

香川県中部地域における浮遊粒子状物質と気象について（第2報）

— 内陸部の調査 —

Suspended Particulate and Weather in the Central Part of Kagawa Prefecture — in Inland —

岩崎 幹男 藤井 裕士 福山 由里 鈴木 恵巳
Mikio IWASAKI Hiroshi FUJII Yuri FUKUYAMA Emi SUZUKI

三好 健治 浮田 和也 中野 智
Kenji MIYOSHI Kazuya UKITA Satoru NAKANO

昨年度に引き続き、今回は臨海部と内陸部のエリアで浮遊粒子状物質（以下SPM）の分布状況と高濃度現象について調査した。その内容及び結果を以下に示す。

1. 内陸部のSPM濃度は臨海部の市街化地域と同程度の値を示し、発生源の少ない地域でも濃度分布はあまり変わらないことが分かった。
2. 発生源の寄与は高濃度時の時間帯から推測すると移動発生源の影響が大きいものと思われた。
3. 本県の高濃度日の特徴について検討した。特にその要因となる気象条件等について解析を試みた。
4. 内陸部の局地気象の特徴についても若干の知見が得られた。

はじめに

全国的にも環境局におけるSPMの環境基準の達成率は約1/2と悪く、本県もほぼ同様な結果がでている。本県の常時監視局は発生源の多い臨海部に集中しており、全地域の汚染状況が十分把握されていない。そこで、昭和61年度から3年計画で調査研究事業を実施している。今年度は2年目に当り、臨海部と内陸部で調査したのでその結果を報告する。

調査方法

1. 調査期間

昭和62年5～12月

2. 調査地点

常時監視局11局、未テレメータ局3局、特別観測局6局の計20局で行った。図1と表1にこれらの地点及び地点名を示す。

3. 調査項目

各地点における調査項目を表1に、観測方法を表2に示す。この他に、気象の資料として気象台の観測データも用いた。

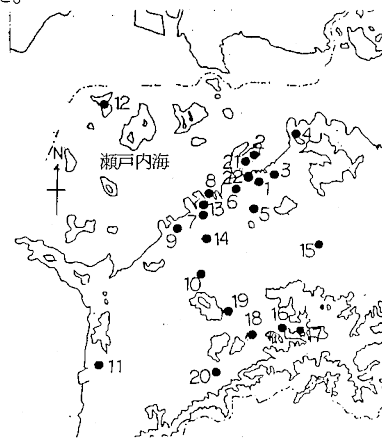


図1 調査地点図

1. SPM (SP) の濃度分布状態

1-1 濃度分布

SPMの8か月間の月平均値の最高値、最低値及び月平均値を図2に、日平均値のクラスター分析の結果を図3に示す。

SPMの地点別の月平均値は(2), (3), (5), (8), (11)が50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後の値を示し、高濃度のグループであり、(1), (4), (6), (7), (10)が濃度の低いグループに分かれる。日平均値の濃度の推移も図3に示すように、概ね、月平均値のグループ分けと一致する。近傍の発生源との関連性については、発生源の少ない臨海部の(11)が高濃度であるこ

結果及び考察

表1 調査地点及び項目一覧

	地点番号	地点名	項目						
			SPM	SP	地上風	上層風	温度	湿度	上空温度
常時監視局	1	坂出	○*	○			○	○	
	2	瀬居	○	○					
	3	林田	○	○					
	4	相模坊	○	○					
	5	川津	○	○					
	6	宇多津	○	○*					
	7	丸亀	○	○*					
	8	競艇	○	○					
	9	多度津	○	○					
	10	善通寺	○	○					
	11	観音	○	○					
未シメ局	12	手島		○	○				
	13	城郡		○	○				
特別観測局	14	郡家		○	○				
	15	滝宮		○	○				
	16	満濃		○*	○		○	○	
	17	琴南		○	○				
	18	仲南		○	○				
	19	琴平		○	○		○		
常時	20	財田		○	○				
	21	四電			○				
	22	坂出保健所			○				○

備考 SPの*は重量法によるF値補正をした値を用いた。
 F値 1=0.98, 6=0.79, 7=0.93, 16=1.31
 臨海部は海岸より5km以内で該当No=12,3,4,5,6,7,8,9,11,13,14
 内陸部の該当No=10,15,16,17,18,19,20 島しょ部の該当No=12

表2 測定方法一覧

項目名	測定機器名	方法
SPM	β線法自動測定機	連続24時間
SP	光散乱法自動測定機	"
地上風	光パルス式風車型自動測定機	"
上層風	パイロットバルーン	層間2時間間隔で連続
温度,湿度	電気式温度計,毛髪式湿度計	連続24時間
上空温度	低層ラジオゾンデ	午前,午後各1回

とや、発生源のほとんど見られない内陸部の(16)が臨海部の市街に位置する地点とほぼ同じ値を示していることから、必ずしも明確には裏付けできなかった。

1-2 濃度変動

各地点ごとの日平均値の相関を表3に示す。

地域別の濃度変動は次の事が考えられる。

同一地域内での相関は0.8前後と良好であるが、臨海部と内陸部の地点の相関は0.7前後となり、地域性が見られた。また、島しょ部は1地点しか観測していないが、内陸部より臨海部との相関が良かった。

特異な地点としては(20)と(11)が上げられる。(20)はほとんどの地点と相関が悪く、0.8以上の相関を示した地点は(11)のみであった。また、(11)も本県では高濃度を示す地点であるが、同一地域内の地点よりも内陸部との相関がよく、汚染源の違いが示唆される。

同一地域内では次の事が考えられる。

臨海部：市街地に位置する(1), (6), (7)は相関が高く、

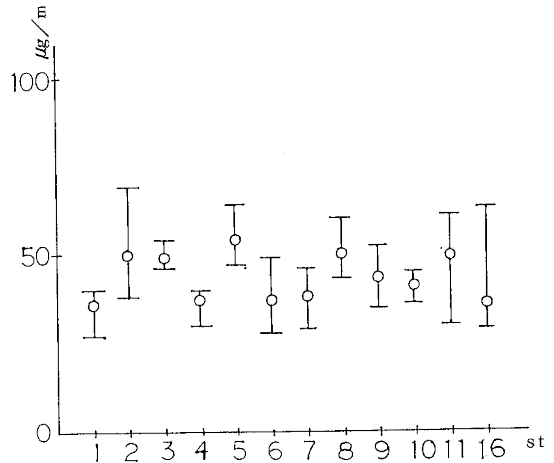


図2 SPMの月平均値の最高,最低,平均値

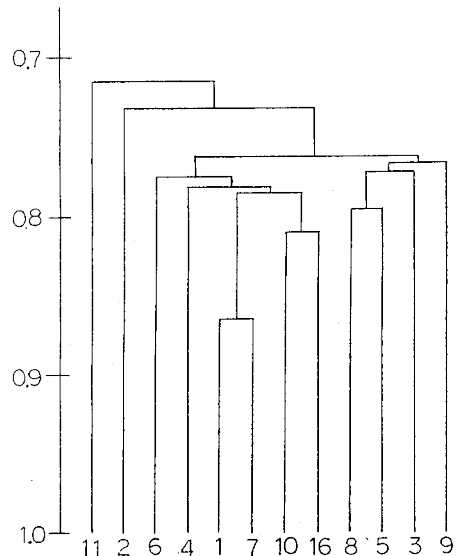


図3 SPM日平均値のクラスター分析

また、海辺に位置し、発生源が同一と考えられる(2), (4), (8)も相関がよく、周辺環境が類似している地点が比較的濃度変動も同じパターンを示す傾向が見られた。

内陸部：(10)及び(16)を除く全ての局と相関は良好であり、この地域の代表地点と思われる。全体的には距離が近い地点同士が相関がよく、地域性が多少見られた。

2. 気象状況

2-1 地上風

5~12月までの各測測地点の地上風の風配図を図4に示す。

中讃地域の臨海部の地上風は地形的に主風向がNNWとSSEになり、(2), (3), (6), (7), (8)及び(9)はその傾向

表3 SPM及びSPの日平均値の相関

地点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(1)	1.000																			
(2)	.708	1.000																		
(3)	.804	.810	1.000																	
(4)	.792	.903	.859	1.000																
(5)	.778	.876	.883	.901	1.000															
(6)	.810	.679	.769	.732	.774	1.000														
(7)	.893	.750	.836	.806	.831	.795	1.000													
(8)	.852	.873	.887	.889	.921	.795	.909	1.000												
(9)	.822	.748	.836	.791	.845	.784	.862	.909	1.000											
(10)	.676	.730	.743	.747	.827	.676	.802	.779	.715	1.000										
(11)	.767	.701	.765	.759	.814	.721	.789	.823	.792	.783	1.000									
(12)	.885	.700	.784	.801	.756	.739	.893	.837	.836	.636	.726	1.000								
(13)	.892	.696	.813	.762	.782	.767	.972	.894	.859	.704	.748	.897	1.000							
(14)	.706	.599	.715	.656	.718	.660	.876	.739	.673	.855	.689	.727	.828	1.000						
(15)	.627	.673	.761	.721	.738	.679	.821	.745	.658	.843	.690	.717	.774	.873	1.000					
(16)	.761	.707	.766	.751	.788	.725	.867	.778	.713	.887	.765	.769	.810	.840	.859	1.000				
(17)	.684	.669	.718	.680	.739	.705	.828	.719	.649	.900	.726	.690	.745	.864	.860	.929	1.000			
(18)	.691	.668	.718	.700	.738	.701	.788	.698	.660	.769	.653	.727	.747	.750	.757	.892	.808	1.000		
(19)	.813	.736	.766	.761	.813	.705	.846	.799	.731	.837	.811	.789	.787	.785	.795	.897	.853	.847	1.000	
(20)	.482	.480	.513	.468	.506	.516	.609	.477	.406	.677	.579	.495	.514	.673	.746	.750	.858	.644	.709	1.000

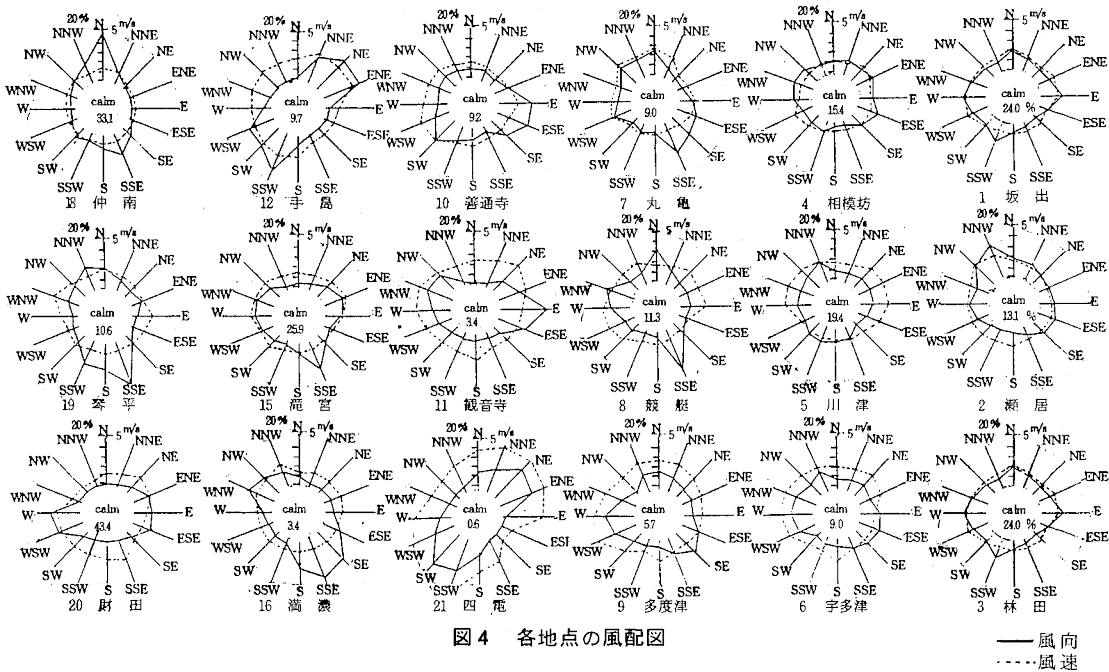


図4 各地点の風配図

— 風向
- - - 風速

が見られる。平均風速もNW系が2 m/s, SE系が1 m/s前後で海陸風の影響をよく受けているものと考えられる。(6)及び(9)はW系の影響が大きい地点である。臨海部でも(1), (4)及び(5)は特に主風向はなく, (4)は半島の急斜面に位置しているため, 地形の影響を受け平均風速も弱い。(5)は臨海部でもかなり内陸に位置しているため, 海陸風の影響が他の地点と比較すると少ないものと思われる。(1)は海陸風が西側の燦灘から発生するため, 主風向はWとE系の風になり, 平均風速も強い。

上空200 mの主風向は(2)に示すように, 主風向はNEとSW系で平均風速も5 m/sであった。

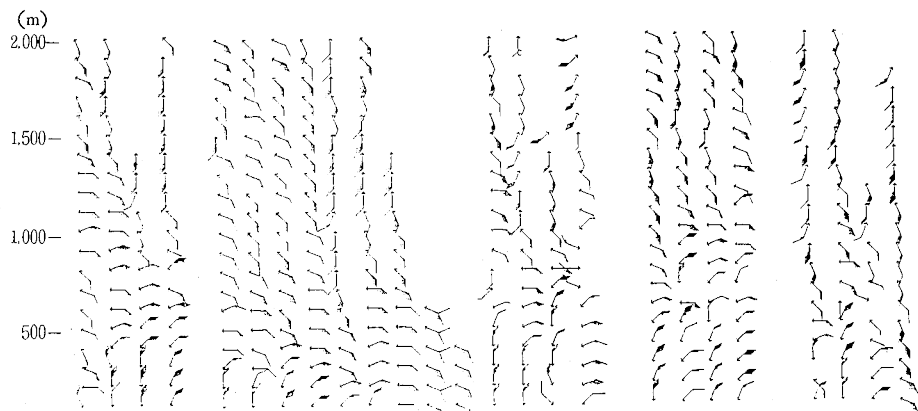
内陸部は地形が複雑で風配図もかなり異なってくる。

過去の結果²⁾からも(1)周辺は風場が収束域を形成しやすく, 風速の弱まる地域であり, 臨海部と比較するとカームの比率が高くなっている。また風向も地形の影響を受け特異性が見られた。

2-2 上層風

6月の臨海部と内陸部の上層風を図5に示す。

17日から19日と次第に一般風が強くなってきているが, 地上への影響は17日が1,000 m, 18日が600 m, 19日が400 mと, 両地点ともほとんど同じであり, 地理的条件による一般風の下層に与える影響の違いはほとんど見られなかった。



時 9 11 13 14 9 11 13 15 9 11 13 15 9 11 13 15 9 11 13 15
 月日 S 62. 6. 17 S 62. 6. 18 S 62. 6. 19 S 62. 6. 17 S 62. 6. 18 S 62. 6. 19
 22 坂出保健所 19 琴平保健所

図5 坂出と琴平の上層風のプロファイル

3. SPM高濃度日の特徴

SPMが環境基準を超えた日を表4に示す。

8か月間で環境基準を1局超えた日数が50日、2局以上超えた日数が23日である。今回の解析の対照は後者の2局以上超えた日とした。

3-1 SPM高濃度出現時間の特徴（SPも含む）

5～12月の日最高値の観測時間の頻度数をクラスター分析し図6に、頻度数の一覧を表5に示す。

高濃度の出現時刻の頻度数をクラスター分析すると臨海部と内陸部のグループに分れ、地域の特徴がよくでている。②は高しよ部で全く別の出現形態であることが分る。即ち、臨海部は最高濃度の出現時間帯が8～10時と19～21時に2回ピークが有り、内陸部は19～21時に偏っている。

このことは移動発生源からの影響がかなり大きいものと考えられる。

3-2 SPM高濃度日の気象要素

SPM高濃度日の気象要素を表6に示す。

気圧配置：気圧配置は図7の天気図型分類の12種に適合させると、23日の内で約50%がH₄とH₅型であり、昨年同様³⁾移動性高気圧の後面に当る日が高濃度になっている。

湿度：湿度との関係は70～80%で高濃度になる場合が多く、高濃度日の約30%が降水を感知している。湿度と全観測地点のSPM及びSPの平均値の変動を図8に示す。この結果によると、湿度の上昇日に濃度も上昇しているケースが多い⁴⁾

接地逆転層：②の195m高さ50m高さの温度差で逆転層を求めた。接地逆転層が6時間以上形成されたのは

表4 SPMが環境基準を超えた日

月	1局超えた日(日数50日)	2局以上超えた日(日数23日)
5	12, 16, 28, 31	21, 29, 30
6	1, 3, 10	6, 7, 29, 30
7	3, 8, 9, 10, 11, 16, 17, 27, 29	2, 22, 24
8	2, 3, 7, 9, 13, 16, 17, 18, 20, 23, 27	21, 28, 29
9	5, 7, 9, 10, 14, 15, 19, 20	
10	2, 10, 28	5, 29, 30
11	13, 21, 23	11, 12
12	10, 11, 14, 20, 22, 24, 25, 27, 28	5, 15, 26, 29, 30

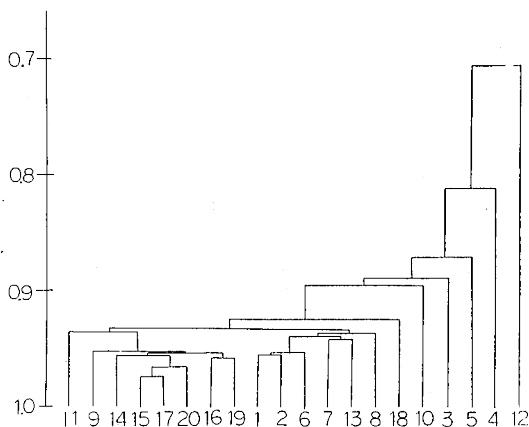


図6 日最高値の観測時間の頻度のクラスター分析

表5 SPM及びSPの日最高値観測時間の頻度表

時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1)	23	21	8	6	10	22	26	18	14	5	16	8	20	16	9	11	9	4	7	8
2)	6	9	3	4	2	5	3	5	6	2	5	5	7	6	7	3	3	1	2	2
3)	5	8	1	4	2	3	7	2	1	2	3	5	5	1	2	1	2	0	4	2
4)	0	4	3	5	1	2	3	5	4	1	7	2	2	3	0	3	0	0	3	0
5)	2	3	2	6	0	2	0	2	2	1	1	2	1	2	0	2	1	2	2	2
6)	2	6	2	4	0	3	2	4	6	4	2	2	1	3	1	1	2	1	4	2
7)	6	15	37	5	4	11	3	5	3	1	3	7	5	3	2	5	5	4	2	11
8)	12	15	18	9	18	16	3	20	3	1	16	16	7	4	9	14	6	2	4	7
9)	13	16	19	12	18	13	12	18	11	6	12	23	8	10	8	4	10	7	5	11
10)	21	15	10	16	27	13	12	14	15	18	7	19	11	11	11	10	3	4	6	10
11)	6	6	6	36	10	5	13	10	15	15	4	15	7	8	5	3	10	7	2	7
12)	7	10	4	22	7	4	5	8	12	6	1	16	7	2	9	2	8	4	2	10
13)	3	6	2	4	8	3	5	4	5	9	3	3	5	5	1	8	4	8	6	4
14)	5	6	1	10	0	4	2	7	4	4	3	11	3	8	0	1	4	3	7	4
15)	7	2	1	6	2	4	5	3	2	1	3	6	2	0	2	3	2	8	7	3
16)	1	2	1	6	3	5	4	5	7	7	4	4	3	5	0	3	1	5	4	3
17)	6	3	4	8	4	6	4	1	3	2	4	3	2	5	3	8	3	10	8	4
18)	8	8	19	7	6	10	11	4	10	19	5	5	7	16	12	17	16	30	12	21
19)	18	10	31	10	21	14	18	16	25	39	25	7	18	29	34	39	29	22	34	31
20)	14	16	31	9	32	18	32	21	39	67	34	6	26	40	47	32	45	30	32	35
21)	23	14	19	16	19	11	18	35	18	35	6	18	30	26	23	23	4	15	18	
22)	17	17	11	10	12	31	24	15	10	8	24	6	24	13	11	9	10	3	11	3
23)	15	12	8	17	30	17	15	7	7	6	15	8	20	11	1	8	3	2	6	7
24)	23	21	4	13	9	23	18	16	16	2	13	60	36	13	2	8	6	5	15	10

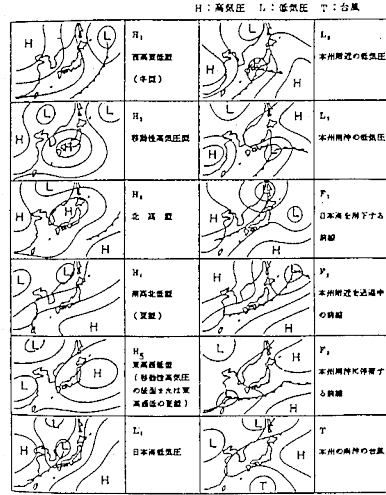


図7 12種天気図型分類

表6 SPM高濃度日の気象要素

月	日	環境基準を超えた回数	日平均気温 ℃	日相対湿度 %	日平均雲量 (2回)	日平均風速 m/s	全日日射量 MJ/m ²	降水量 mm	天気 図型	接地逆転層の時間数	日平均逆転層高度 m	最大混合層高度 m	天気概況 (8~19 hr)
5	21	2	20.8	70	75	4.1	10.3	—	H ₅	15	2.1	1,400	①
5	29	10	18.3	63	85	5.0	19.2	—	H ₅	1	3.7	1,500	①→◎
5	30	6	18.5	76	100	3.1	9.1	0.0	L ₃	2	3.1	1,400	◎/●
6	6	3	25.6	61	0.0	1.5	24.2	—	H ₄	14	3.2	1,500	①
6	7	4	24.6	68	2.0	1.8	24.1	—	H ₅	12	3.2	—	①
6	29	5	23.1	79	100	0.9	6.8	—	L ₃	2	2.2	1,100	①→◎
6	30	4	23.5	75	7.5	1.4	18.6	0.0	F ₃	2	2.2	1,100	①→◎
7	2	6	23.4	83	100	1.5	10.2	17.5	F ₃	1	2.2	1,000	◎
7	22	2	28.0	76	4.0	1.4	21.6	—	H ₄	6	2.2	1,300	①
7	24	2	28.7	71	4.5	1.5	19.1	—	H ₄	4	3.3	2,000	①/◎
8	21	2	28.7	62	8.5	2.2	19.9	—	H ₄	—	5.7	1,300	①
8	28	4	28.1	72	4.5	1.5	19.2	—	H ₄	6	2.7	1,300	①
8	29	5	28.5	74	0.0	1.5	19.9	—	H ₄	9	1.9	1,300	①
10	5	5	20.2	71	100	1.4	13.0	0.0	H ₅	9	2.3	800	①→◎
10	29	6	17.2	78	4.0	1.4	11.5	—	H ₅	10	2.4	900	①
10	30	8	19.4	85	9.0	1.1	9.5	0.0	F ₁	7	2.0	700	◎/①
11	11	4	14.6	75	0.0	1.6	11.4	—	H ₂	7	2.4	900	①
11	12	11	14.5	85	100	1.1	3.7	2.0	H ₅	7	2.6	750	◎
12	5	2	5.4	68	100	1.2	4.2	0.0	H ₁	—	1.8	1,200	◎
12	15	2	8.3	68	9.0	1.9	7.2	—	L ₁	8	3.6	1,400	◎/①
12	26	3	13.7	73	0.5	1.5	8.5	—	H ₂	9	6.5	600	①
12	29	9	11.5	72	0.0	1.0	8.1	—	F ₁	16	1.8	—	①
12	30	2	10.1	66	6.5	3.7	7.1	2.5	F ₂	7	7.3	—	◎/●

備考: ①=晴, ◎=曇, ●=雨, / = 1時, →=のち, // = 時々
天気図型は図7に示す。

8か月の延日数で65日あり、その内高濃度日が15日あった。従って、6時間以上形成されるような大気の安定した日はSPM高濃度日の指標の一つになるものと思われる。混合層高度も1,000m以下と比較的対応していた。

地上風：高濃度日の地上風の風配図を図9に示す。図4と比較すると、ほとんどの観測地点で主風向が鮮明になっていることから、汚染質の輸送過程もある程度は予測できるものと思われる。風速もやや減少の傾向がある。

上空200mの風：通常、主風向が吹いている時の風速は5m/sであるが、高濃度日はその1/2の2~3m/sとかなり弱まるのが特徴である。

上層風：環境基準を超えた地点数が1地点の日の上層風を図10に示す。9月7日の上層風の鉛直分布は両地点とも三層構造になり、下層部は海風の侵入が認められる。翌日はSE系の一般風が地表面まで影響を及ぼし、終日続いた。12月10~11日の場合も一般風の風向は反対であるが全く同じケースである。SPMも他の汚染物質と同様、上層風の鉛直構造の把握も重要な指標になるものと思われる。

まとめ

1. SPM濃度分布は内陸部も臨海部の市街地の地点と同程度の値を示し、かなり広域に汚染されているものと思われた。
2. SPMの汚染源は最高濃度出現時刻から推測すると移動発生源の影響が大きいものと考えられる。
3. SPMの濃度変動は臨海部と内陸部に違いが見られ、汚染機構に多少の違いがあるものと考えられる。

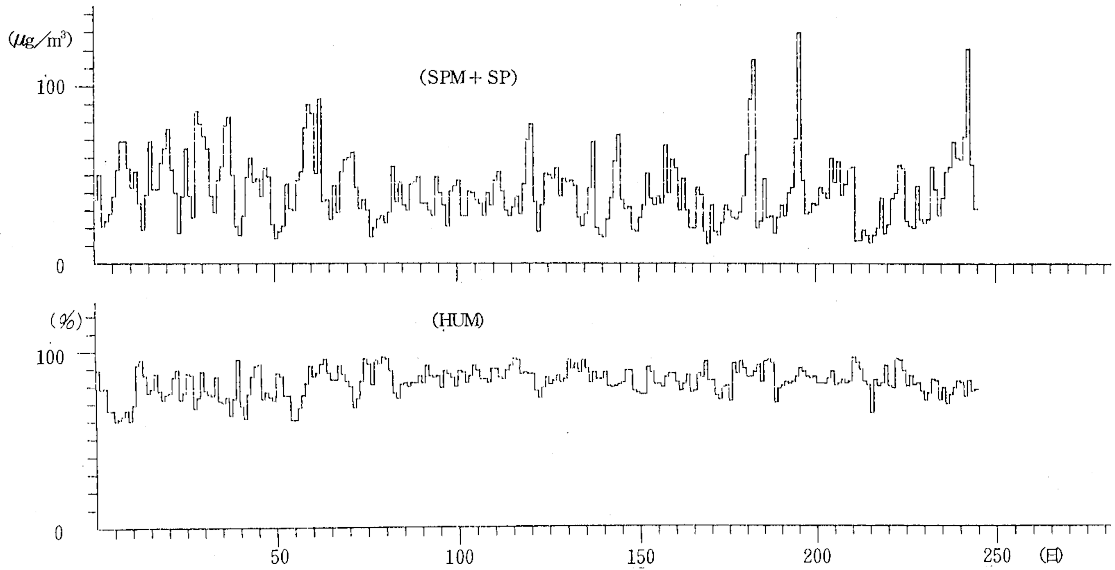


図8 SPM及びSPと湿度の変動図

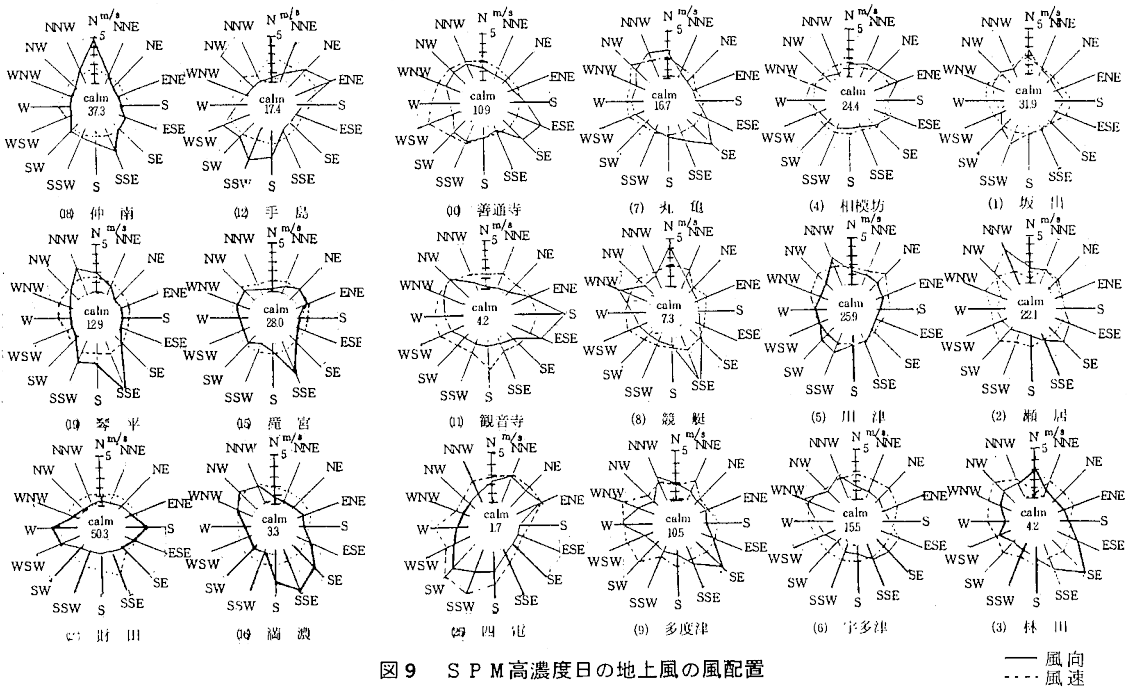


図9 SPM高濃度日の地上風の風配置

4. 内陸部の代表的地点は濃度やその変動，高濃度出現時刻から推測すると，(10)または(11)が適切であると考えられる。
5. 地上風の風配図から推察すると海風が支配するのは5 km付近で，内陸部は地形の影響を受け，風速も弱まり，(10)付近は海陸風と山谷風の複合場であるものと思われる。
6. SPM高濃度日の特徴は気象要素が重要であり，気圧配置，湿度，接地逆転層形成の時間数，地上風，上層

風等との関連性について一知見が得られた。

終りに，この調査研究を実施するに当り，全面的にご協力を頂いた，丸亀市公害交通課，琴南町役場，仲南町役場，財田町役場 県農業試験場満濃分場，琴平保健所の方々には心から感謝致します。

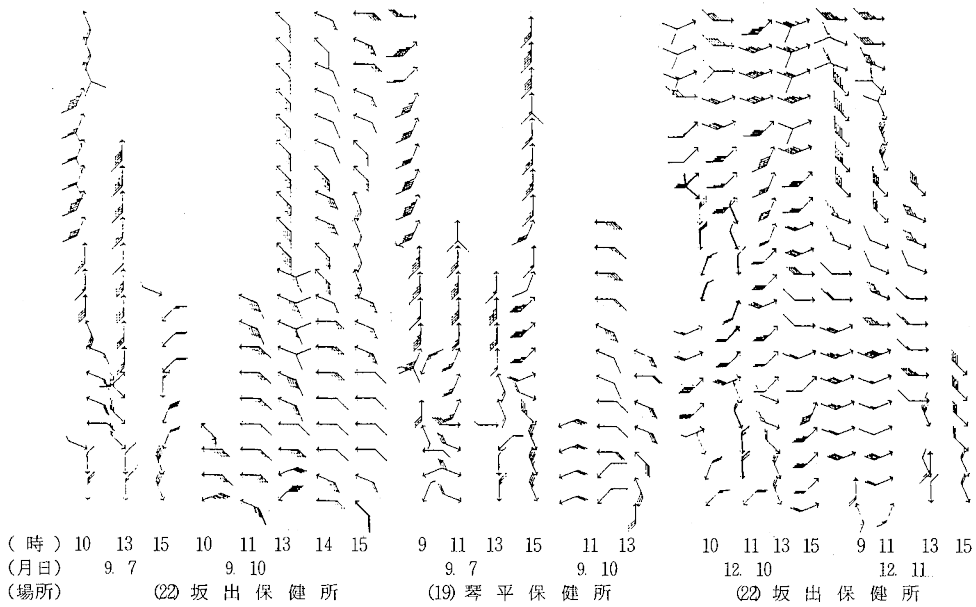


図10 高濃度日の上層風のプロファイル

文 献

- 1) 昭和61年度一般環境大気測定局測定結果報告書, 76
環境庁
- 2) 岩崎幹男, 中野智, 山本務, 他: 香川県公害研究センター
所報, 7, 103 (1982)
- 3) 藤井裕士, 福山由里, 岩崎幹男, 他: 香川県公害研究セン
ター所報, 11, 59 (1986)
- 4) 水野建樹, 北林興二: 公害19, 6, 65 (1984)