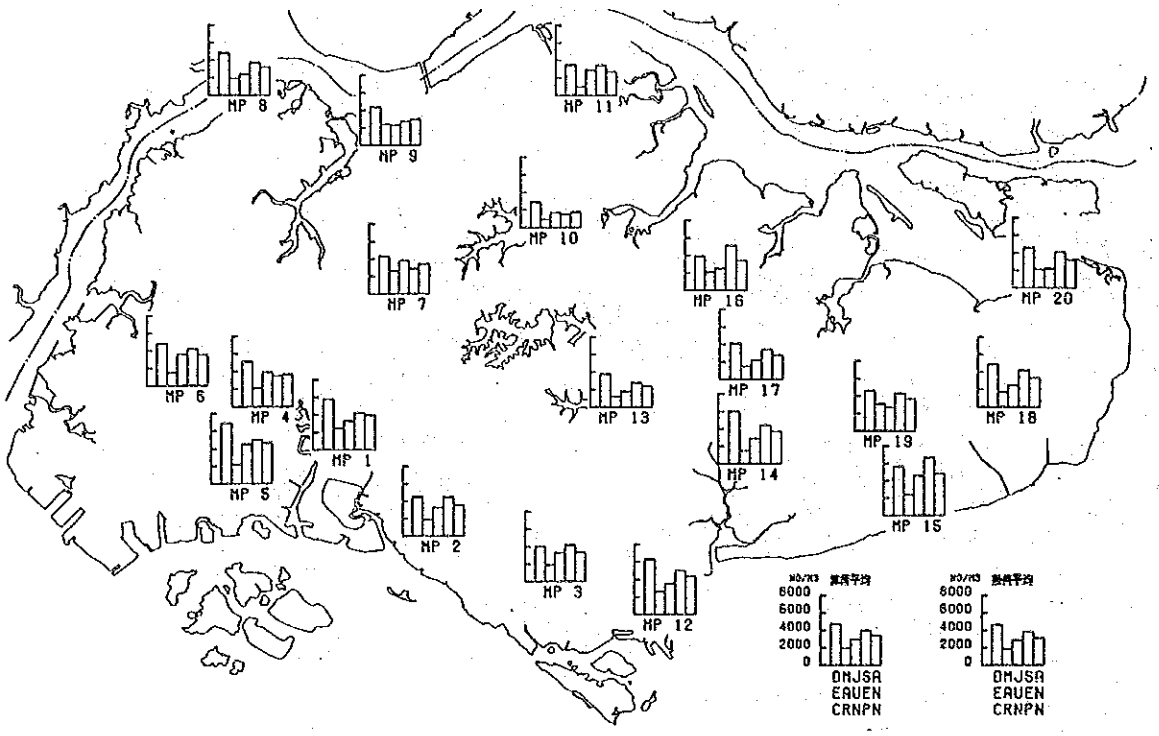
図Ⅴ－３－１(2)　Ａ１（放射化分析）のシーズン変化の分布図



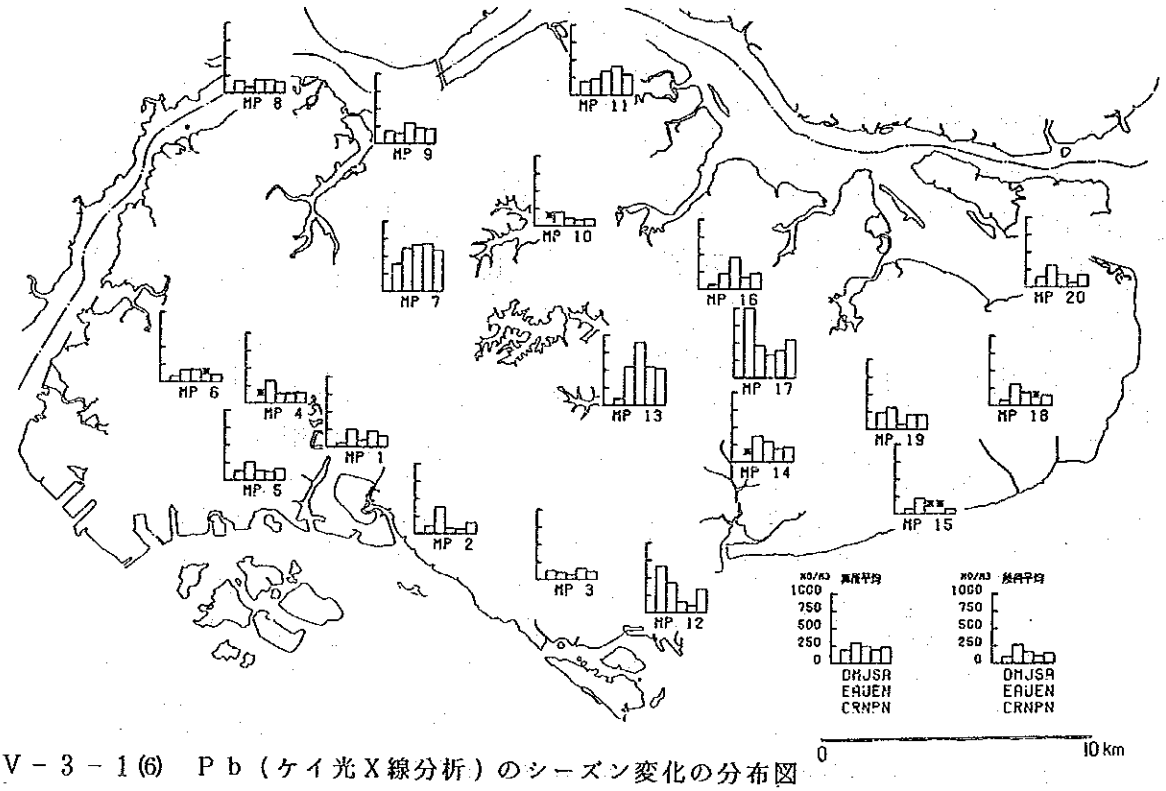
図Ｖ－３－１(3)　Ｔｉ（放射化分析）のシーズン変化の分布図



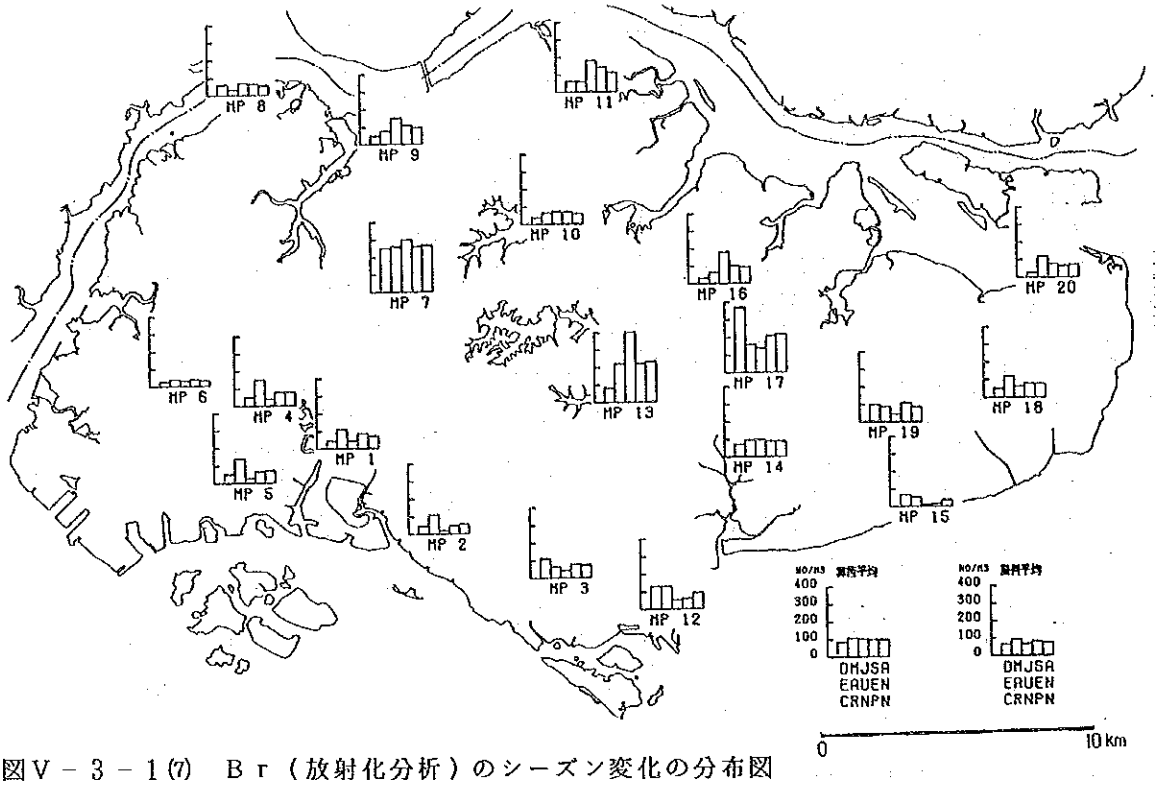
図Ｖ－３－１(4)　Ｎａ（放射化分析）のシーズン変化の分布図



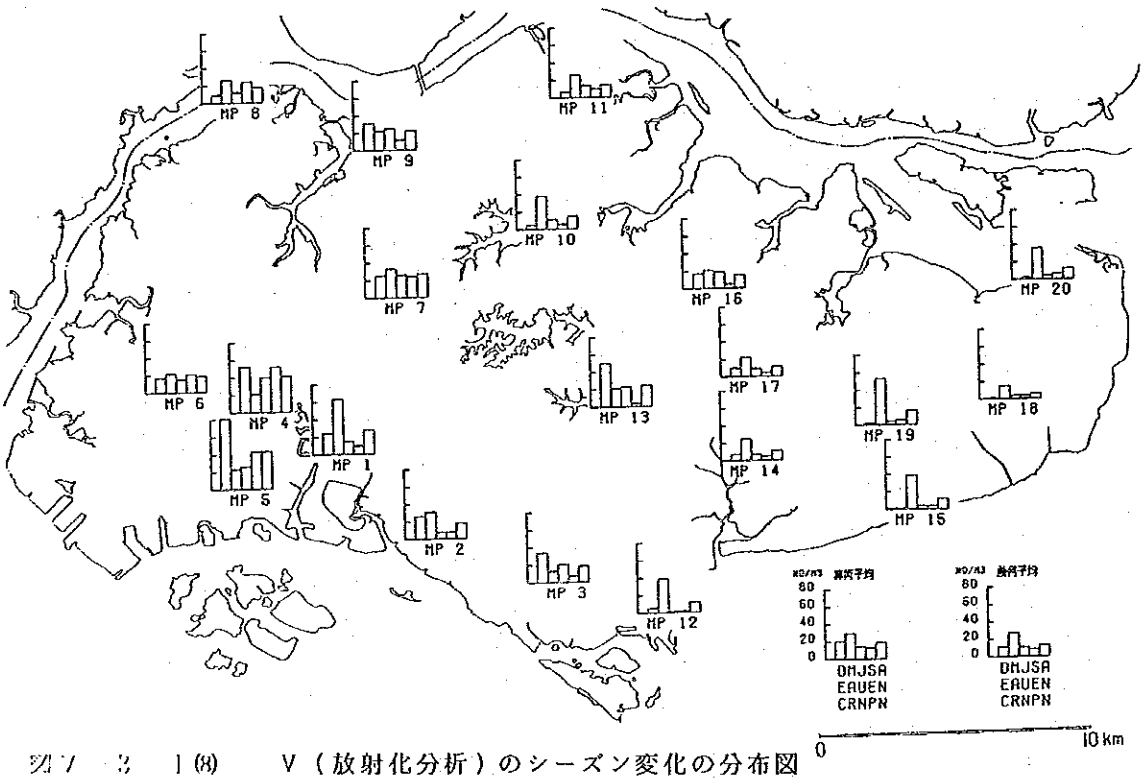
図Ⅴ－３－１(5)　Ｃｌ（放射化分析）のシーズン変化の分布図



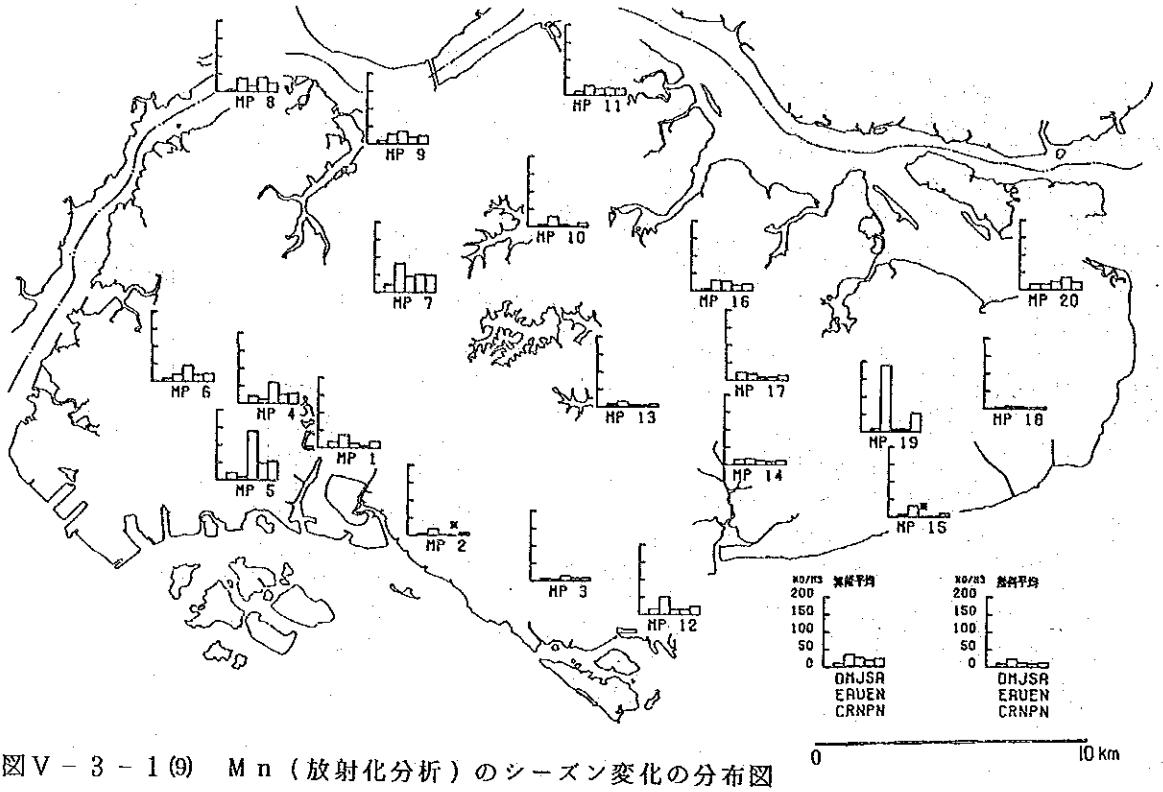
図Ⅴ－３－１(6)　Ｐｂ（ケイ光Ｘ線分析）のシーズン変化の分布図



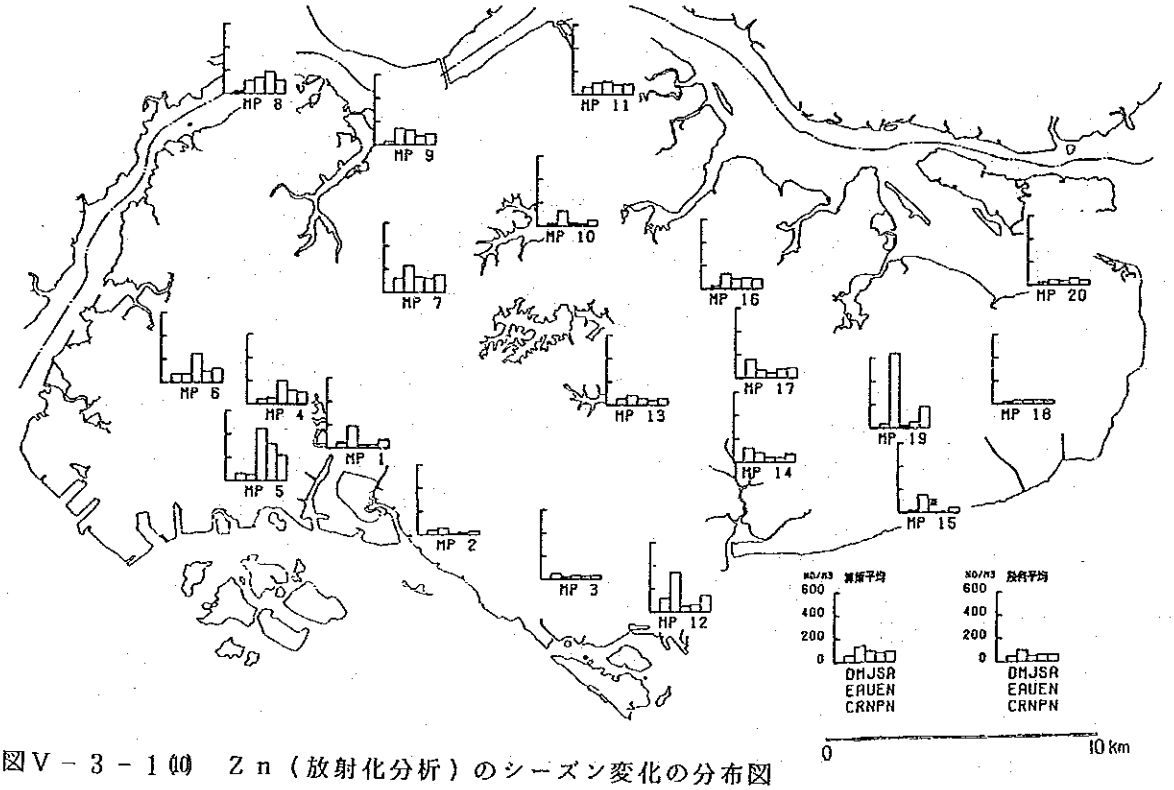
図Ⅴ－３－１(7)　Ｂｒ（放射化分析）のシーズン変化の分布図



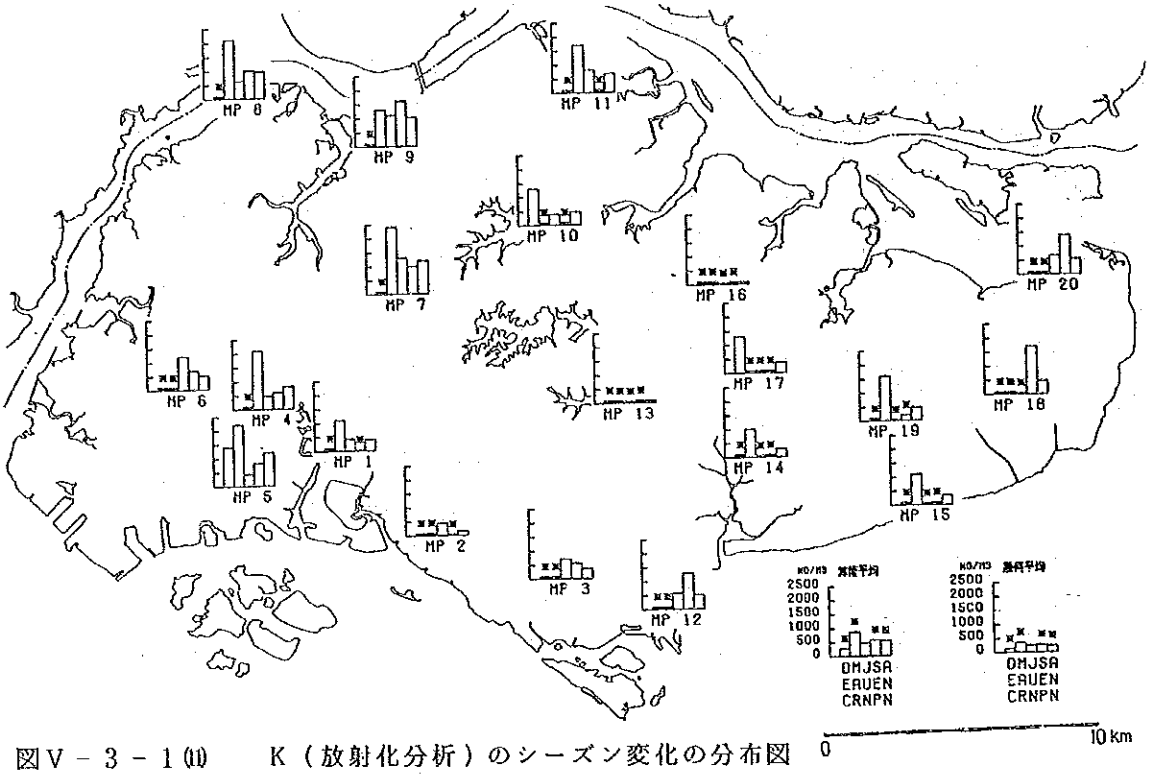
図Ⅴ－３－１(8)　Ｖ（放射化分析）のシーズン変化の分布図



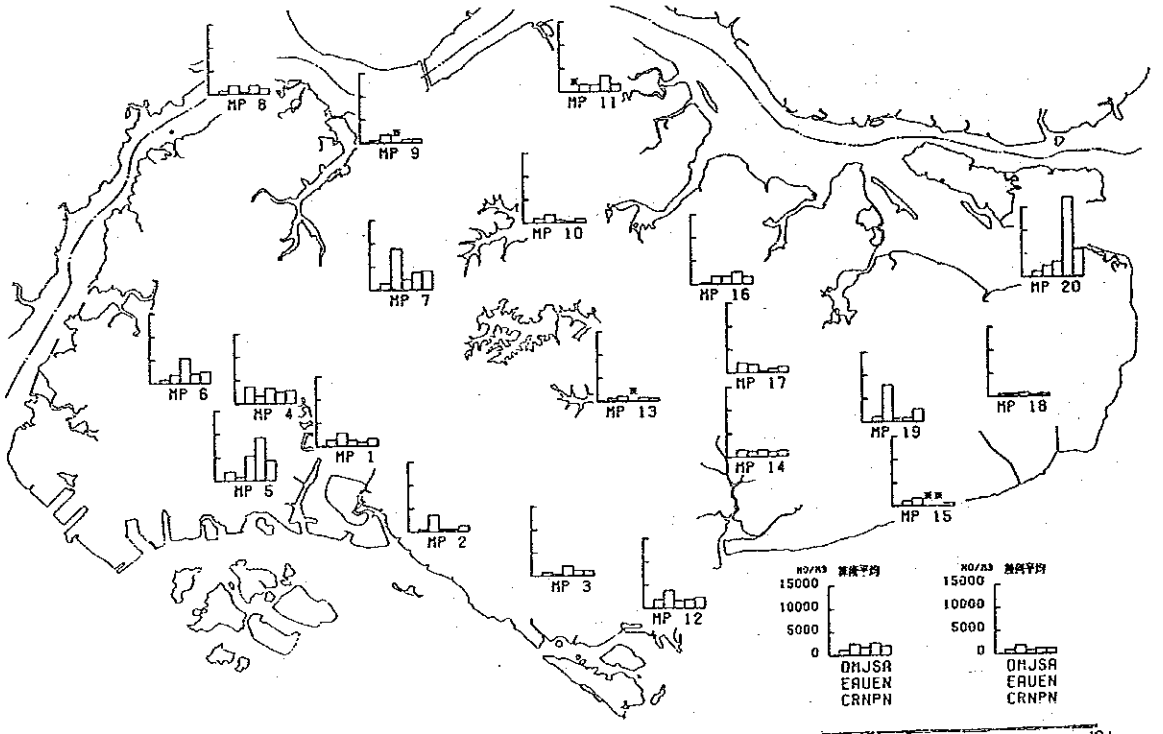
図Ⅴ－３－１(9)　Ｍｎ（放射化分析）のシーズン変化の分布図



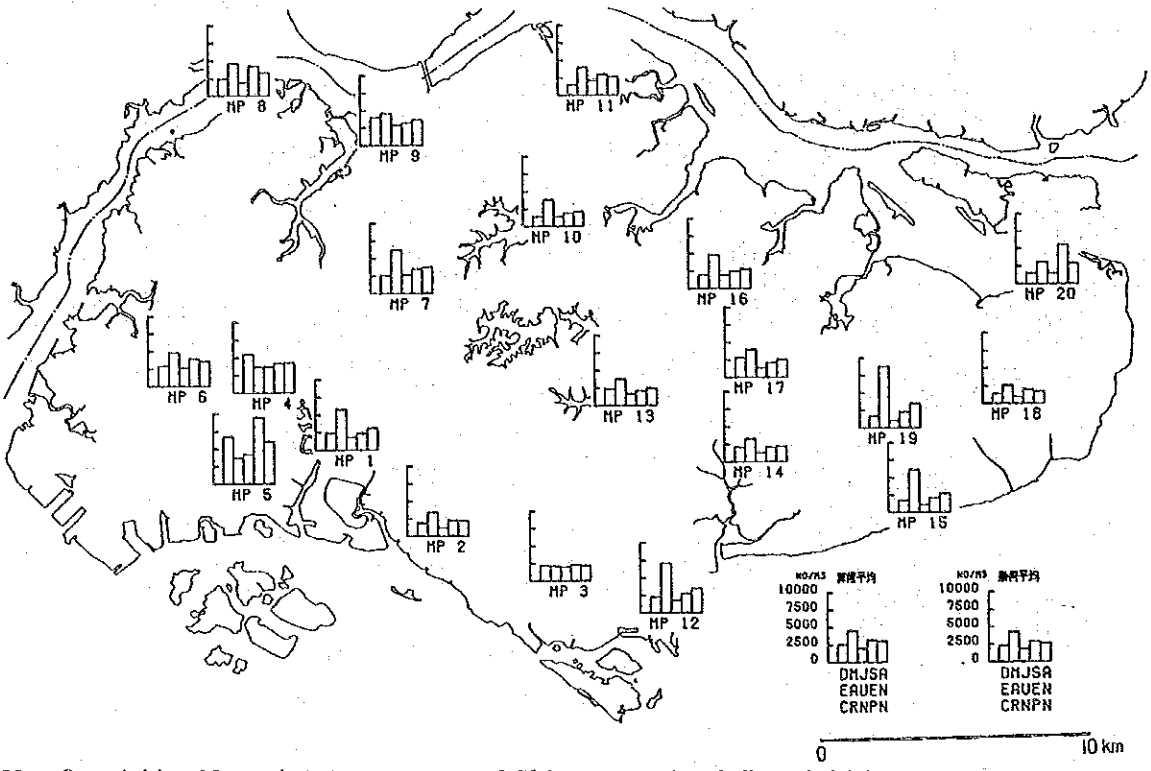
図Ⅴ－３－１(10)　Ｚｎ（放射化分析）のシーズン変化の分布図



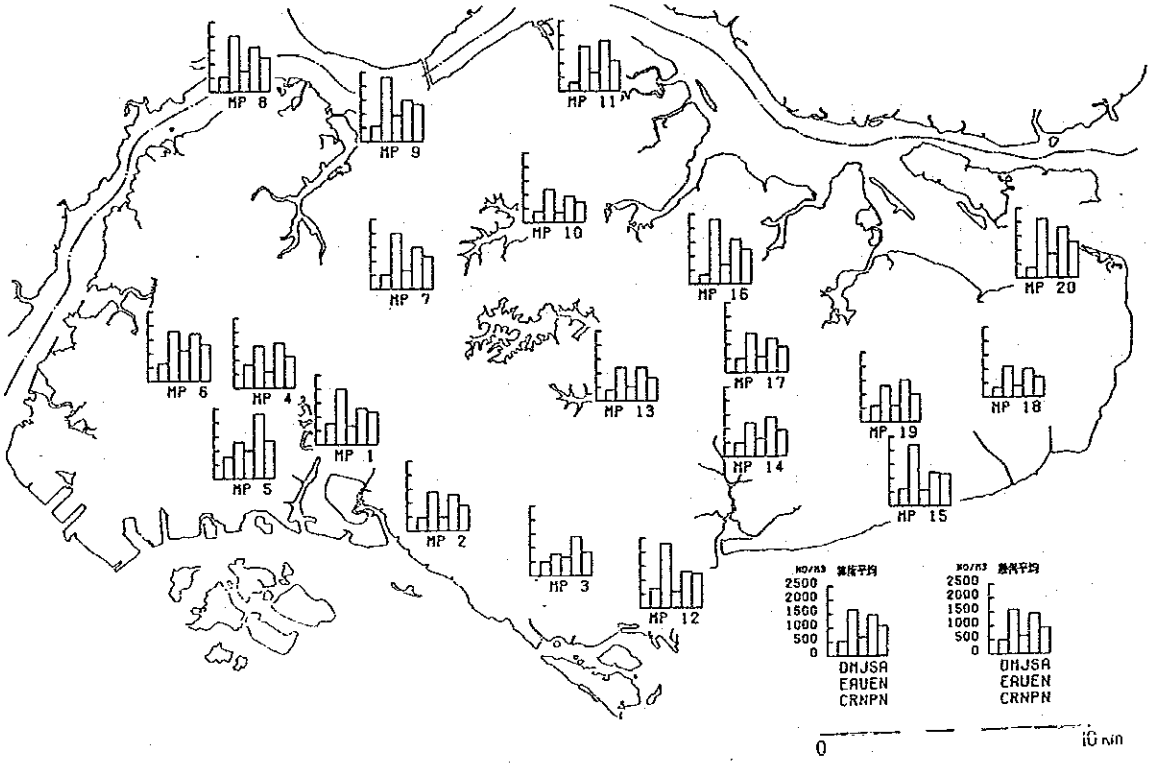
図Ⅴ－３－１(11)　Ｋ（放射化分析）のシーズン変化の分布図



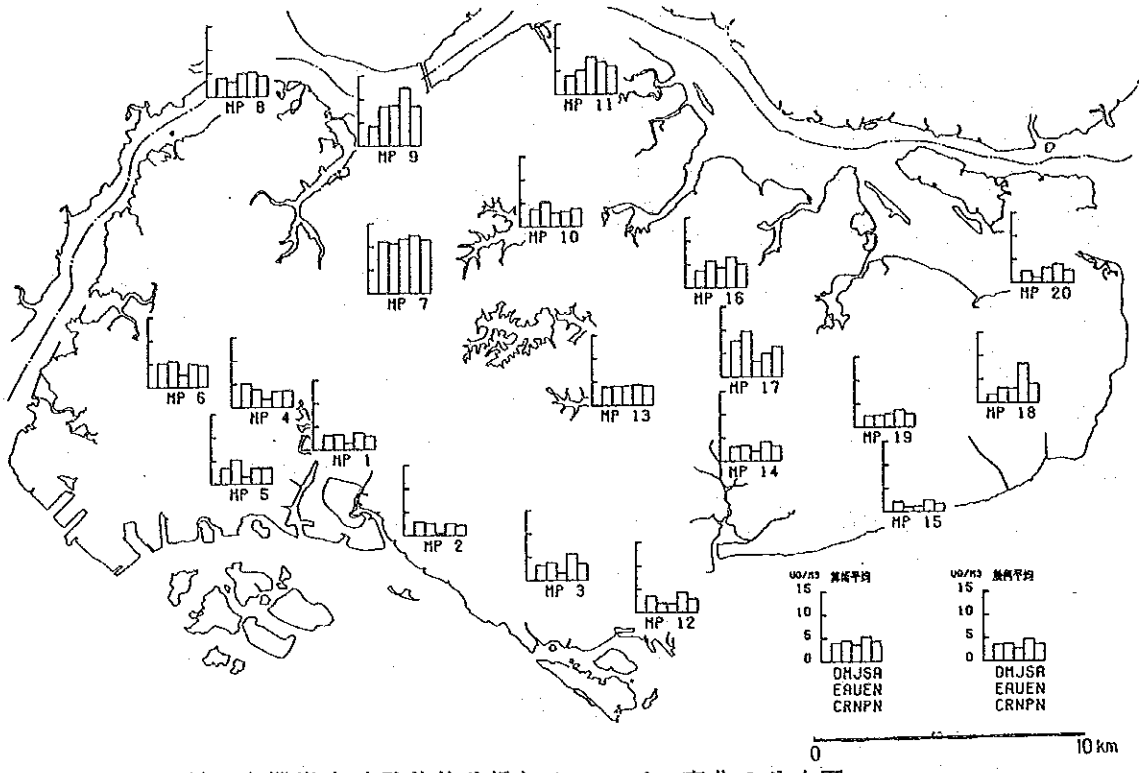
図Ⅴ－３－１(12)　Ｃａ（放射化分析）のシーズン変化の分布図



図Ⅴ－３－１03　SO_4^{--}（イオンクロマト分析）のシーズン変化の分布図



図Ⅴ－３－１04　NO_3^-（イオンクロマト分析）のシーズン変化の分布図



図Ⅴ－３－１(3)　有機炭素（示差熱分析）のシーズン変化の分布図

3.3 化学成分間の関係

化学成分間の関係を把握するために，各現地調査ごとに化学成分間の散布図を作成した。ここで解析対象とした化学成分の組み合わせは，各発生源に含まれると考えられる主要な元素あるいは化合物を考え，表Ｖ－３－２に示すように設定した。これらの結果を図Ｖ－３－２に示す。なお，元素分析試料と炭素分析試料は試料採取日が異なるので，ここでは炭素分析値を，元素分析試料採取日のTPM重量と炭素分析試料採取日のTPM重量の比を用いて補正した。

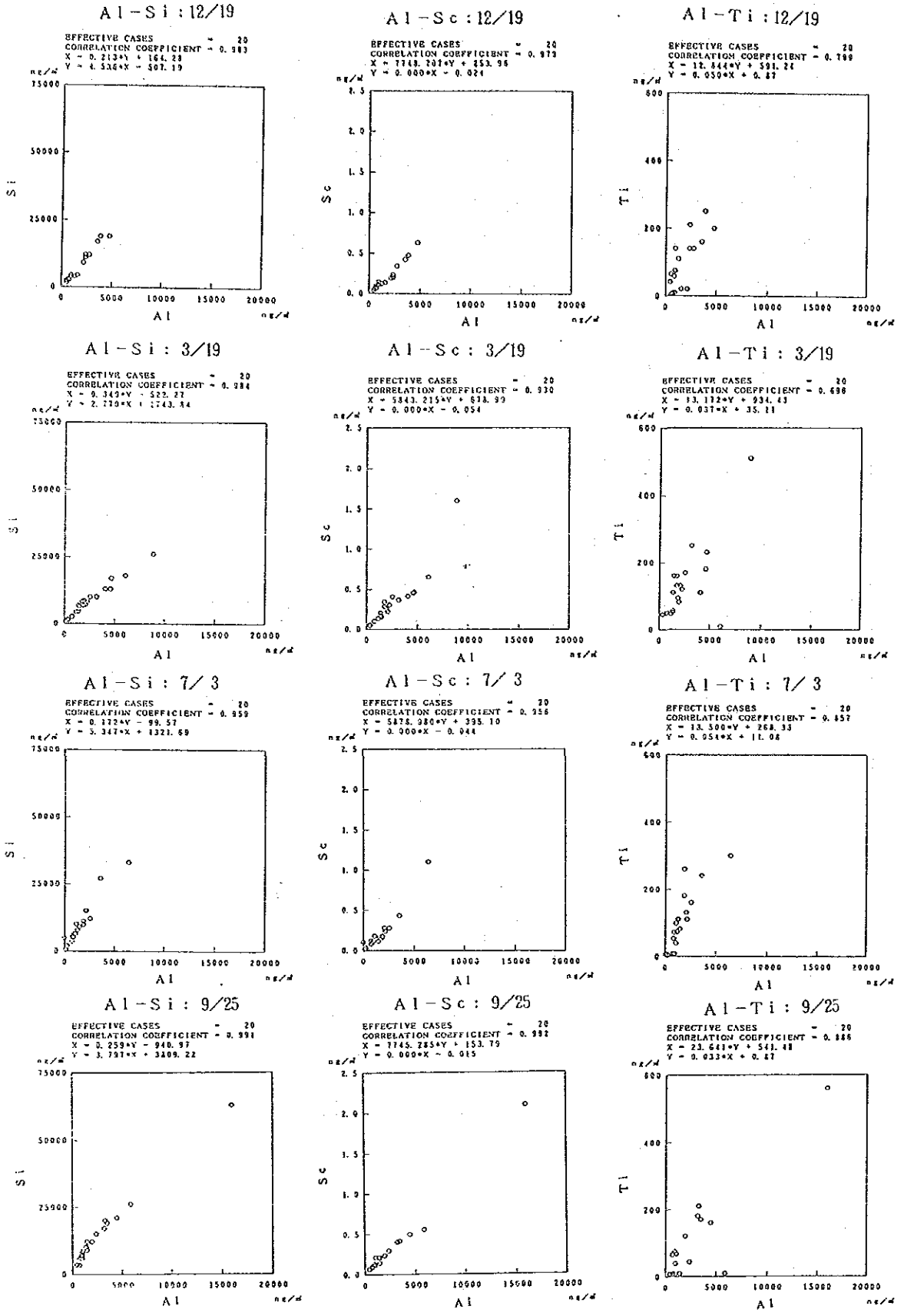
これらの結果をみると，相関関係が各調査とも高い（４期とも相関係数 0.9以上）のは，Al-Si, Al-Sc, Si-Sc, Cl-Cl^-, Pb-Br, ElemC-OrgC, V-SO_2である。

表Ｖ－３－２　解析対象とした化学成分の関係

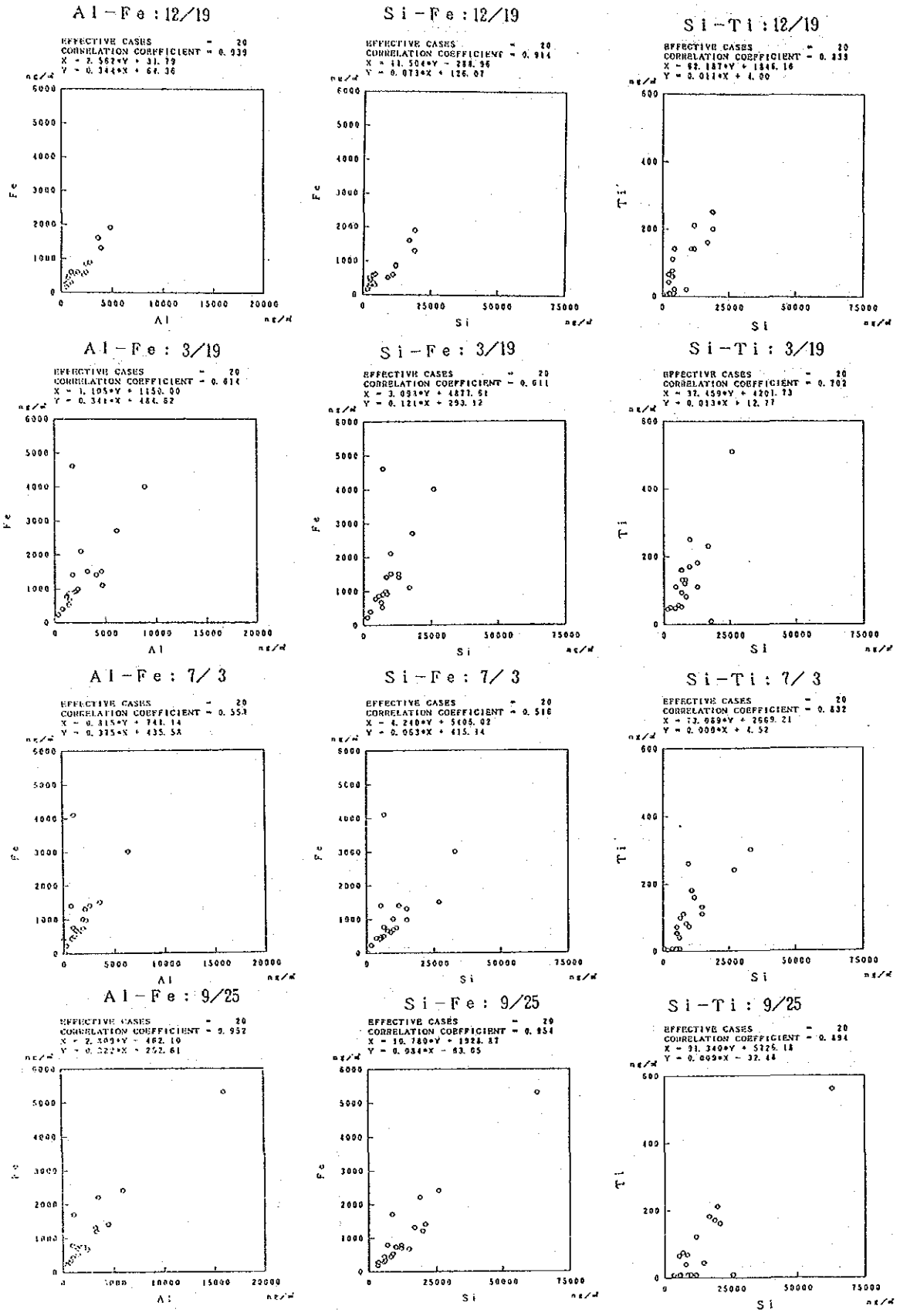
発生源	化学成分
土　壌	Al － Si
	Al － Sc
	Al － Ti
	Al － Fe
	Si － Fe
	Si － Ti
	Si － Sc
	Sc － Fe
	Ti － Fe
	Sc － Ti
海塩粒子	Na － Cl
	Na － Cl^-
	Cl － Cl^-

発生源	化学成分
ｶﾞｿﾘﾝ自動車	Pb － Br
	Pb － ElemC
	Pb － OrgC
	Br － ElemC
	Br － OrgC
	ElemC － OrgC
石油燃焼	V － S
	V － SO_2
	S － SO_2
	SO_2 － ElemC
	SO_2 － OrgC
	V － ElemC
	V － OrgC
	S － ElemC
	S － OrgC

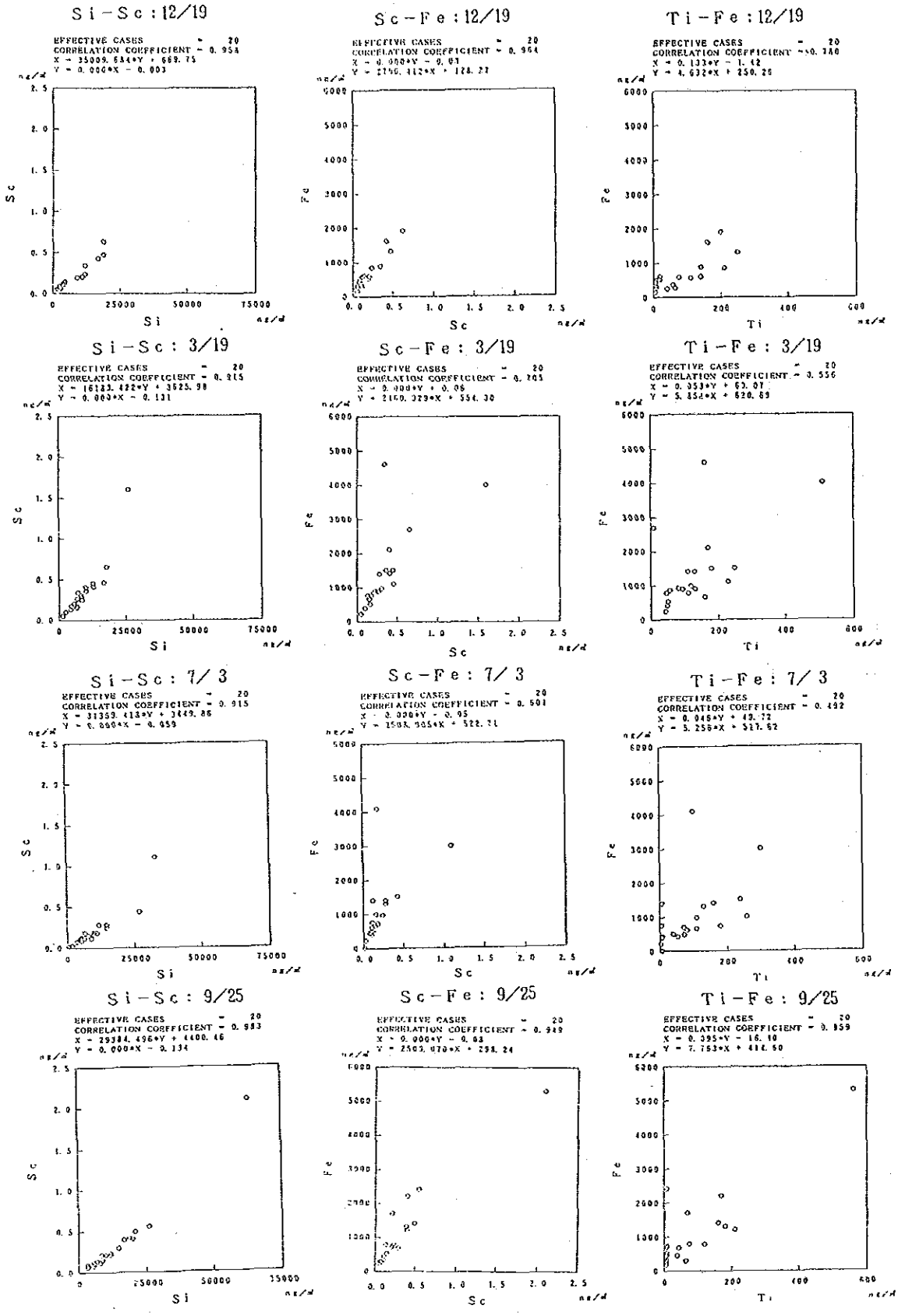
発生源	化学成分
鉄　鋼	Mn － Cr
	Mn － Fe
	Cr － Fe
廃棄物焼却	Zn － K
	Zn － As
	As － K
二次粒子	Na － NO_3^-
	SO_4^{--} － NO_3^-
	SO_4^{--} － SO_2



図Ⅴ－３－２(1)　化学成分間の散布図（土壌 1/4）

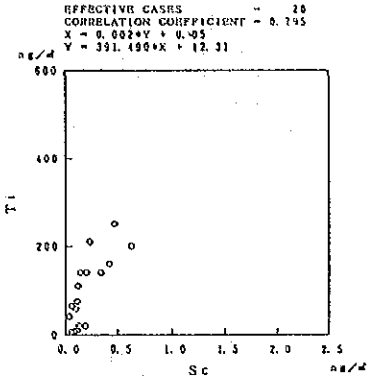


図Ⅴ－３－２(2)　化学成分間の散布図（土壌 2/4）

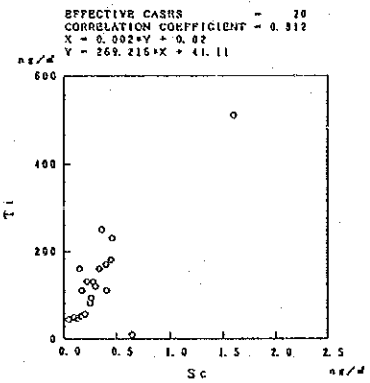


図Ⅴ－３－２(3)　化学成分間の散布図（土壌 3/4）

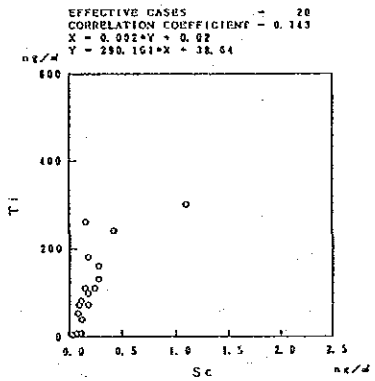
Sc－Ti：12/19



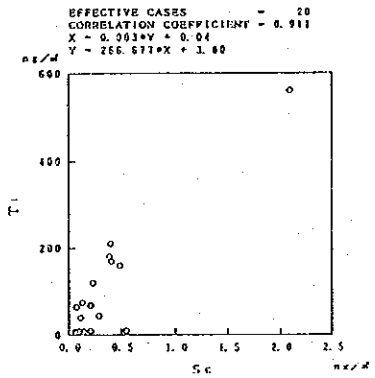
Sc－Ti：3/19



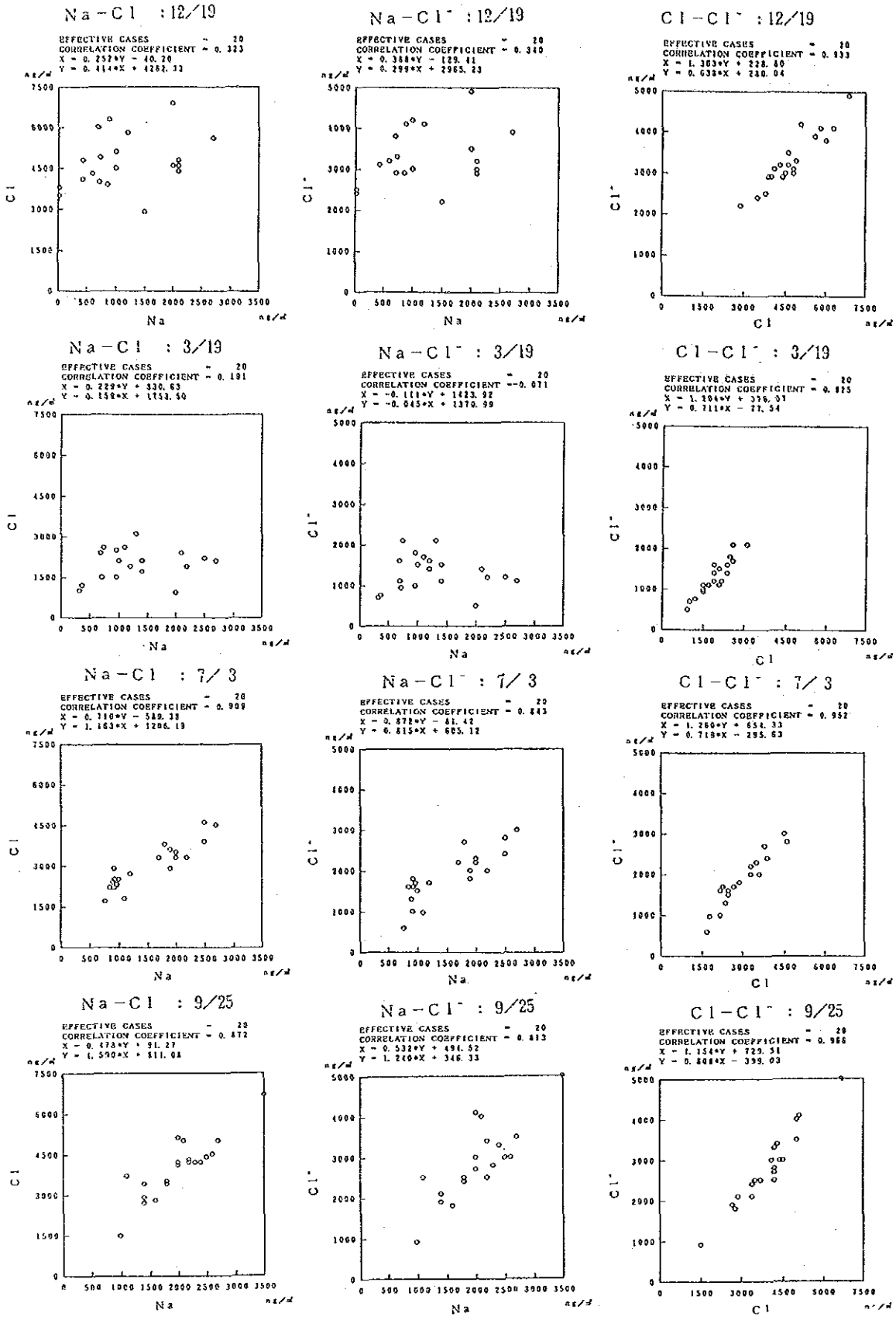
Sc－Ti：7/3



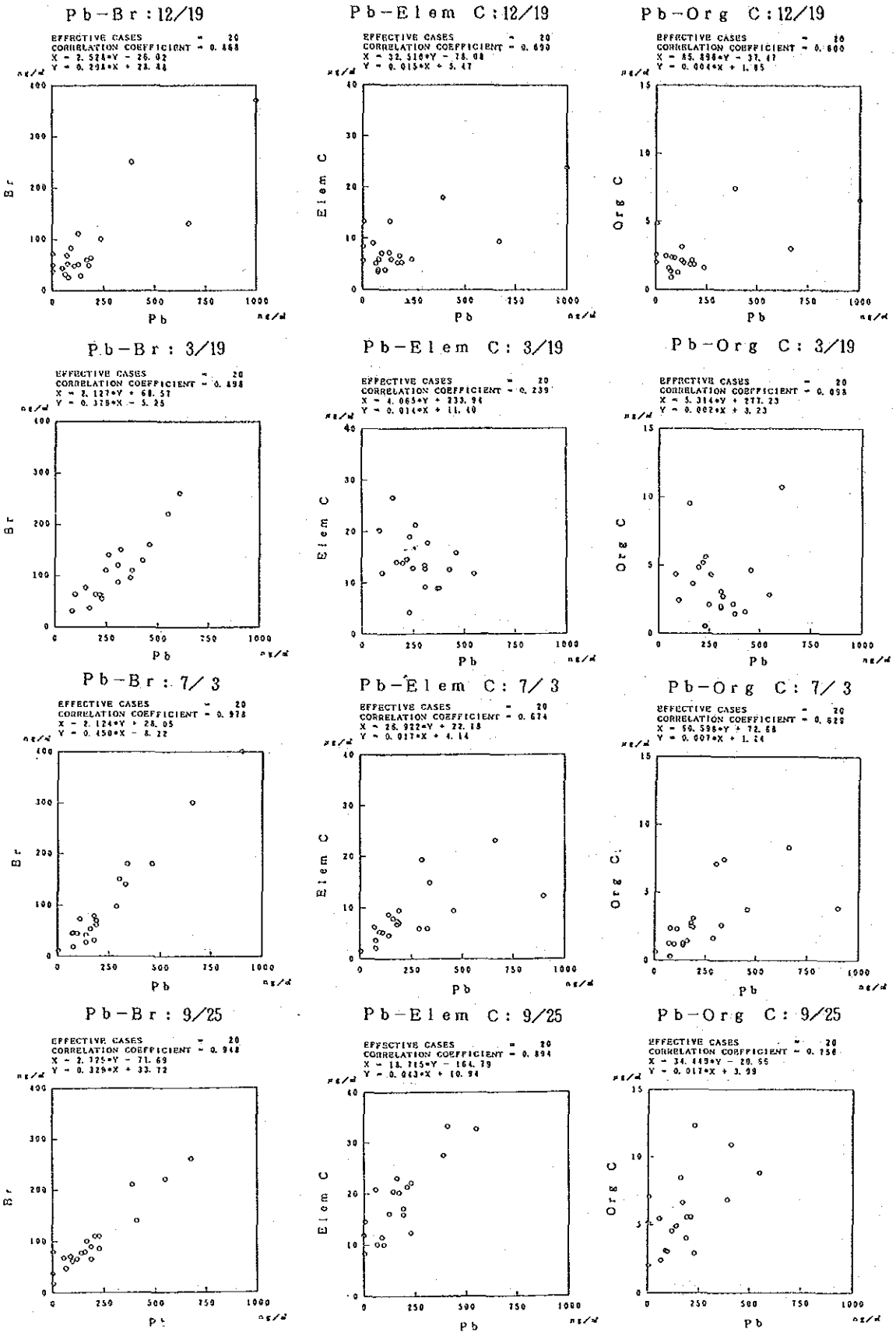
Sc－Ti：9/25



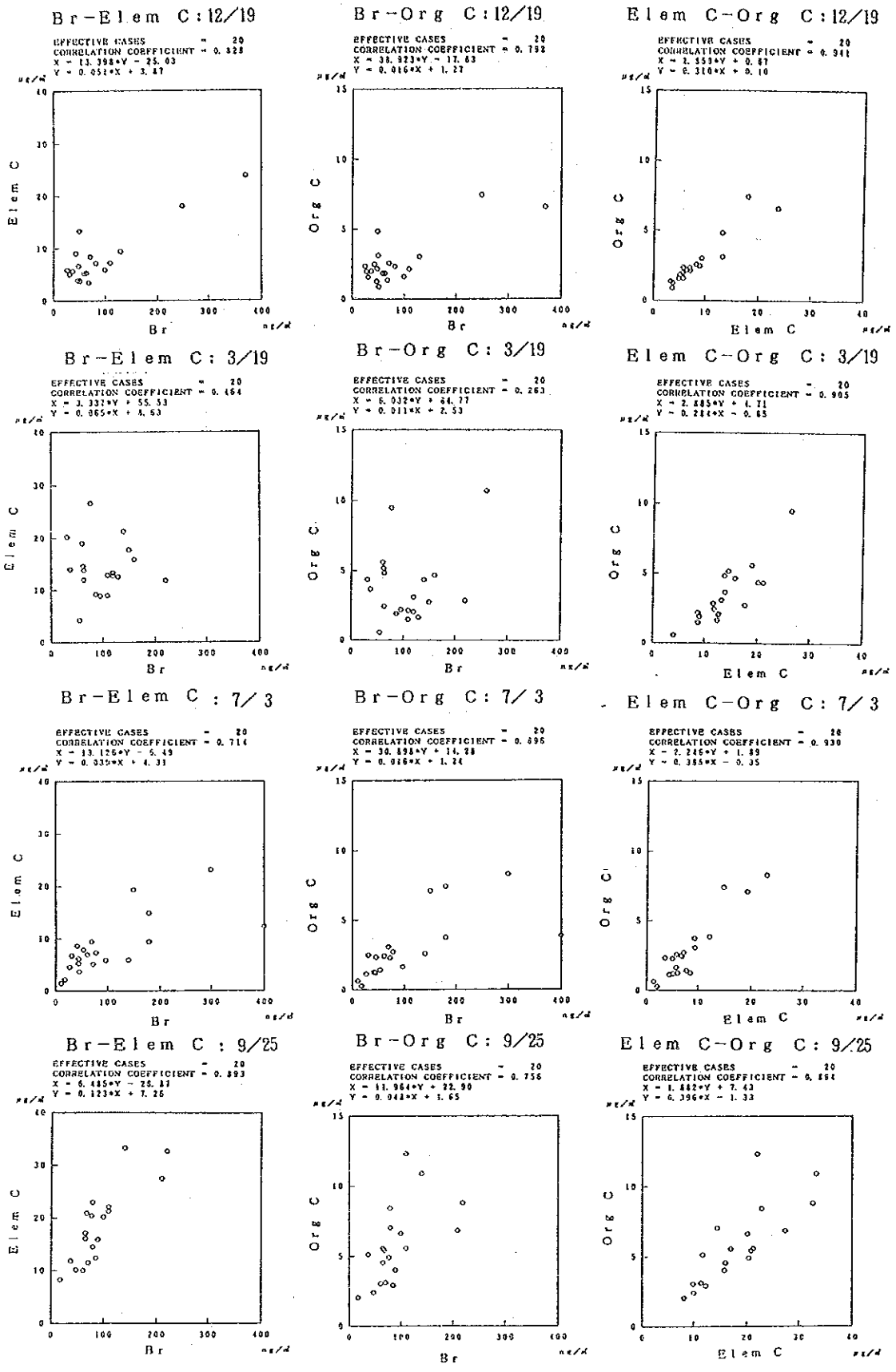
図Ⅴ－３－２(4)　化学成分間の散布図（土壌 4/4）



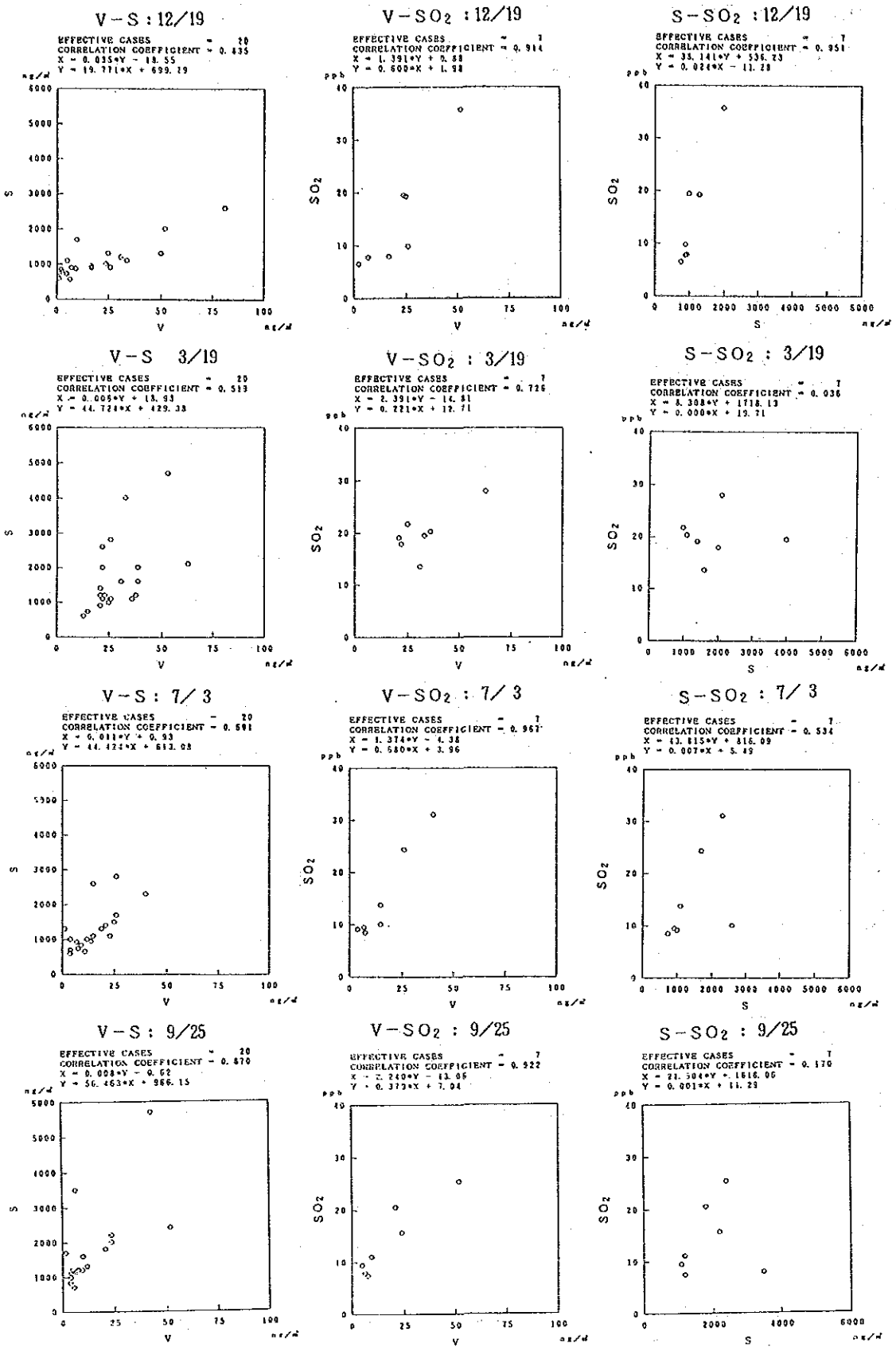
図Ⅴ－３－２(5)　化学成分間の散布図（海塩粒子）



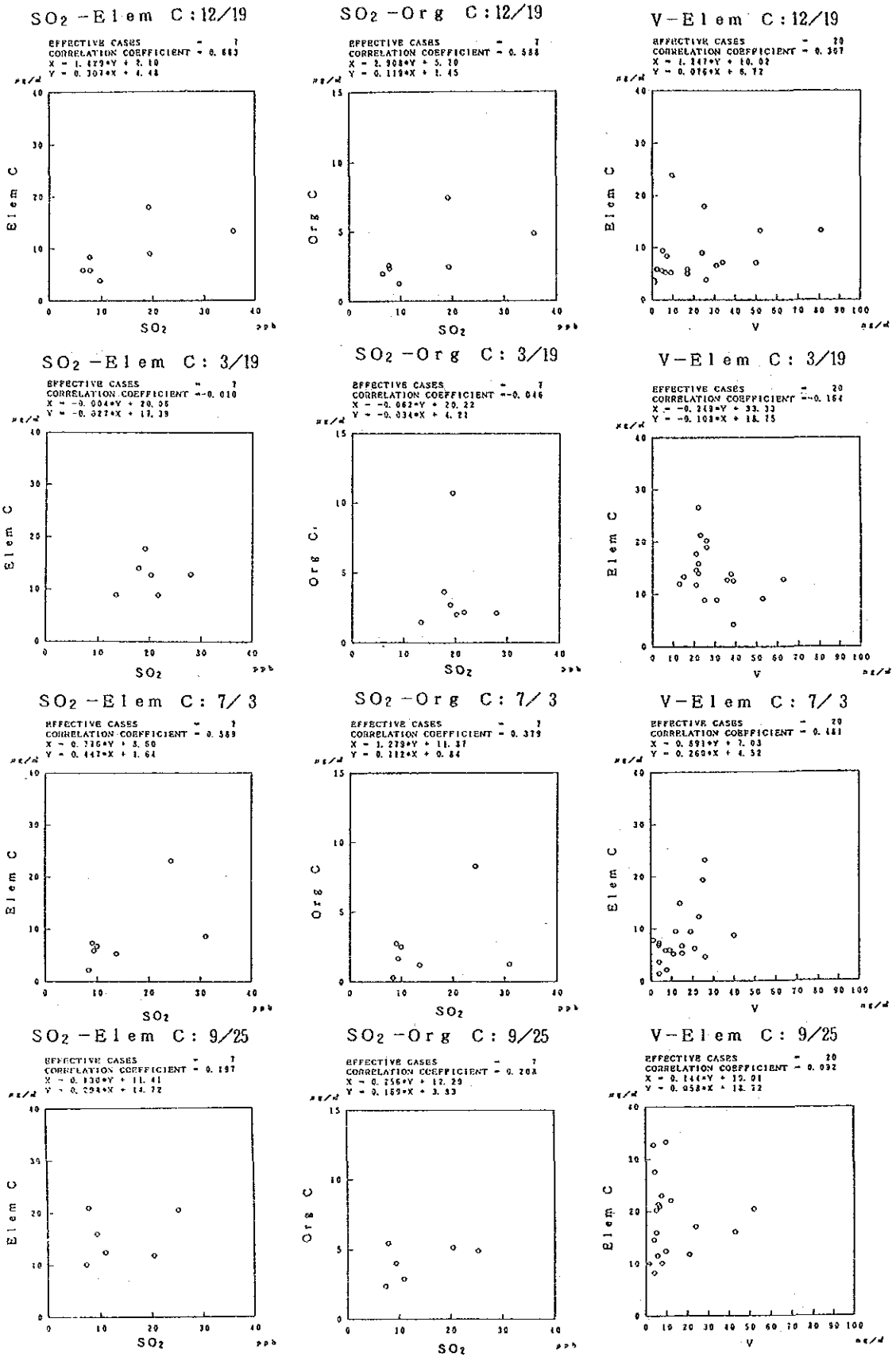
図Ⅴ－３－２(6)　化学成分間の散布図（ガソリン自動車　1/2）



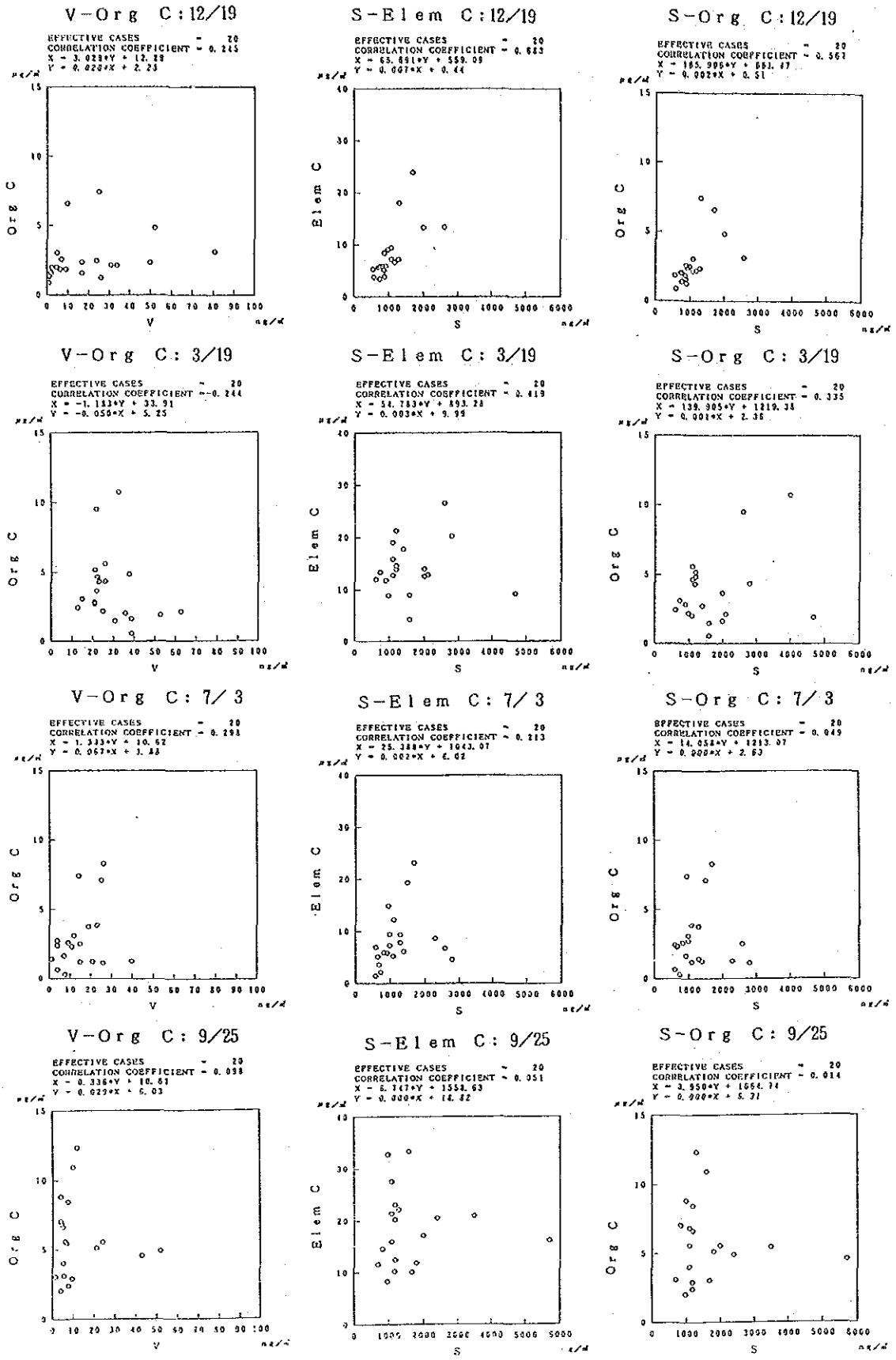
図Ⅴ－３－２(7)　化学成分間の散布図（ガソリン自動車　2/2）



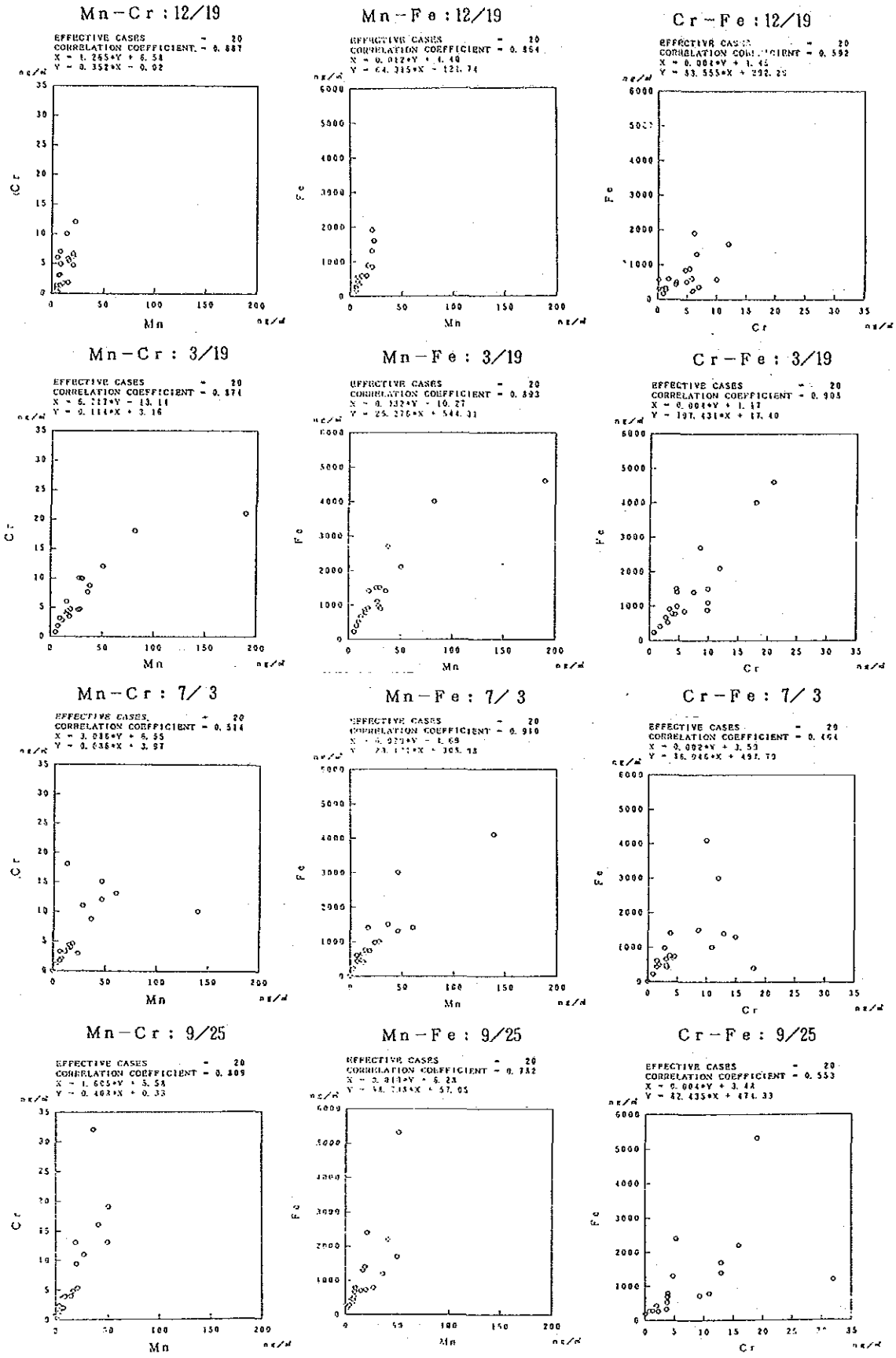
図Ⅴ－３－２(8)　化学成分間の散布図（石油燃焼　1/3）



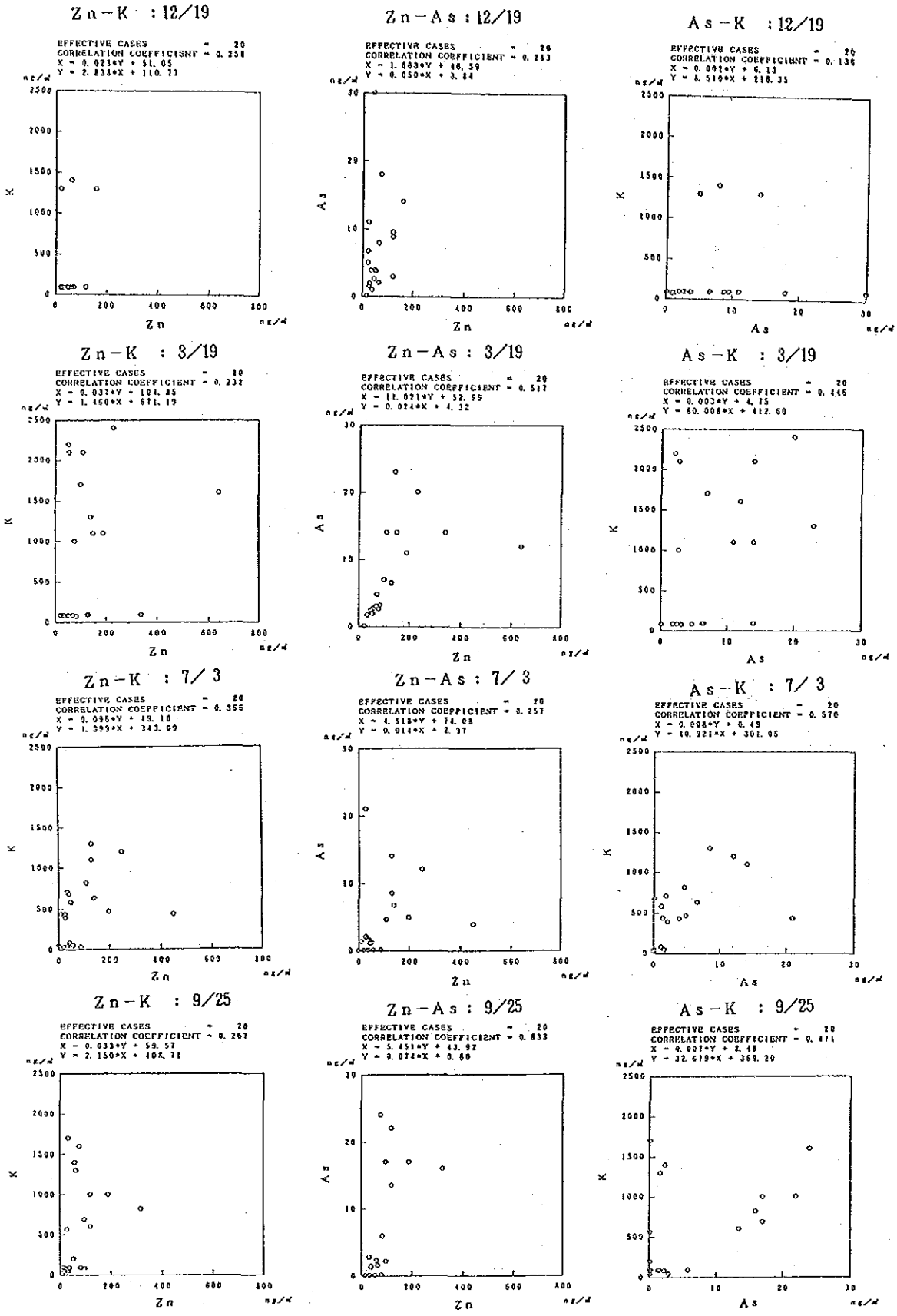
図V－3－2(9)　化学成分間の散布図（石油燃焼　2/3）



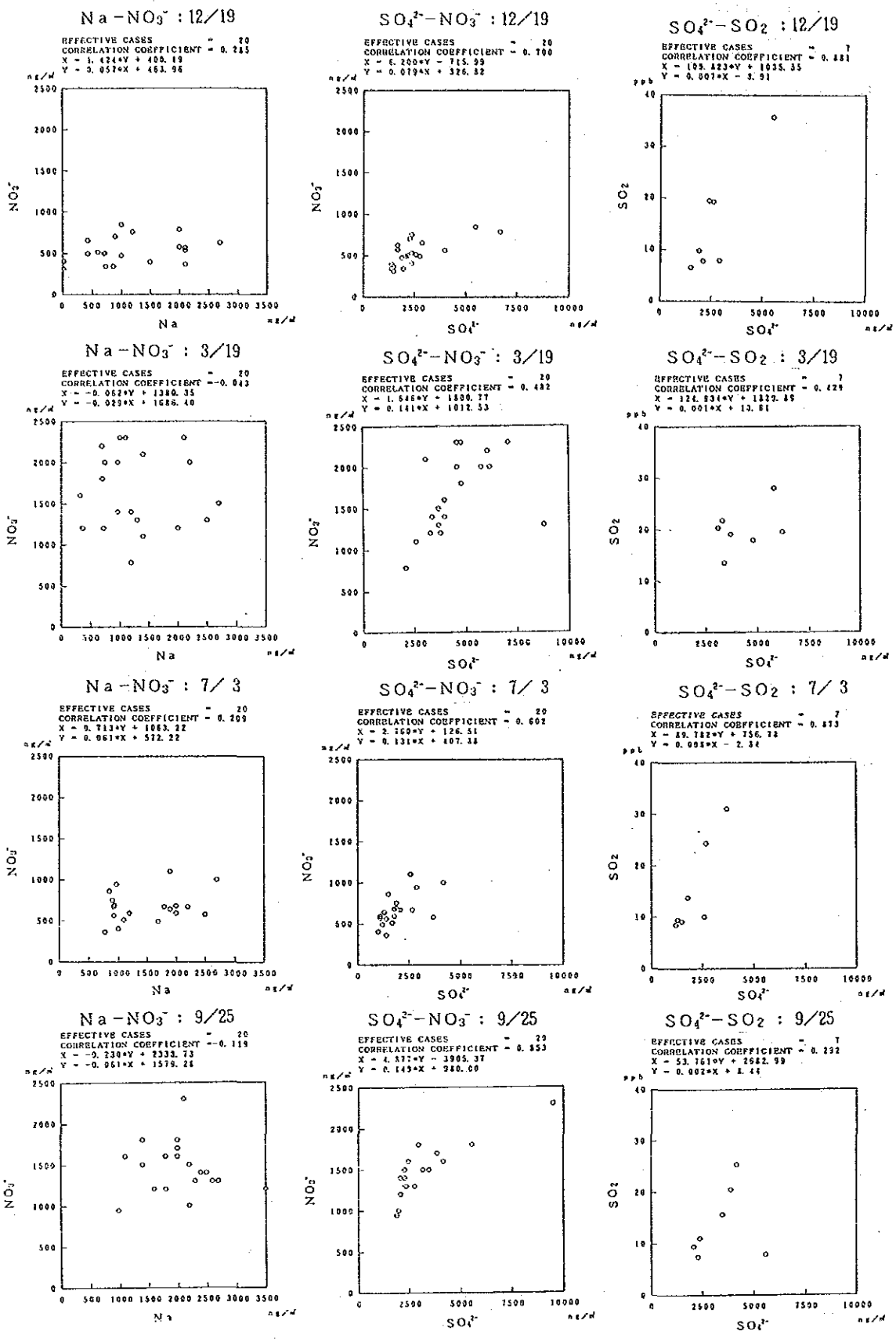
図V－3－2⑩　化学成分間の散布図（石油燃焼　3/3）



図Ⅴ－3－2(1)　化学成分間の散布図（鉄鋼）



図Ⅴ－3－2(2)　化学成分間の散布図（廃棄物焼却）



図Ⅴ－３－２(3) 化学成分間の散布図（二次粒子）

3.4 化学成分の変動

土壌関連物質であるAl, Sc, Siなどは，その発生源が広く分布しているので，地点間の変動や季節間の変動は小さいと考えられる。逆に，海塩粒子に起因するNa, Clは地点間の変動が大きく，気象条件が各現地調査とも異なっているので季節間の変動も大きいと考えられる。また，自動車排ガス中に多く含まれるPb, Brは局所的な影響を受けるため地点間の変動は大きいが，季節間の変動は小さいと考えられる。ここでは，このようなことを数値的にみるため，化学成分の変動を分散分析により解析を行った。

(1) 分散分析の概要

化学成分データは実験の繰返しがないので，繰返しのない２元配置法により，化学成分データの有意差を検定した。

すなわち，Ａ，Ｂ２つの因子があり，Ａの水準はA_1, A_2, ……, A_i, ……A_h のｈ個，Ｂの水準はB_1, B_2, ……, B_j, ……, B_kのｋ個として，その組合せ水準（A_i, B_j）に対する特性ｘの実験値がx_{ij}であるとき（表Ｖ－３－３参照），それら２つの因子の組合せが特性に及ぼす影響の有無を検定する方法が，「繰り返しのない２元配置法」である。

表Ｖ－３－３　２元配置表（実験の繰返しなし）

A＼B	B_1	B_2 ……	B_j ……	B_k
A_1	x_{11}	x_{12} ……	x_{1j} ……	x_{1k}
A_2	x_{21}	x_{22} ……	x_{2j} ……	x_{2k}
⋮				
A_i	x_{i1}	x_{i2}	x_{ij}	x_{ik}
⋮				
A_h	x_{h1}	x_{h2}	x_{hj}	x_{hk}

ここで，x_{ij}の確率変数をX_{ij}とすれば，その構造式は次式で表される。

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (V-3-1)$$

μ　：　総平均

α_i　：　因子Ａの主効果

β_j　：　因子Ｂの主効果

ε_{ij}　：　X_{ij}の分布$N(0, \sigma^2)$の誤差項

$\sum_{i=1}^{h}\alpha_i = 0$，$\sum_{j=1}^{k}\beta_j = 0$と仮定しても一般性を失わないから，この仮定のもとでF値の計算に必要な平方和を求める。

まず，総平方和S_Tは

$$S_T = \sum_{i=1}^{h}\sum_{j=1}^{k}(X_{ij}-\overline{X}_{..})^2$$

$$= \sum_{i=1}^{h}\sum_{j=1}^{k}\{(\overline{X}_{i.}-\overline{X}_{..})+(\overline{X}_{.j}-\overline{X}_{..})+(X_{ij}-\overline{X}_{i.}-\overline{X}_{.j}+\overline{X}_{..})\}^2 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (V-3-2)$$

本式は，また

$$S_T = K\sum_{i=1}^{h}(\overline{X}_{i.}-\overline{X}_{..})^2 + h\sum_{i=1}^{h}(\overline{X}_{.j}-\overline{X}_{..})^2$$

$$+\sum_{i=1}^{h}\sum_{j=1}^{k}(X_{ij}-\overline{X}_{i.}-\overline{X}_{.j}+\overline{X}_{..})^2 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (V-3-3)$$

と変形できるから，ここで，上式右辺の各項をそれぞれ

$$\left.\begin{aligned} S_A &= k\sum_{i=1}^{h}(\overline{X}_{i.}-\overline{X}_{..})^2 \\ S_B &= h\sum_{j=1}^{k}(\overline{X}_{.j}-\overline{X}_{..})^2 \\ S_E &= \sum_{i=1}^{h}\sum_{j=1}^{k}(X_{ij}-\overline{X}_{i.}-\overline{X}_{.j}+\overline{X}_{..})^2 \end{aligned}\right\} \cdots (V-3-4)$$

とおくと，S_Tはまたこの記号を用いて

$$S_T = S_A + S_B + S_E \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (V-3-5)$$

となる。ここに，S_AおよびS_Bは，1元配置の場合と同様，それぞれの因子の主効果の平方和でありA間平方和（A間変動）およびB間平方和（B間変動）と呼ばれる。また，S_Eは誤差平方和であり，S_Tは総平方和である。

以上のようにして各平方和を計算し，これらの平方和を用いてF値を計算した。F値は，仮説「$\alpha_i = 0$，すなわち因子Aは特性Xに影響を及ぼさない。」の下では，自由度{（h－1），（h－1）（k－1）}のF分布をする。また，F値は，仮説「$\beta_j = 0$，すなわち因子Bは特性Xに影響を及ぼさない。」の下では，自由度{（k－1），（h－1）（k－1）}のF分布をする。そこでF分布の右側に棄却域を設けて，二つの因子A，Bが特性Xに及ぼす影響の有無を検定した。F値の計算式を次に示す。

仮説$\alpha_i = 0$の下では $F = \dfrac{S_A/(h-1)}{S_E/(h-1)(k-1)}$ …… (V－3－6)

仮説$\beta_j = 0$の下では $F = \dfrac{S_B/(k-1)}{S_E/(h-1)(k-1)}$ …… (V－3－7)

(2) 分散分析による化学成分の変動の解析結果

化学成分の変動は，地点間（20地点），季節間（4期）を対象とし，偏差平方和，自由度，不偏分散値より有意差検定を行った。ここで，自由度は，地点間が19，季節間が3となる。分散分析によるF値の計算結果は表V－3－4に示すとおりであり，1％有意差あり，5％有意差あり，有意差なしの区別も同時に示した。なお，元素分析試料と炭素分析試料は試料採取日が異なるので，ここでは炭素分析値を，元素分析試料採取日のTPM重量と炭素分析試料採取日のTPM重量の比を用いて補正した。

これらの結果をみると，Al，Sc，Siは予想に反して測定地点間，季節間ともに有意差が認められた。これは，測定点が都市域，郊外，道路際等のいろいろな場所に広域的に存在しているため，土壌の影響が必ずしも画一的でないためであると考えられる。次に，Na，Clをみると，地点間，季節間とも有意差が認められる。また，Pb，Brは測定地点間の有意差は認められるが，季節間では有意差がない。

表Ⅴ－3－4　分散分析によるF値の計算結果

分析		成分	測定点間のF値	季節間のF値
元素分析	放射化分析	Ag	1.79	7.40**
		Al	5.80**	3.20 *
		As	2.70**	1.17
		Ba	2.89**	0.76
		Br	6.13**	0.65
		Ca	1.53	1.81
		Cd	0.76	0.08
		Ce	3.19**	2.91 *
		Cl	5.62**	79.08**
		Co	1.03	1.05
		Cr	1.58	1.62
		Cs	3.78**	0.19
		Cu	1.57	8.23**
		Fe	3.49**	3.37 *
		Hf	2.51**	2.54
		K	1.31	3.58 *
		La	3.10**	4.88**
		Lu	1.06	1.83
		Mn	1.30	2.78
		Na	2.07 *	7.67**
		Ni	0.75	0.77
		Sb	0.94	1.35
		Sc	9.34**	4.35**
		Se	1.71	7.58**
		Sm	2.85**	4.38**
		Th	4.55**	2.70
		Ti	4.57**	1.87
		V	2.18 *	6.63**
		W	0.86	3.13 *
		Zn	1.25	2.54
	ケイ光X線分析	Cd	1.31	2.51
		Pb	4.02**	2.12
		S	2.17 *	3.36 *
		Si	5.00**	4.04 *
	イオンクロマト分析	Cl^-	5.53**	74.39**
		NO_3^-	2.33 *	88.28**
		SO_4^{--}	2.38**	15.31**
	TPM	TPM	7.14**	19.03**
炭素分析	示差熱分析	元素状炭素	6.02**	28.26**
		有機炭素	7.43**	20.39**
		全炭素	6.97**	28.28**
	TPM	TPM	8.64**	4.54**
短期調査期間(12日平均値)		TPM	8.32**	11.12**
		SPM	6.73**	13.71**

$F^{19}_{57}(0.01)=2.25$　　** 1%　有意差あり

$F^{19}_{57}(0.05)=1.77$　　* 5%　有意差あり

$F^{3}_{57}(0.01)=4.15$

$F^{3}_{57}(0.05)=2.77$

3.5 化学成分の地点間比較

粒子状物質濃度が低いMP10, Seletar Reservior を基準にして，MP3，Bukit Merah Flatted Factory （市街地），MP5, Jurong Hill Top （工場地域），MP7，Bukit Panjang P.P.（道路近傍），MP8，Lim chu Kang Marine P.P.（廃棄物埋め立て場近傍），MP15, East Coast Swimming Lagoon （海岸近傍），MP20, Singapore Offshore Petroleum Services（造成地）との化学成分の地点間比較を行った。その結果を散布図として図Ⅴ－3－3に示す。この図は，元素濃度が10^{-2}～10^{4} ng／m³の広い範囲に存在しているため，対数目盛で表してあり，45°の対角線より上にプロットされているものは，基準地点（MP10）よりも化学成分濃度が高いことを意味している（元素記号の最初の文字の左下の点が各元素の濃度を表している）。なお，検出限界以下の元素及び炭素については，この解析から除外した（炭素は試料採取日が異なるため）。また，元素記号のすぐ後に＊印のあるものは，ケイ光X線分析によるものであることを表している。

化学成分の分析試料は，各現地調査ともハイボリウムサンプラーにより採取した1日分のTPM（平均して午前11時から翌日の10時にサンプリングしたもの）を対象としているので，化学成分の地点間の比較を行うには，試料採取日の風系がどのようであったかを調べる必要がある。そのために，各現地調査別に試料採取日の風配図を作成した（表Ⅴ－3－5，図Ⅴ－3－4）。これをみると，短期現地調査における試料採取日の風系は，第1次現地調査はNE系，第2次はSWとNEが半々，第3次は SSW～SSE 系，第4次はS～SE系であるが，時刻によってはN系の風が入っている。そこでここでは，N系の風の場合の第1次現地調査とS系の風の場合の第3次現地調査について化学成分濃度の特徴を比較した。

① MP3

MP3の化学成分濃度はMP10とほぼ同程度であるが，Jalan Bukit Merah道路の風下になる第1次現地調査時には，Br，Vの濃度が高く自動車排ガスの影響を受けていると考えられる。風系がS系である第3次現地調査時はV，S，Mn，Cr，Na，Cl，Cl^- Ca，Siの濃度が比較的高く，石油燃焼，鉄鋼，海塩粒子，セメント硬化物の影響を若干受けていると考えられる。

② MP5

この地点は工場地帯の北側に位置するため，全体に化学成分濃度が高く，特にS系の風の時の第3次現地調査時が高い値を示している。第1次現地調査時はTi，Sc，Si，Al，Mn，Zn，V，SO_4^{--}，が高く，特にVが高い。Vと SO_4^{--}が高いのはシンガポール北側での石油燃焼によるものと考えられる。また，Ti，Sc，Siが高いのは土壌によるものと考えられる。第3次現地調査時は，この地点南側に位置している製鋼所の影響と考えられるCr，Mn，Fe，Znの濃度が非常に高い。その他海塩粒子に起因するNa，Cl，Cl^- の濃度やSc，Si，V，SO_4^{--}，Sの濃度が比較的高い。なおVの濃度が第1次現地調査に比べて若干低いが，これは Jurong 発電所の排煙の影響を直接受けていないためと考えられる。

③ MP7

この地点は，Woodlands 道路とChoa Chu Kang 道路に囲まれた地点に位置するため，第1次及び第3次現地調査とも，非常に化学成分濃度が高い。特に第1次現地調査時のBr，V，Sc，Al，Si，Mn，第3次現地調査時のPb，Br，Cr，Mn，Fe，Al，Si，Ca，Znが高い濃度を示している。その他，第1次現地調査時のMn，Fe，S，Ti，第3次現地調査時のV，Ca，S，Na，Cl，Cl^-も比較的高い濃度を示している。これらのことから，この地点は自動車排ガス及び道路ダストのまいあげの影響を強く受けていると考えられる。

④ MP8

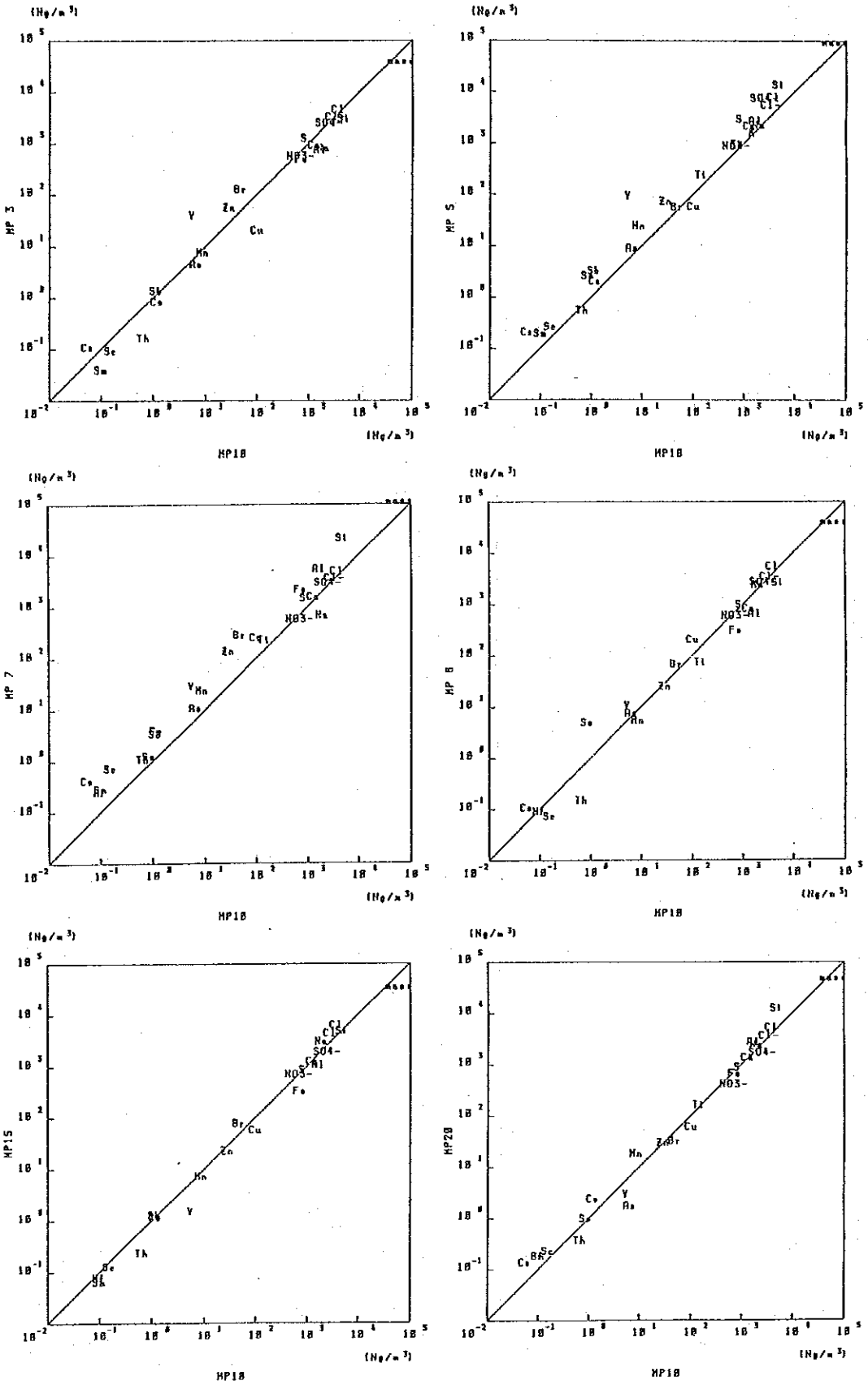
第1次現地調査時はVがやや高い他は，MP10とほぼ同程度の化学成分の濃度となっている。また，風系がS系である第3次現地調査時は，全体に化学成分濃度が高いが，特に，Cr，Mn，Zn，Sc，Al，Siの濃度が高く，この地点南西約 500mに位置する廃棄物の埋め立て場の影響を受けていると考えられる。

⑤ MP15

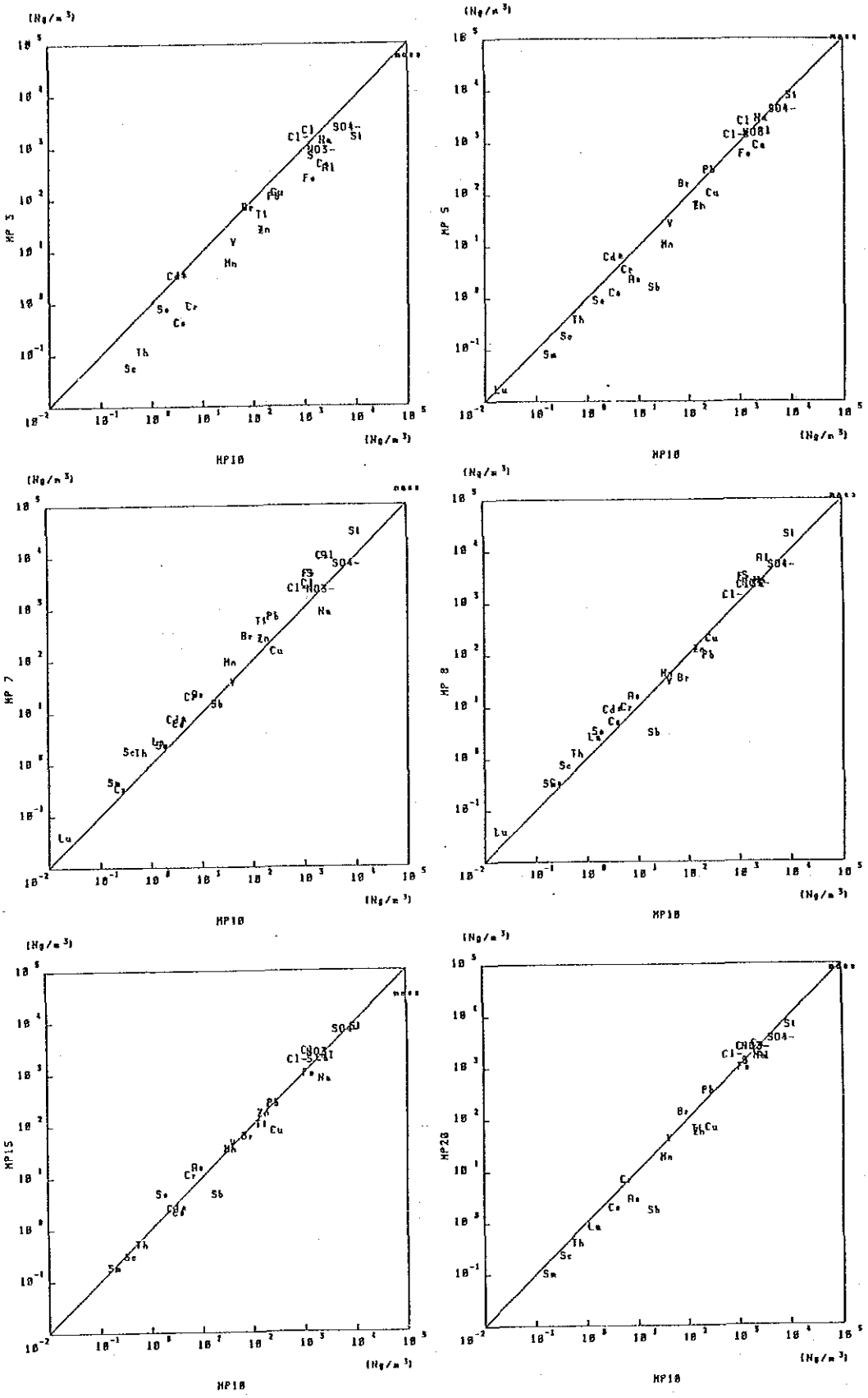
N系の風が吹いている第1次現地調査時は，MP10の化学成分濃度とほぼ同程度の濃度となっているが，Brがやや高い値を示している。これは，この地点北側約 700mに走っている East coast park way道路から排出される自動車排ガスの影響と考えられる。海から風が吹いている第3次現地調査時は，全体に化学成分濃度がMP10に比べて低い。特に土壌に起因するSc，Al，Siの濃度が低い。また，自動車排ガスに起因するBr濃度もMP10よりもかなり低い値となっている。なお，風系がSであるので，海塩粒子に起因するNa，Cl，Cl^- の濃度はかなり高い。

⑥ MP20

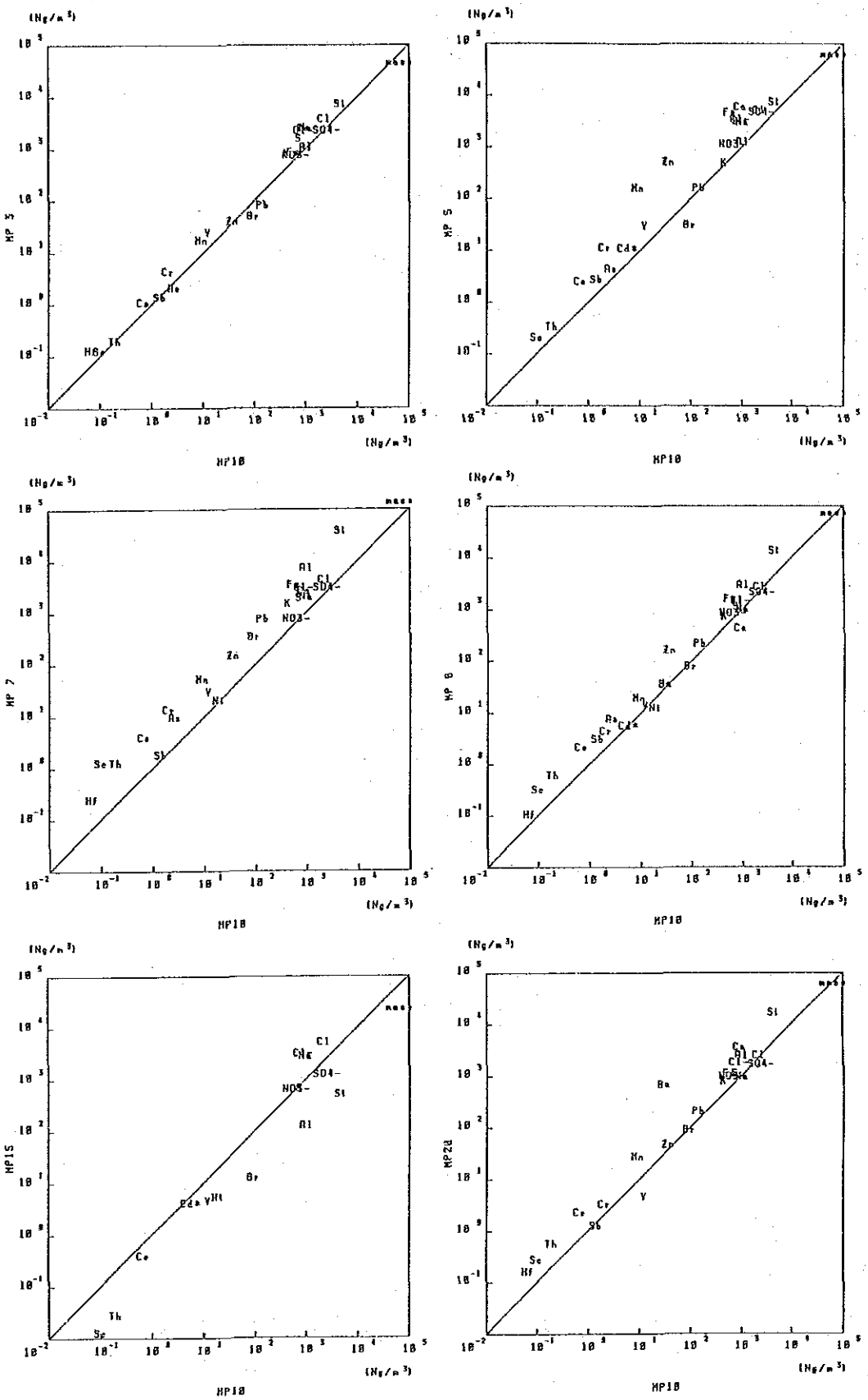
全体にほぼMP10と同様な化学成分濃度となっているが，土壌関連物質であるSc，Al，Siの濃度が第1次，第3次現地調査とも高い。その他，Mn，Cr，Caも比較的高い濃度を示している。なお，この地点は，Ba等特異な元素の濃度が高い地点である。



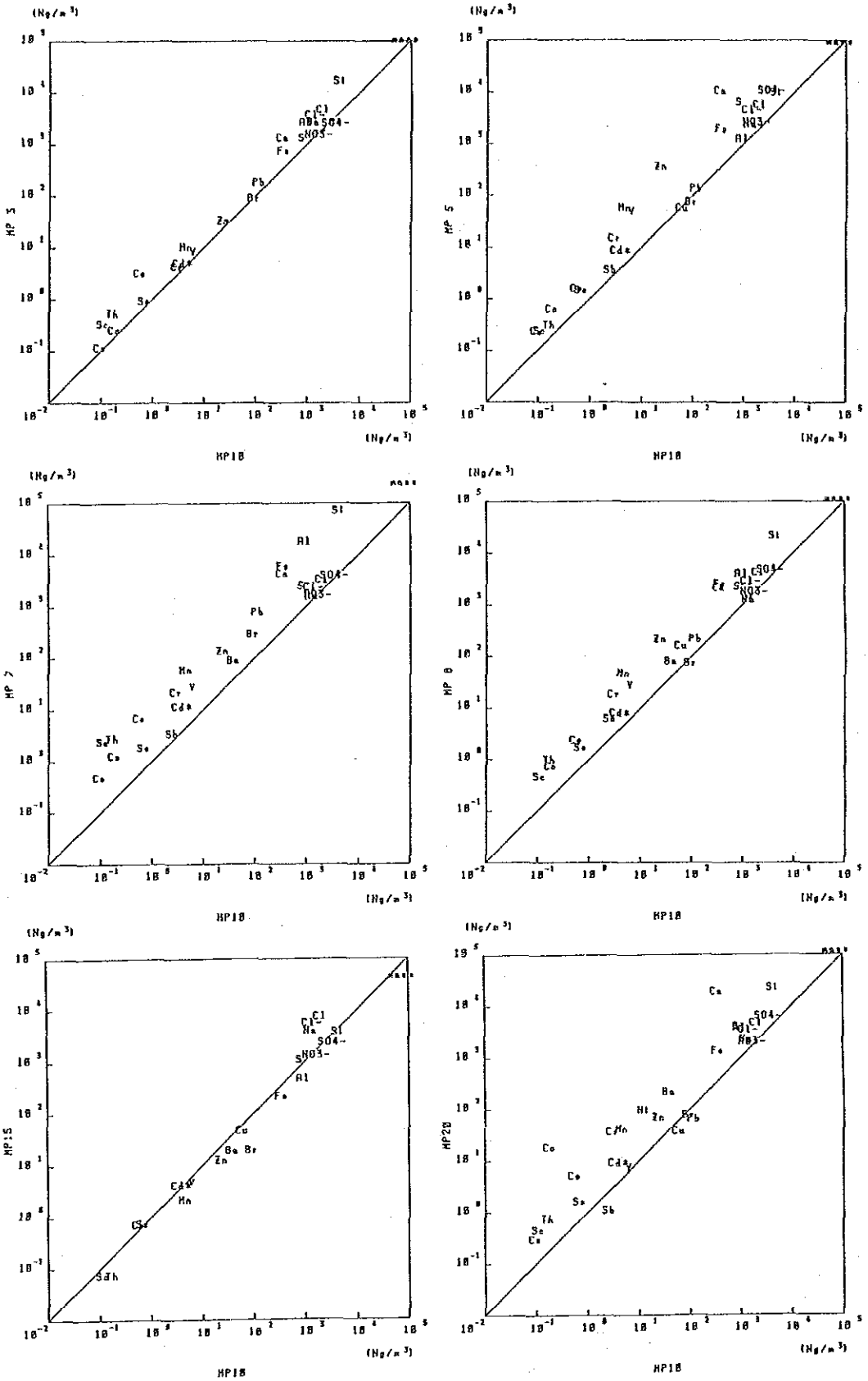
図Ⅴ－３－３(1)　化学成分の地点間比較（第１次現地調査）



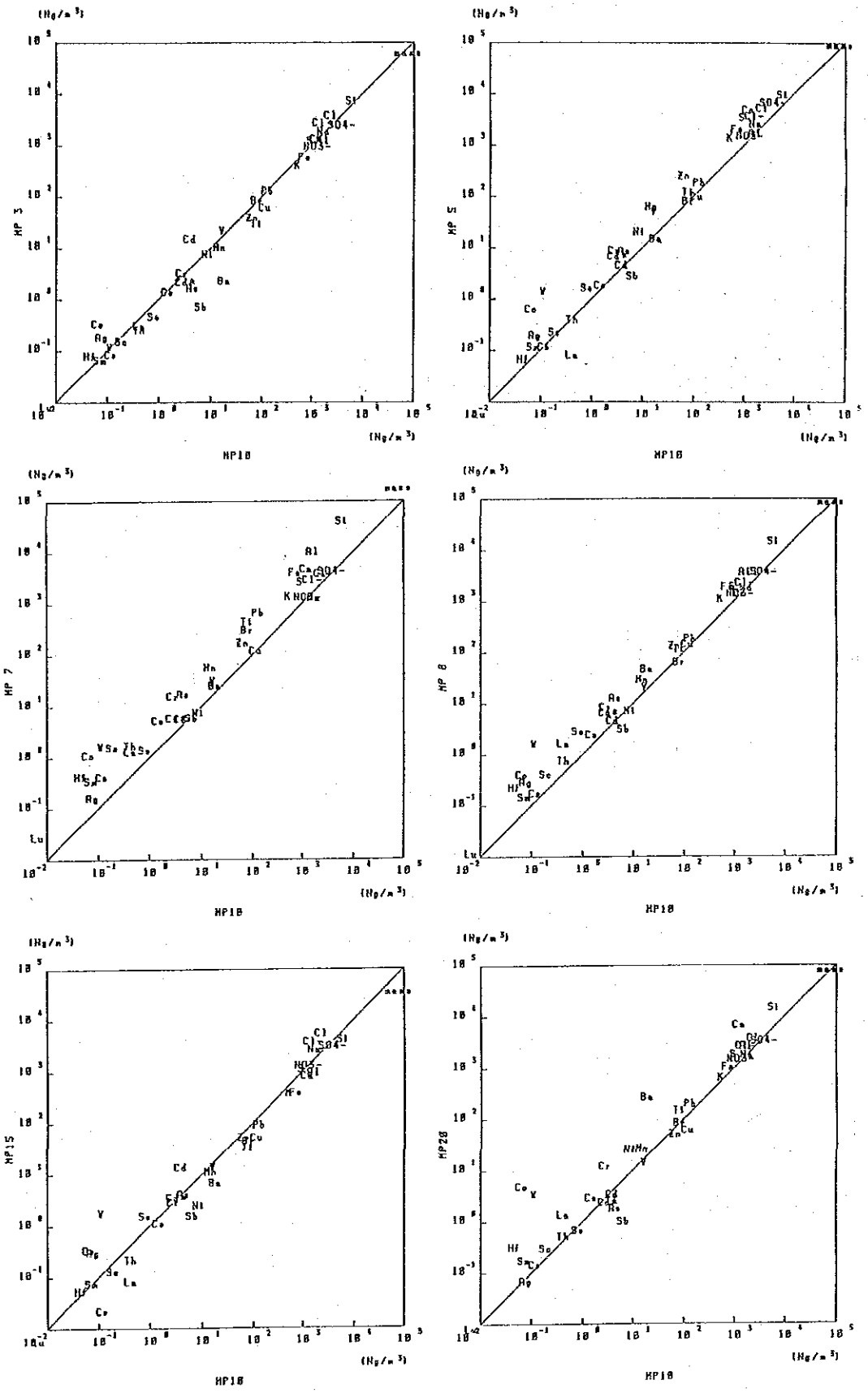
図Ⅴ－３－３(2)　化学成分の地点間比較（第２次現地調査）



図Ⅴ－３－３ (3)　化学成分の地点間比較（第３次現地調査）



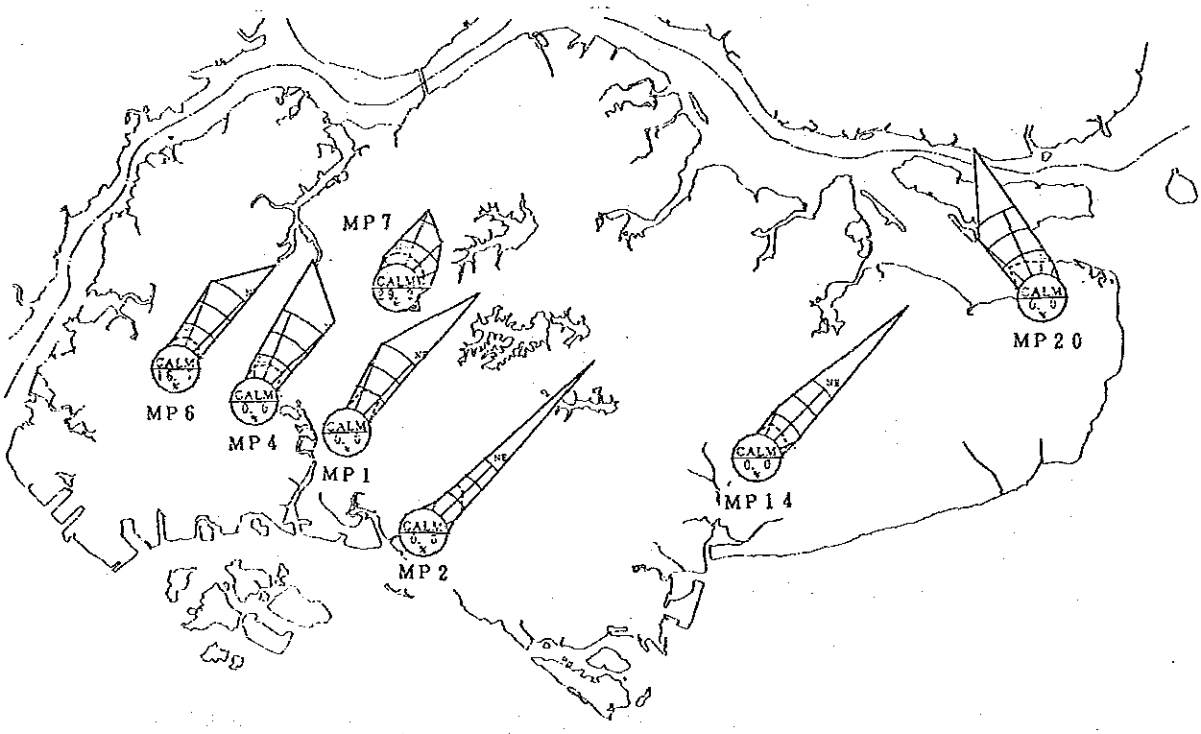
図Ⅴ－３－３(4)　化学成分の地点間比較（第４次現地調査）



図Ⅴ－３－３(5)　化学成分の地点間比較（第１次～第４次現地調査平均）

表Ｖ－３－５(1)　化学成分分析日の気象データ（第１次，12月19日～20日）

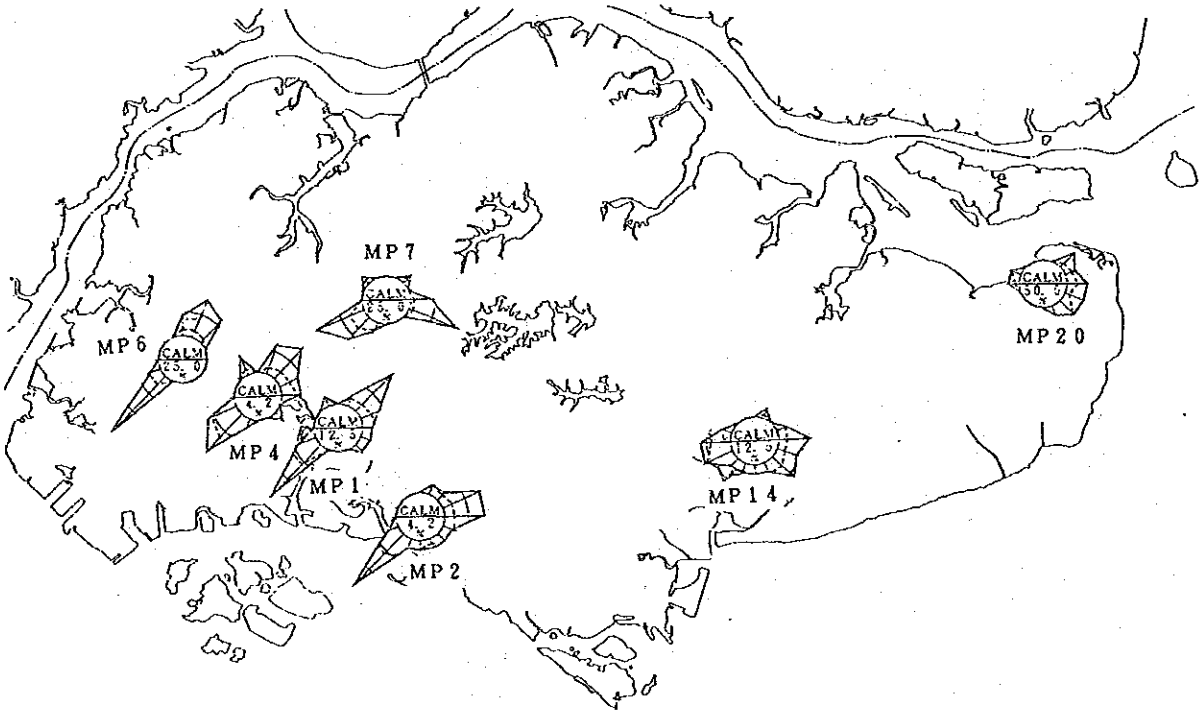
月／日	時	風向，風速　（風速単位＝0.1m/s）							β線粉じん計による粉じん濃度（μg/m³）		
		MP 1	MP 2	MP 4	MP 6	MP 7	MP 14	MP 20	MP 1	MP 2	MP 6
12／19	11	NNE 27	NE 37	NNE 19	NNE 9	NNE 12	NNE 14	NW 34	20	10	18
	12	NE 36	NE 50	NNE 31	NE 13	NE 15	NE 19	NNW 26	12	10	5
	13	NE 49	NE 47	NNE 34	NE 15	NNE 16	NE 16	NNW 30	4	8	0
	14	NNE 40	NNE 52	NNE 22	NE 13	N 14	NNE 17	NW 32	10	8	0
	15	NE 48	NE 53	NNE 22	NNE 12	N 15	NE 20	NW 25	18	0	4
	16	NE 32	NE 53	NNE 23	NNE 14	NNE 12	NNE 18	NW 27	12	10	10
	17	NNE 35	NE 63	NNE 28	NNE 14	NNE 15	NE 14	NNW 23	20	20	10
	18	NE 44	NE 54	NNE 21	NNE 18	NE 15	NE 24	NNW 17	32	15	10
	19	NE 39	NE 57	NE 22	NNE 14	NE 11	NE 17	NNW 28	15	10	10
	20	NNE 33	NE 37	NE 19	NE 7	NE 8	NE 11	NNW 23	0	20	20
	21	NE 34	NE 40	NNE 15	C 4	NNE 12	NE 15	NNW 19	12	20	40
	22	NE 29	NE 28	NE 17	C 4	ENE 5	NE 12	NNE 21	5	12	38
	23	NE 27	NE 32	NE 19	C 4	C 4	ENE 15	NNW 32	16	18	60
	24	NE 34	NE 43	NE 27	NE 8	ENE 11	NE 22	NW 22	10	10	20
12／20	1	NE 35	NE 32	NE 25	NE 9	C 4	NE 14	NNW 21	15	12	30
	2	NE 31	NE 32	NNE 11	NE 11	C 3	NE 14	NNW 13	20	18	8
	3	NE 29	NE 37	NE 18	NE 8	C 3	NE 15	NNW 11	28	20	0
	4	NE 20	NE 30	N 10	NNE 8	C 3	NE 10	NNW 14	18	18	8
	5	NE 19	NE 39	NNE 12	NE 12	E 5	NE 10	NNW 12	19	8	20
	6	NE 22	ENE 21	NE 18	NE 7	SE 5	ENE 7	N 11	23	10	25
	7	NNE 21	NE 27	NE 18	NE 7	C 4	NE 7	N 10	23	30	30
	8	NNE 16	NE 24	NNE 13	C 4	C 2	NE 9	NW 11	26	34	20
	9	NNE 17	NE 33	N 18	N 9	NNW 9	NE 11	NNW 15	56	50	28
	10	NE 36	NE 43	NNE 15	NE 9	NNE 14	NE 17	N 23	48	38	42



図Ｖ－３－４(1)　化学成分分析日の風配図（第１次，12月19日～20日）

表Ｖ－３－５(2)　化学成分分析日の気象データ（第２次，３月19日～20日）

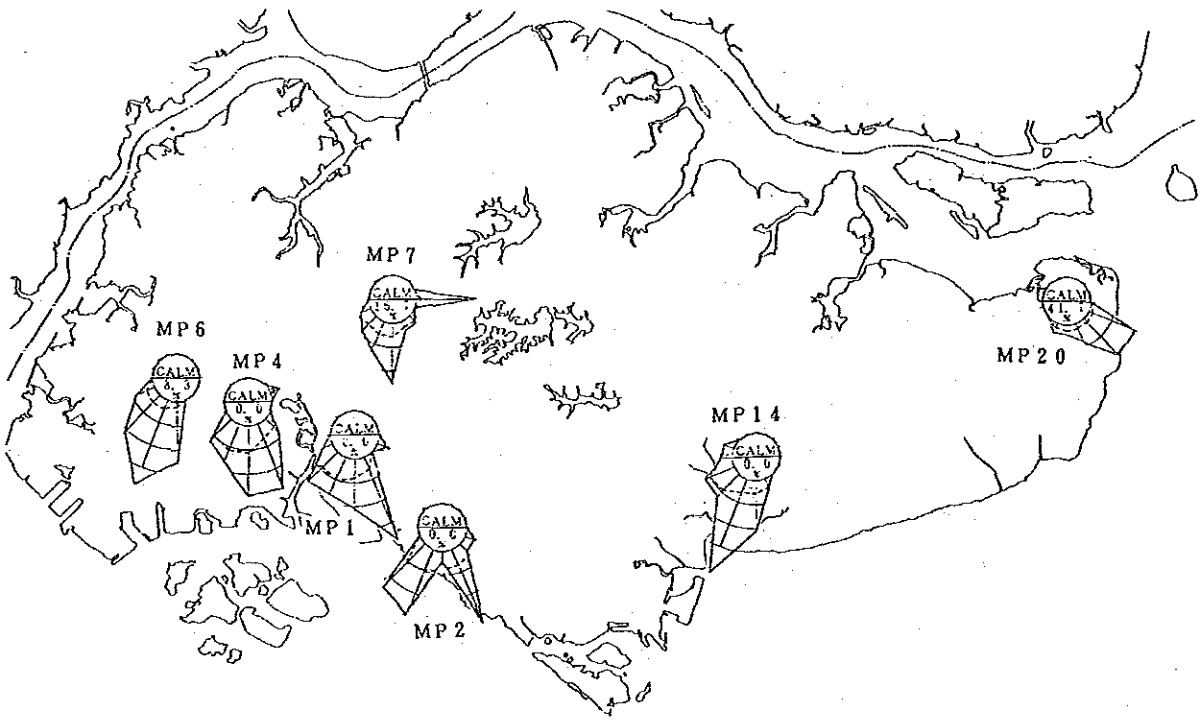
月／日	時	風向，風速　（風速単位＝0.1m/s）							β線粉じん計による粉じん濃度（μg/m³）		
		MP 1	MP 2	MP 4	MP 6	MP 7	MP 14	MP 20	MP 1	MP 2	MP 6
3／19	11	SW 26	SW 31	WSW 30	WSW 16	WSW 17	W 17	WNW 11	10	15	20
	12	SW 33	SW 28	WSW 30	SW 12	SW 18	W 16	BSE 5	18	15	0
	13	SW 38	SW 33	WSW 38	SW 14	SW 18	WNW 31	B 10	18	5	10
	14	WSW 40	SW 41	SW 42	SW 17	WSW 19	W 38	NE 8	12	8	10
	15	SW 44	SW 42	SSW 51	SW 19	WSW 24	WSW 40	W 5	0	5	0
	16	SW 43	SW 35	SW 51	SW 18	SW 22	WSW 32	SSE 30	15	0	10
	17	SW 33	WSW 32	SW 41	SW 16	WSW 20	WSW 33	SE 25	8	10	0
	18	WSW 33	SW 30	SW 41	SW 10	WSW 17	SW 22	SE 21	20	10	0
	19	SW 20	SSW 22	SW 23	SW 7	SSW 10	S 22	E 17	20	5	10
	20	SE 18	SE 21	SE 15	C 3	ESE 8	SE 20	ENE 8	18	5	20
	21	ESE 18	ESE 15	E 21	C 4	ESE 5	SE 18	NE 5	35	15	30
	22	E 17	E 15	E 20	C 3	ESE 6	E 12	C 2	40	12	49
	23	NE 18	ENE 15	NE 13	NNE 11	C 4	ENE 12	C 1	50	20	72
	24	NE 16	ENE 16	NE 17	NE 6	ESE 5	E 11	C 2	40	40	80
3／20	1	ENE 17	E 15	ENE 18	C 4	C 4	SE 13	C 3	58	45	72
	2	NE 9	ENE 15	NE 8	NNE 7	C 3	ESE 9	C 1	38	50	72
	3	NE 6	ENE 7	ENE 8	NE 6	C 3	C 3	C 2	20	54	62
	4	ENE 12	E 12	NE 12	NNE 8	E 5	ESE 12	C 3	30	60	62
	5	NNE 10	NE 9	NNE 10	NNE 9	E 5	E 8	C 2	40	58	49
	6	NNW 12	NNE 11	NNW 12	N 9	C 4	NNE 5	C 2	68	40	80
	7	NE 8	E 10	NNE 7	NE 5	ESE 5	C 3	C 2	80	54	70
	8	C 4	C 1	NNW 5	C 4	NW 7	C 4	C 3	80	60	65
	9	C 3	SSE 7	C 4	C 4	C 2	SSW 9	C 4	120	52	75
	10	C 2	S 11	NNE 8	N 7	NE 8	SSE 16	ESE 6	40	28	125



図Ｖ－３－４(2)　化学成分分析日の風配図（第２次，３月19日～20日）

表Ｖ－３－５ (3)　化学成分分析日の気象データ（第３次，７月３日～４日）

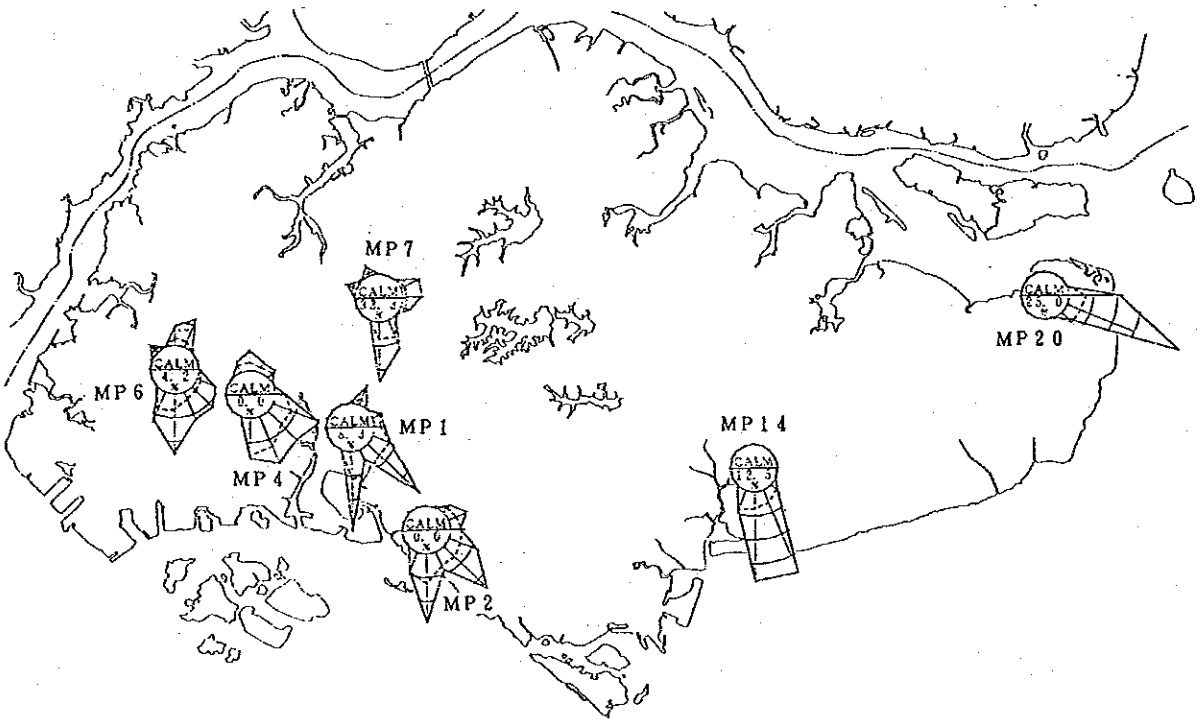
月／日	時	風向，風速　（風速単位＝0.1m/s）							β線粉じん計による粉じん濃度（μg/m³）		
		MP 1	MP 2	MP 4	MP 6	MP 7	MP 14	MP 20	MP 1	MP 2	MP 6
7／3	11	SW 27	SW 32	SSW 39	SW 11	SSW 15	SSW 21	C 4	34	8	0
	12	WSW 37	SW 36	SW 38	WSW 12	WSW 19	WSW 31	SSW 6	22	8	15
	13	SW 27	SW 47	SSW 35	SW 20	SW 15	SW 29	C 2	30	10	20
	14	SW 21	SW 15	SSW 38	SW 16	S 18	WNW 21	C 4	10	35	0
	15	SSW 26	SW 19	S 33	SW 12	SSW 16	W 13	C 1	8	20	0
	16	S 35	SSW 25	S 38	SSW 14	S 22	SSW 26	SE 7	10	20	10
	17	S 31	SSW 28	S 36	SSW 12	S 20	SSW 22	SE 6	4	15	10
	18	S 26	SSW 23	S 27	SSW 11	S 19	SSW 21	SE 7	10	24	10
	19	S 20	SSW 18	SSW 27	SSW 10	S 15	SW 17	SE 6	2	35	10
	20	SSW 17	SSW 15	S 16	SSW 9	SSE 8	SSW 15	ESE 5	10	35	15
	21	SSE 21	SSE 21	SSE 21	S 7	E 9	S 23	ESE 6	4	32	24
	22	SSE 19	SE 18	SE 21	S 6	E 5	S 17	ESE 7	5	30	20
	23	SSE 21	SSE 18	SSE 21	S 5	E 6	SSW 12	SE 5	0	30	10
	24	SSE 17	SSE 20	SSE 16	C 4	C 4	SSW 13	ESE 6	0	30	20
7／4	1	S 14	SSE 21	SSE 15	S 9	E 6	SSW 12	C 3	6	22	18
	2	SSE 23	SSE 25	SSE 28	S 7	E 7	S 20	C 4	0	15	20
	3	SSE 20	SSE 25	SSE 22	SSW 6	C 4	S 13	C 4	10	20	30
	4	SSE 17	S 23	SSE 15	SSW 12	C 2	SSW 9	C 3	0	10	18
	5	SSE 10	SSE 18	SE 11	S 7	C 3	S 9	C 2	0	5	28
	6	ESE 19	ESE 16	ENE 6	C 2	E 6	SSE 11	C 3	0	0	30
	7	SSE 11	SSE 20	SW 9	SW 5	SE 9	SSW 26	ESE 6	4	0	30
	8	SSW 35	SSW 44	S 36	SSW 22	S 14	WSW 24	SSE 6	0	10	20
	9	SW 32	SW 44	SW 41	WSW 9	SW 12	WSW 39	S 8	0	0	22
	10	SSW 45	SSW 53	S 55	SSW 15	SSW 19	SW 36	SSE 8	0	0	20



図Ｖ－３－４ (3)　化学成分分析日の風配図（第３次，７月３日～４日）

表Ｖ－３－５(4)　化学成分分析日の気象データ（第４次，９月25日～26日）

月／日	時	風向，風速　（風速単位＝0.1m/s）							β線粉じん計による粉じん濃度（μg/m³）		
		MP 1	MP 2	MP 4	MP 6	MP 7	MP 14	MP 20	MP 1	MP 2	MP 6
9／25	11	S 32	S 31	SSE 40	S 17	S 19	S 21	ESE 21	8	6	25
	12	S 32	S 36	SSE 40	S 22	S 25	SSW 25	ESE 23	10	4	10
	13	S 33	S 40	SSE 43	S 21	S 24	S 30	ESE 27	13	18	10
	14	S 35	S 43	S 46	S 24	S 22	S 29	SE 18	10	30	22
	15	S 36	SSW 41	S 48	SSW 27	SSE 25	S 32	ESE 30	5	25	12
	16	S 44	S 45	SSE 54	S 29	S 25	SSW 27	E 32	10	16	30
	17	S 44	S 38	S 52	SSW 27	SSE 30	S 25	ESE 34	15	35	28
	18	S 33	S 33	S 38	SSW 18	S 21	SSE 24	E 25	15	18	20
	19	SSE 28	SSE 21	SSE 31	S 11	SSE 14	S 19	ESE 15	19	20	45
	20	SE 18	SSE 18	SE 23	SSE 10	ESE 7	SSE 23	ESE 16	17	22	12
	21	SE 19	SE 18	SE 26	SSE 10	ENE 5	SSE 19	ESE 10	17	22	20
	22	ESE 25	ESE 19	ESE 30	SSE 11	C 4	SSE 19	E 17	8	18	28
	23	SE 24	SE 22	ESE 26	SE 9	E 5	SSE 23	E 16	18	8	30
	24	ESE 20	ESE 19	ESE 22	ESE 6	C 4	SSE 13	ESE 7	15	8	15
9／26	1	SE 20	SE 19	ESE 19	C 3	C 4	SSE 12	E 17	18	2	10
	2	SE 20	SE 19	SE 24	SE 6	C 4	SSE 11	ESE 11	22	0	0
	3	SE 21	SE 18	ESE 28	SE 6	C 3	SSE 11	C 4	15	2	15
	4	SE 22	SE 19	SE 22	ESE 5	C 3	S 14	ESE 9	10	5	20
	5	E 8	ESE 8	E 12	NNE 5	C 4	S 6	C 2	10	0	10
	6	NNE 9	ENE 13	N 13	N 11	C 3	C 4	C 4	10	8	12
	7	NNE 8	NE 8	NNE 6	NNE 8	E 6	C 3	C 3	40	8	35
	8	ENE 10	E 14	NE 8	NNE 9	ENE 6	C 4	C 3	46	12	65
	9	C 2	ENE 7	N 7	N 8	NNW 5	SE 10	C 4	44	50	80
	10	C 2	SSW 11	NNW 9	NW 6	WNW 6	S 11	ESE 12	54	44	80



図Ｖ－３－４(4)　化学成分分析日の風配図（第４次，９月25日～26日）

第 VI 編

シミュレーション

第Ⅵ編　シミュレーション

先に実施した二酸化硫黄（SO_2）シミュレーションでは，まず現状における全SO_2発生源を把握し，これらをインプットデータとして大気拡散モデルを利用して環境濃度を計算し，その計算値と現地調査で得られた実測値との整合性を検討し，整合性が確認された後は，ここで用いた拡散モデル，拡散パラメータ等が妥当なものであると判断して，立地計画を含めた将来年次における全煙源を対象とした拡散計算を行い，工場立地後の環境濃度を予測した。

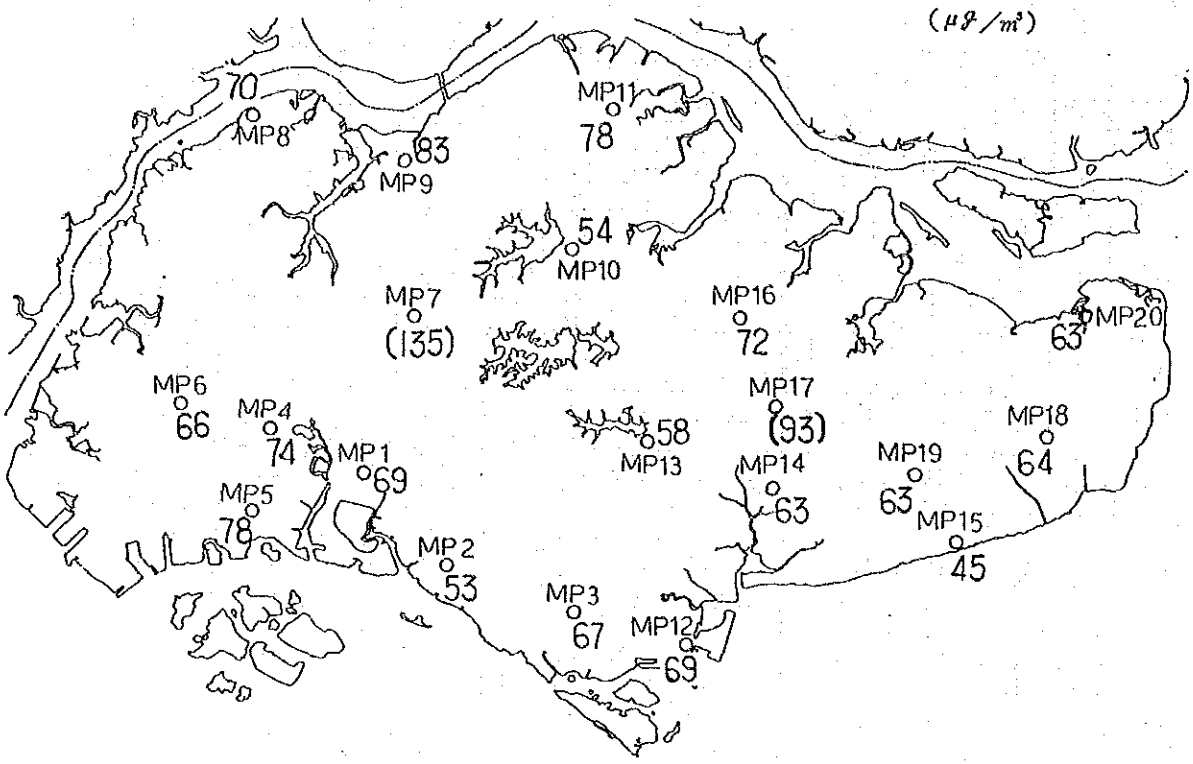
しかし，粒子状物質に関しては，第Ⅱ編で記述したように，その発生源が多岐多様にわたっているため，すべての発生源を対象とした粒子状物質排出量の把握は困難であり，大気拡散モデルを利用した発生源別寄与率の推定は不可能である。仮に，工場から排出される粒子状物質をインプットデータとして，大気拡散モデルを利用して環境濃度を計算しても，未把握発生源の寄与が大きいため，整合性の検討はできない。

そこで，本調査においては，現地調査で得られた各測定点の実測値（この値は，現状における自然発生源，人為発生源に起因する粒子状物質及び二次粒子による環境濃度，すなわち全発生源が寄与している濃度である）が，将来においても変わらないものとして，この実測値に石炭火力発電所及び一貫製鉄所から排出される粒子状物質の拡散濃度を加えることによって，将来における粒子状物質の環境濃度とみなすこととした。また，測定点以外のメッシュ点の粒子状物質の濃度は，測定点における濃度（20地点の濃度）を利用して，補間法により推定を行い，これに大気拡散モデルにより計算される新設工場による粒子状物質濃度を重合し，全メッシュ点（全シンガポール）の将来における粒子状物質濃度を予測した。なお，粒子状物質はガス状物質と異なり，重力と空気抵抗のつり合った状態で重力落下するので，本調査における粒子状物質の拡散モデルは，重力落下を考慮した拡散モデルを開発採用した。

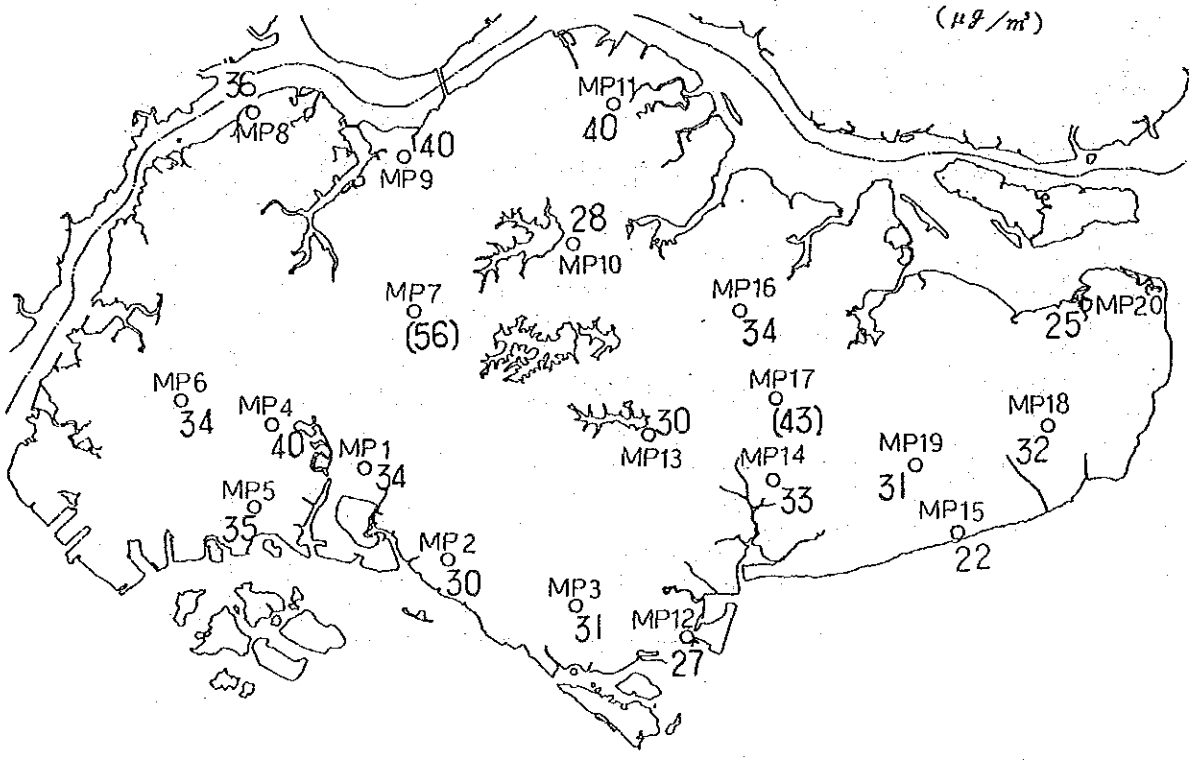
第１章　補間法による現状のTPM，SPMメッシュ濃度の推定

ここでは，当該地区20地点で測定されたTPM，SPM年平均濃度（各地点につき，４シーズン各12日間測定した値を平均して年平均濃度とした）を利用して，補間法により全メッシュ点におけるTPM，SPM濃度を推定した。なお，図Ⅵ－１－１，図Ⅵ－１－２に示すように，TPM，SPMの４シーズン平均値の濃度分布をみると，交通量の多い道路近くに位置する（MP７）BUKIT PANJANG P.P.と（MP17）PAYA LEBAR P.S. は他の地点に比べて，かなり濃度が高い。補間法による濃度推定は，実測された地点の濃度から他の地点の濃度を推定する方法であるので，濃度が高い地点の周辺の濃度も高い値に推定される。しかし，上述のMP７，MP17の濃度は道路近傍の局地的な濃度と考えられ，この値を利用して周辺の濃度を推定するのは良い方法とはいえない。したがって，ここで

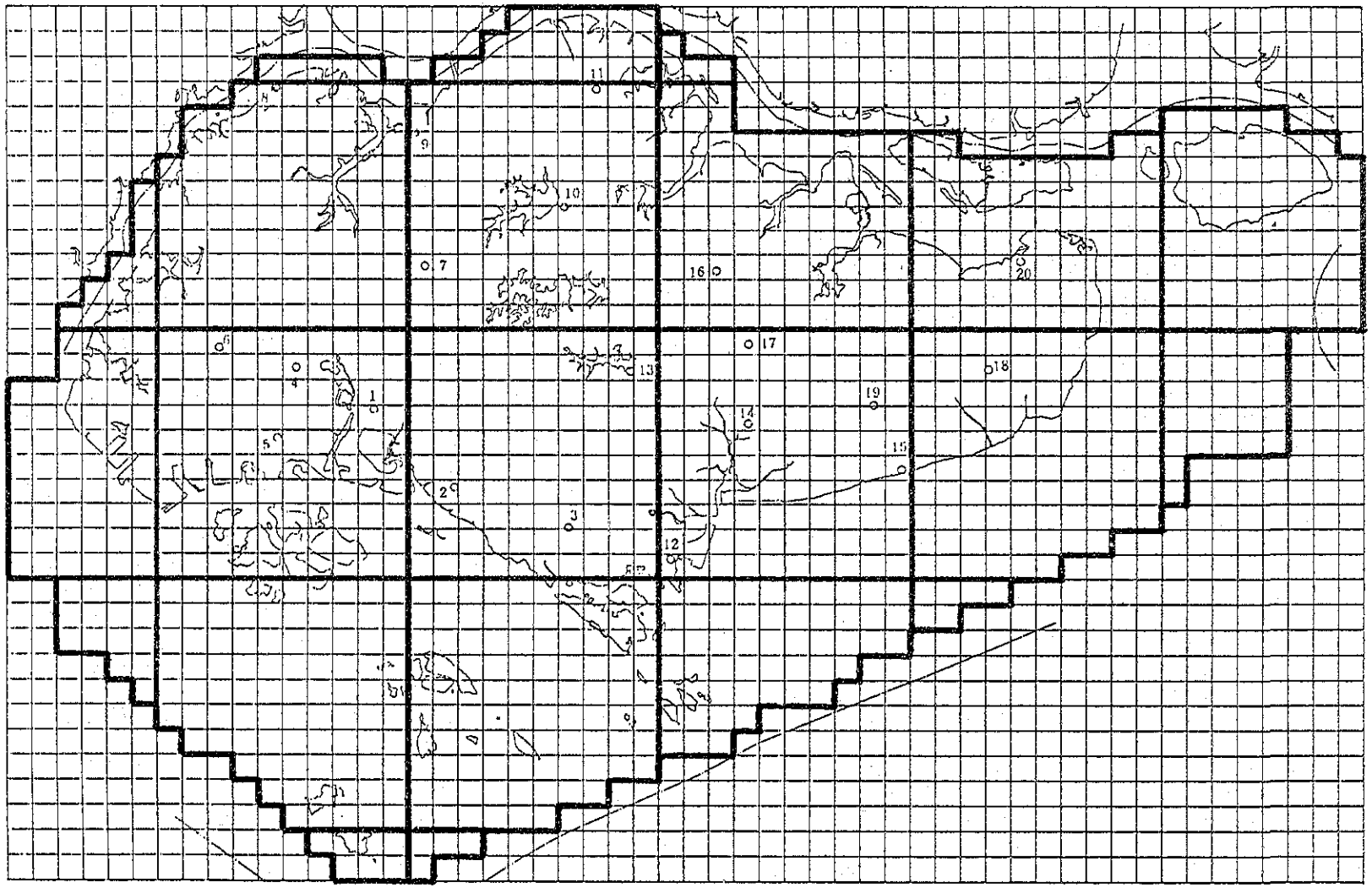
は全メッシュの計算の際には，MP７とMP17のデータは除外して計算した。なお，計算対象とした１km×１kmメッシュ図は，図Ⅵ－１－３に示すとおりであり，メッシュ中心の濃度を計算した。



図Ⅵ－１－１　ハイボリウムサンプラーによるTPM濃度分布図（４シーズン平均）



図Ⅵ－１－２　ハイボリウムサンプラーによるSPM濃度分布図（４シーズン平均）



図Ⅵ－１－３　メッシュ区分と計算対象範囲

0　10 km

1.1　補間法

補間法による濃度推定には種々の方法があり，それぞれ異なった推定結果を生じる。一種類の方法によるものだけで濃度分布をみるのは問題があるので，ここでは，2つの方法すなわち距離の関数による加重平均法と2次元スプライン補間法を採用し，全メッシュ濃度の推定を行った。以下に，これら補間法による濃度推定方法を記述する。

1.1.1　距離の関数による加重平均法

ある地点での濃度を周囲の測定点での濃度から推定する方法の1つとして，周囲の測定点での値に適当な重みをつけて平均値を計算し，その値をその場所での推定値とする方法がある。濃度推定の対象地点に近い測定点での値には大きな重みを与え，遠方の測定データには小さな重みを与えることによって，各測定点の付近ではその測定点での値に近い推定値が計算され，全体としてはなめらかな濃度分布推定結果が得られる。これが距離の関数による加重平均法であり，距離の2乗の逆数を重みとして採用する。

測定点（Xj，Yj），（j＝1，2，・・・・，n）から格子点の濃度C（Xi，Yi），（i＝1，2，・・・・，m）を式（Ⅵ－1－1）によって求める。

$$C(Xi, Yi) = \sum_{j=1}^{n} \left(\frac{Cj}{rij^2} \right) / \sum_{j=1}^{n} \left(\frac{1}{rij^2} \right) \quad \cdots\cdots (Ⅵ-1-1)$$

ここでは rijは測定点（Xj，Yj）と格子点（Xi，Yi）との距離である。

1.1.2　2次元スプライン補間法

座標軸（x，y，z）を次のようにとる。2次元水平面（x，y）上のデータ点におけるデータの値に相当する高さをzとする。データ点（x，y）＝（xi，yi），（i＝1,2,…，N）において，それぞれz＝zi（i＝1,2,…，N）となるような曲面z＝Z（x，y）を求めることを考える。弾性体の微小変化理論において，歪エネルギーと張力による伸びのエネルギーの和に比例する量として，式（Ⅵ－1－2）が定義される。

$$E = \iint_{A'} \{ (\Delta Z)^2 + \partial (\nabla Z)^2 \} dxdy \quad \cdots\cdots (Ⅵ-1-2)$$

$$\left(ただし，\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}, \nabla = \frac{\partial}{\partial x} i + \frac{\partial}{\partial y} j \right)$$

σは弾性板の歪エネルギーと張力による伸びのエネルギー係数の比を表している。式（Ⅵ－1－2）の積分の範囲 A′は，対象とする領域Aを含む適当に広い領域とする。

A′の境界∂A′が，領域Aより十分遠くにとられているならば境界条件は，

$$\frac{\partial Z}{\partial n} = \Delta Z = 0 \quad \text{on} \quad \partial A' \quad \cdots\cdots \quad (\text{VI}-1-3)$$

（ただし，∂／∂nは∂A′の外向き法線の方への微分）

とすればよい。

式（Ⅵ－１－２）の変分を０とおくと，

$$\Delta^2 Z - \partial \Delta Z = 0 \quad \cdots\cdots \quad (\text{VI}-1-4)$$

すなわち，Z（x，y）はデータ点においてはデータ値をとり，Aにおいて式（Ⅵ－１－４）を満たし，境界∂ A′において，条件式（Ⅵ－１－３）を満たすような関数として定まる。

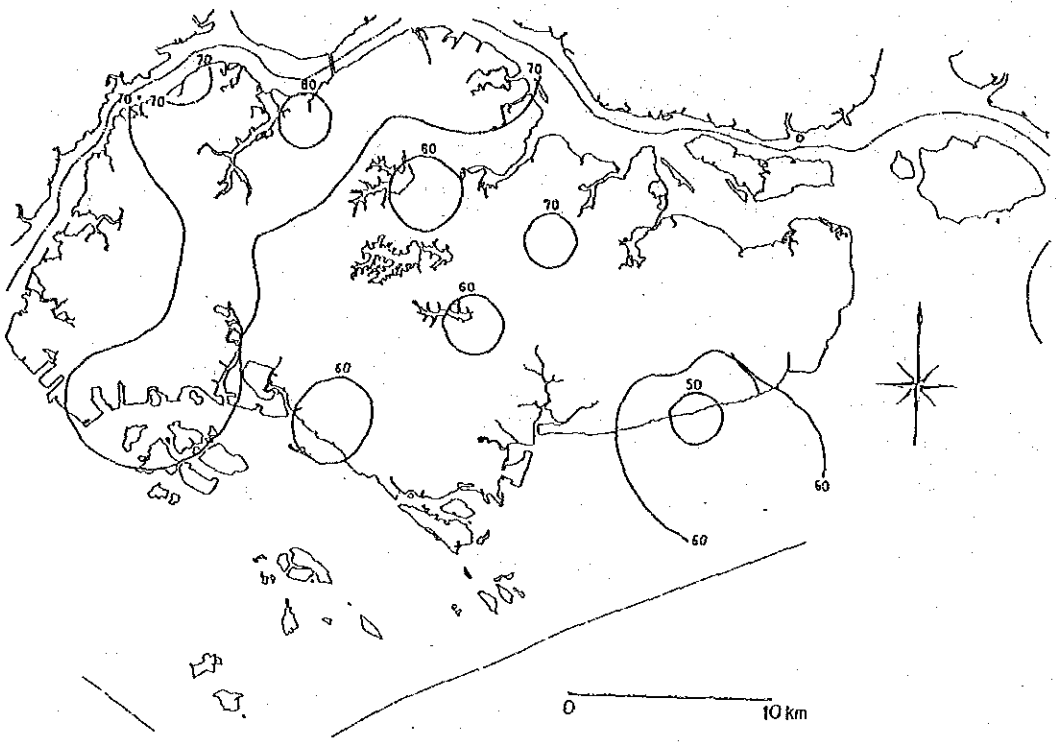
実際の計算にあたっては，データを補間したい領域を含むより大きな範囲を格子分割して式（Ⅵ－１－４）を差分化し，逐次近似によって格子点での値を求めた。

1.2　TPM，SPM現状メッシュ濃度の推定結果

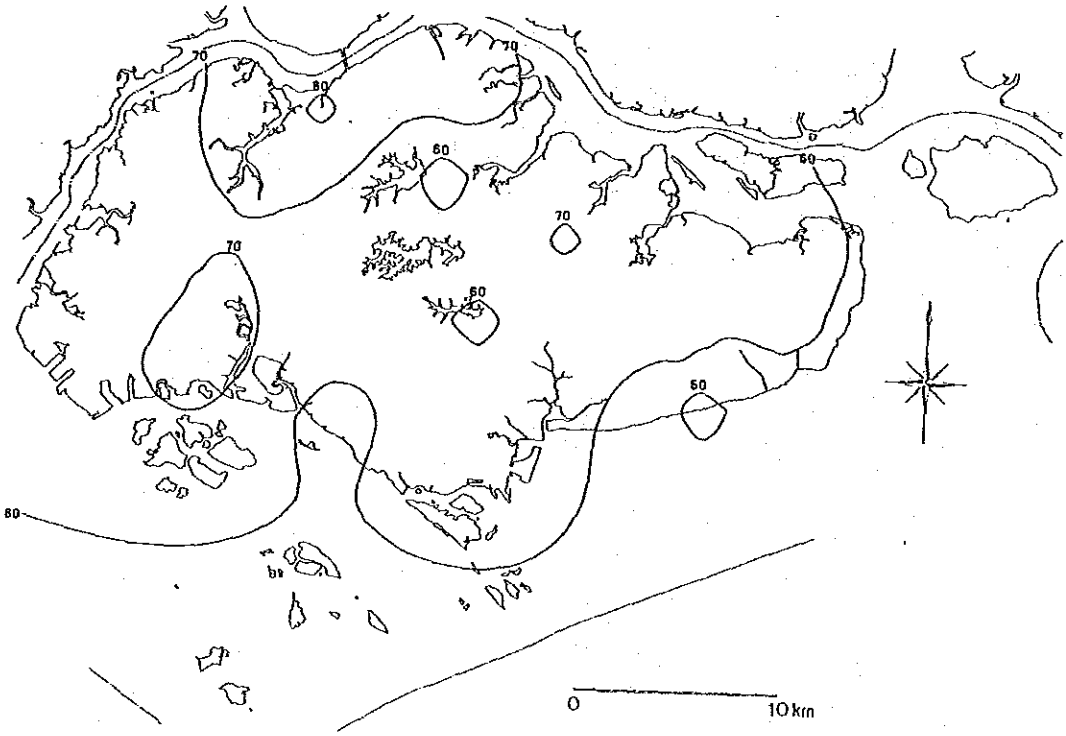
距離の関数による加重平均法と２次元スプライン補間法の２つの方法により計算した現状におけるTPM，SPMのメッシュ濃度の等濃度線図を，図Ⅵ－１－４～図Ⅵ－１－７に示す。なお，メッシュ濃度は資料編に示す。

２つの補間法による結果を比較すると，測定点の密なシンガポール本島内ではよく似た濃度分布が得られているが，シンガポール島の南部及び東南部の海上では濃度分布が異なった傾向を示していることがわかる。これは，２つの補間法の境界条件の差異に起因している。距離の関数による加重平均法による対象地域の境界付近の値は，全データの単純平均に近づく性質を持っている。一方，２次元スプライン補間法によるものは，境界付近では，法線方向の濃度変化が０という性質を持っている。

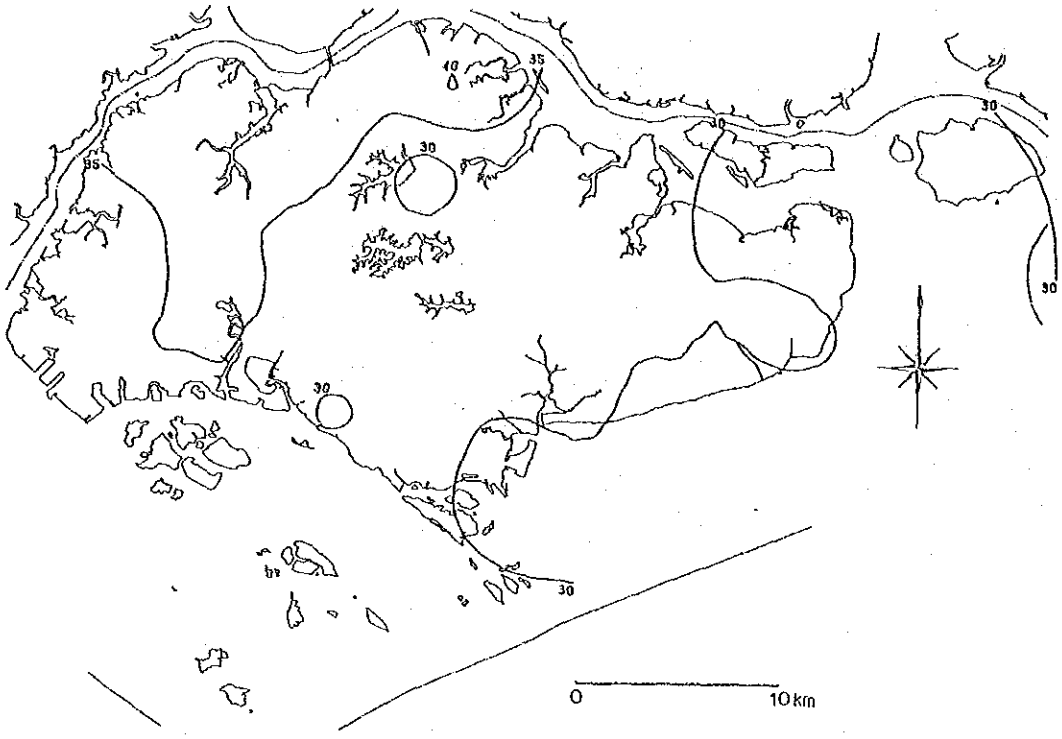
そもそも，測定点のない海上の濃度分布を補間法により精度良く求めることは不可能であり，シンガポール本島内では２つの補間法でよく似た濃度分布が得られたことから，どちらの補間法とも，ほぼ良好な濃度分布が得られたと考えられる。



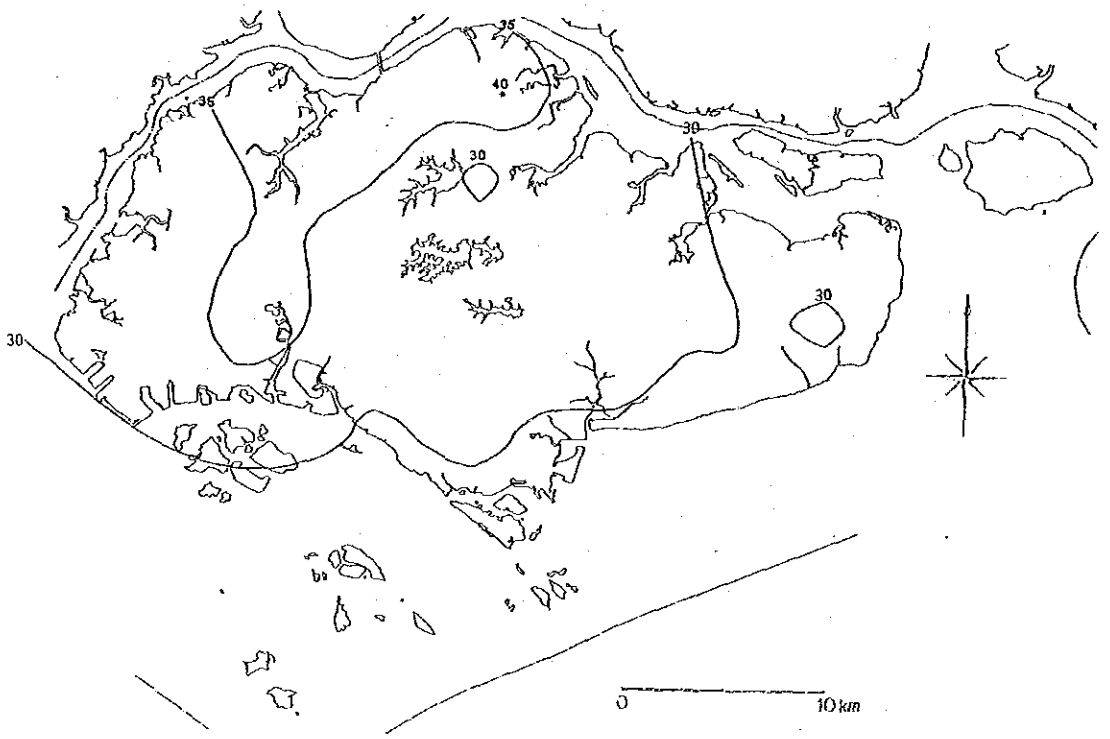
図Ⅵ－１－４　ＴＰＭ現状予測濃度（距離の関数による加重平均法）（μｇ／ｍ³）



図Ⅵ－１－５　ＴＰＭ現状予測濃度（２次元スプライン補間法）（μｇ／ｍ³）



図Ⅵ－１－６　ＳＰＭ現状予測濃度（距離の関数による加重平均法）（μｇ／ｍ³）



図Ⅵ－１－７　ＳＰＭ現状予測濃度（２次元スプライン補間法）（μｇ／ｍ³）

第２章　大気拡散モデルを利用した新設工場によるTPM，SPM濃度の予測

新設工場（石炭火力発電所と一貫製鉄所）を対象とし，大気拡散モデルを用いて，TPM，SPM濃度の予測を行った。大気拡散モデルは，先に実施したSO_2環境影響調査時と同様にプルーム・パフモデルを採用し，これに粒子状物質の重力落下を考慮した重力沈降式を組み込んだものを採用した。

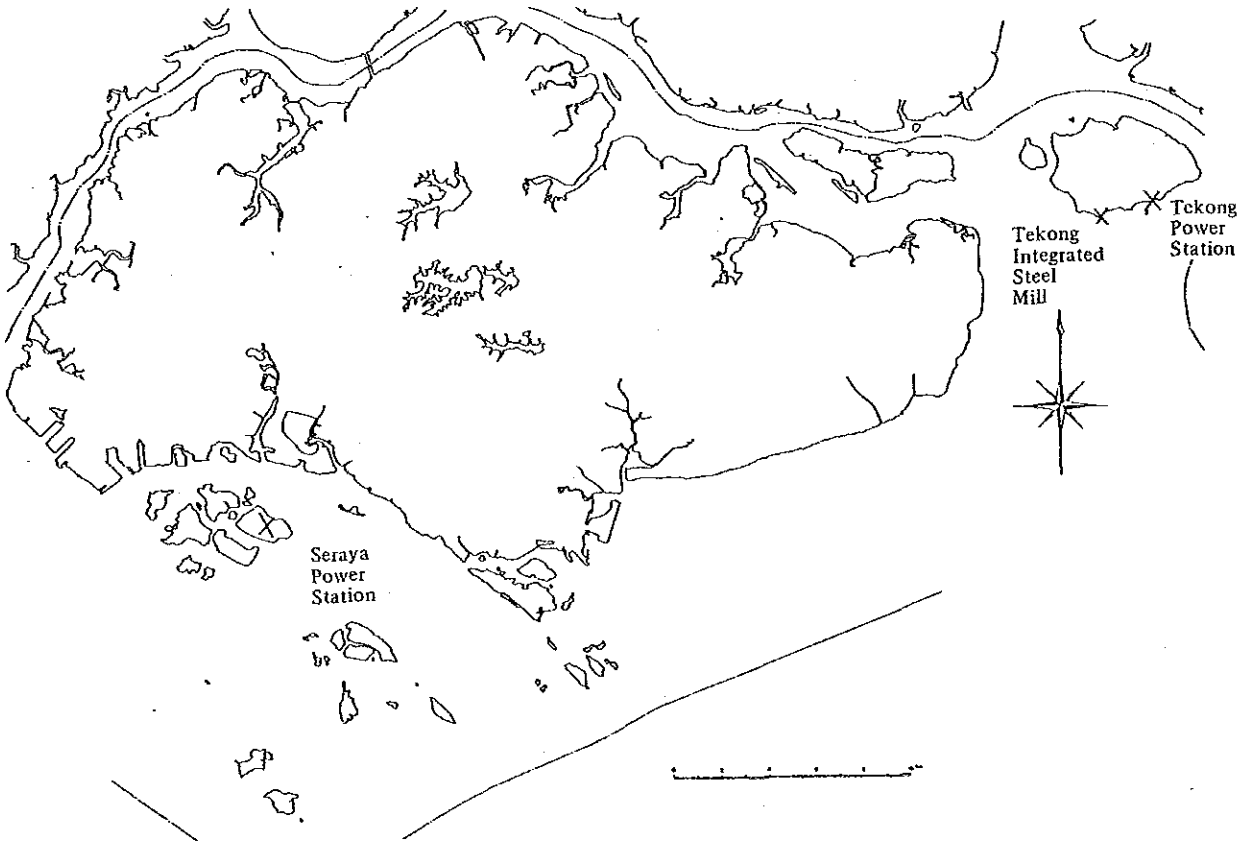
2.1　新設工場の煙源諸元

新設工場として，Seraya Power Station　及びTekong Power Stationの石炭だきボイラー，Tekong Integrated Steel MillのGrate Kiln, Reheating Furnace，Electric Arc Furnace の５煙突を対象とした。これら新設工場の煙源諸元を表Ⅵ－２－１に，新設工場の位置を図Ⅵ－２－１に示す。

煙源諸元のうち，実煙突高，口径，排ガス速度，排ガス温度，通常湿り排ガス量，通常ばいじん排出量は計画値を用いた。また，粒子状物質のシミュレーションでは粒径の大きいものほど落下速度が大きいため，粒径階級ごとに濃度を計算する必要があり，そのため，第Ⅳ編で記述したように，施設種類別にばい煙の粒径分布を設定した。

表Ⅵ－２－１　新設工場の煙源諸元

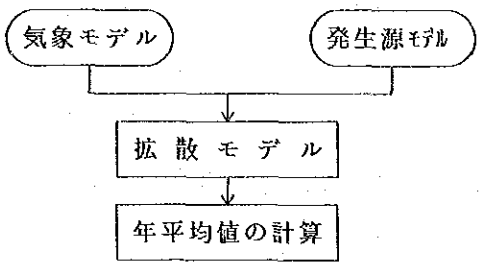
事業所名，施設名		事業所番号	煙突番号	実煙突高 (m)	口径 (m)	排ガス速度 (m/s)	排ガス温度 (℃)	通常湿り排ガス量 (Nm³/H)	通常ばいじん排出量 (kg/H)	粒径割合（%）			
										2 μm 未満	2～10	10～20	20 μm 以上
Seraya Power Station		63	2	183	7.62	25	150	2,650,000	130	34.3	54.6	10.0	1.1
Tekong Power Station		64	1	183	7.36	25	150	2,470,000	120	34.3	54.6	10.0	1.1
Tekong Integrated Steel Mill	Grate Kiln	65	1	170	8.97	30	100	5,000,000	900	48.9	32.1	10.4	8.6
	Reheating Furnace	65	2	70	1.45	30	500	63,000	6	73.7	22.4	3.1	0.8
	Electric Arc Furnace	65	3	120	6.0	25	120	1,800,000	324	43.2	52.5	4.2	0.1



図Ⅵ－２－１　新設工場の位置

2.2　予測モデル

大気汚染の予測手法としては種々のものがあるが，本調査では，SO_2 環境影響調査時と同様に，プルーム・パフ拡散式を基本とした年平均予測モデルを採用した。この予測モデルは，図Ⅵ－2－2に示すように，気象モデル，発生源モデル，拡散モデル及び年平均値の計算より構成されている。予測モデルの構成要素を表Ⅵ－2－2に示す。



図Ⅵ－2－2　予測モデルの構成

表Ⅵ－2－2　予測モデルの構成要素

構成要素	内容項目	説明
気象モデル	気象頻度	風向・風速・大気安定度別の出現頻度
	上層風速計算式	指数法則により計算
発生源モデル	発生源データ	各発生源の位置，高さ，排出量等の情報
	煙上昇高の計算式	Moses & Carson式，Briggs式により計算
拡散モデル	拡散計算式	重力落下を考慮した正規型プルーム式，正規型パフ式により計算
	拡散幅	Pasquill- Gifford 図，Turner 図を基に設定
年平均値の計算	年平均値の計算	気象条件別濃度をその気象頻度で加重平均して年平均値を計算

2.2.1　気象モデル

第Ⅴ編で述べたように，本調査での気象の状況は，風配図，クラスター分析結果，主成分分析結果等をみると，SO_2 環境影響調査時の状況と同じ結果が得られた。そこで本調査では，SO_2 と粒子状物質の拡散条件を同一とするため，SO_2 環境影響調査の気象モデルをそのまま用いることとした。このモデルは，大気の移流・拡散を支配する気象の時間的空間的分布と気象条件のモデル化であり，次章で説明する拡散計算に使用される。

(1)　時間区分

第Ⅴ編第1章1.1.1期・時間帯区分で述べたように，気象の季節変化及び日変化を表Ⅵ－2－3のように期・時間帯に区分した。

表Ⅵ－２－３　期・時間帯区分

期	S系モンスーン（乾季）	N系モンスーン（雨季）
時間帯	4月　～　10月	11月　～　3月
昼	7：00　～　17：59	7：00　～　17：59
夜	18：00　～　6：59	18：00　～　6：59

(2)　気象条件

気象条件を風向，風速及び大気安定度で代表させることとし，次のようにモデル化した。

①　風向　16方位とした。

②　風速

各測定点の風速出現頻度と拡散モデルへの感度を考慮して，次のような風速ランクに分類し代表風速を定めた。

表Ⅵ－２－４　風速ランクと代表風速

風速ランク		代表風速
無風	0　～　0.4　m/s	CALM
有風	0.5　～　0.9　m/s	0.7　m/s
	1.0　～　1.9　m/s	1.5　m/s
	2.0　～　2.9　m/s	2.5　m/s
	3.0　～　3.9　m/s	3.5　m/s
	4.0　～　5.9　m/s	5.0　m/s
	6.0　～　m/s	7.0　m/s

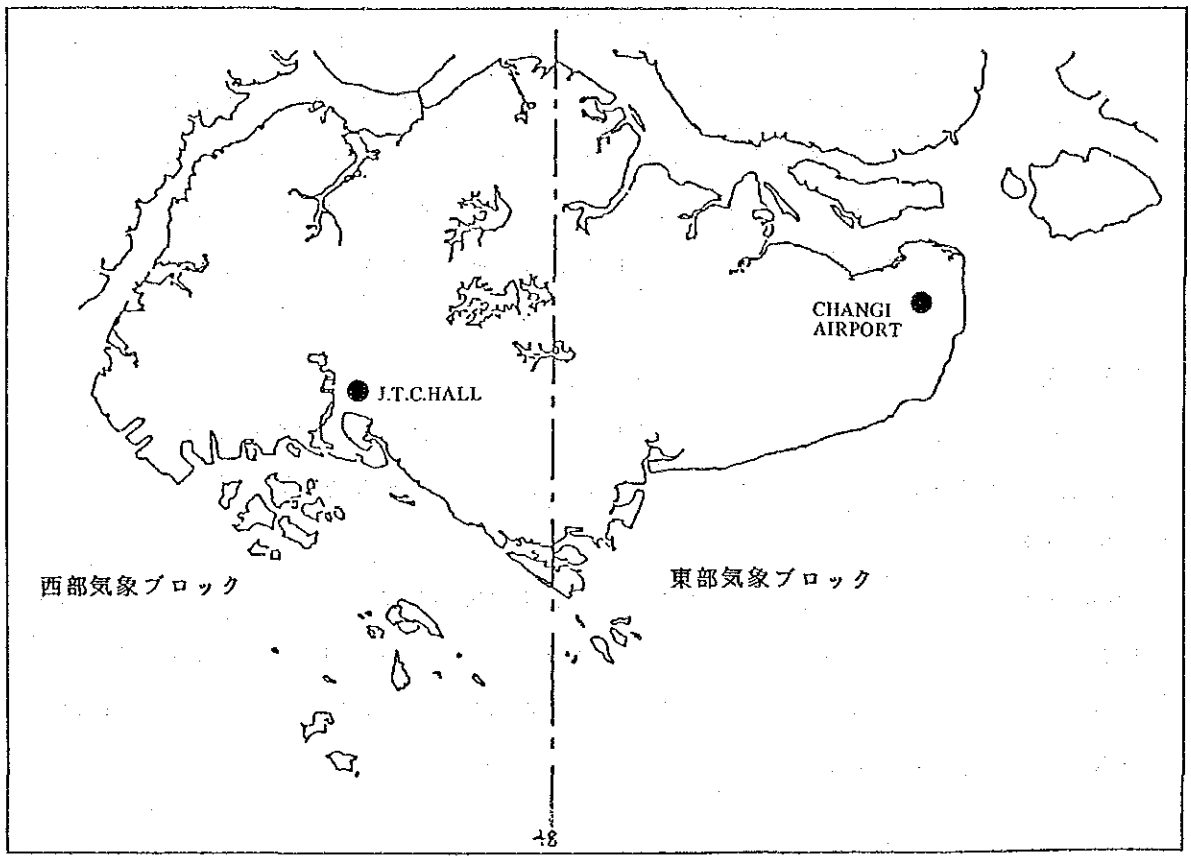
③　大気安定度

大気安定度は大気の安定性を示す指標であり，煙の拡散幅（$\sigma y, \sigma z$）に関連している。本調査では第Ⅴ編第１章1.1.8で述べたように，Pasquillの安定度分類を基に，雲量の代りに放射収支量を用いて分類する通商産業省の安定度分類（表Ⅴ－１－６）により，有風時Ａ～Ｆ，無風時CA～CDのランクに区分して扱った。拡散モデルで使用する拡散幅はこれらの大気安定度に対応させて設定した。

(3)　地域分布（気象ブロック）

SO_2 環境影響調査（1981年７月15日～1982年７月14日）では，風向風速の相関係数を用い

たクラスター分析及び主成分分析の結果に基づいて，シンガポール共和国を東部と西部の2つの気象ブロックに分割しており，その気象ブロック内の発生源はその気象ブロックの代表気象局（東部はCHANGI AIRPORT，西部はJ.T.C. HALL）の気象に支配されて拡散しているものとして扱っている。本調査（1983年12月～1984年11月）においても，クラスター分析及び主成分分析を行った結果，SO_2 環境影響調査と同様の結果が得られたため，両年度で気象の状況はあまり差がないことがわかった（第V編参照）。そこで，本調査では，SO_2 と粒子状物質の拡散条件を同一とするため，SO_2 環境影響調査のCHANGI AIRPORT及びJ.T.C. HALL の風向・風速・大気安定度のデータを用いて粒子状物質の拡散計算を行った。気象ブロックと代表気象測定点を図VI－2－3に示す。



図VI－2－3　気象ブロックと代表気象測定点

(4)　拡散計算に使用する風速

地表付近の風速は，地面粗度と大気流体の粘性抵抗のため，下層ほど風速は小さくなっている。したがって，地表付近の低い所から排出される煙と，上空の高い所から排出される煙ではその移流・拡散の状況は異なったものとなる。そこで，発生源の排出高度に応じた風速を拡散計算に採用する必要がある。本調査で対象とした新設工場の煙突は，すべて実煙突高