

観音寺局における浮遊粒子状物質高濃度現象の解析

Analyses of Expensive Concentration Phenomena of Suspended Particulate Matter at Kanonji Municipal Office

日野 康良

西原 幸一

Yasuyoshi HINO

Kouichi NISHIHARA

はじめに

香川県下では、現在21測定局において、浮遊粒子状物質の常時監視を実施している。このうち観音寺局（観音寺市役所）は環境基準の長期的評価で基準を超えた日数が多く、昭和61年以降の16年間¹⁾のうち長期的評価で環境基準を満たした年は2年しかない。また、10日以上越えた日が8年ある。そして、平成5年以降は、超過日数が県下の測定局で最も多い年が続いており、2日以上連続して環境基準を超過した日も他局に比べ非常に多い。特に、平成12年度は、2%除外値で全国ワースト8位、年平均値でワースト10位となっている。特定の発生源の影響が考えにくい観音寺地域での高濃度現象の解明は長年の課題であり、様々な検討がされたが^{2)~9)}、はっきりとした原因は特定されていない。今回、局地気象との関連に注目し、他地域との差を詳細に検討した結果、地理的条件に起因すると考えられる観音寺特有の海陸風の消長があることがわかった。それが、汚染物質を長時間滞留させ、高濃度を発生させる要因と考えられたので、その解析結果について報告する。

調査方法

1 調査期間

1985～2001（昭和60～平成13）年度

2 解析項目

(1) 浮遊粒子状物質（SPM）...全測定局

(2) 風向・風速

観音寺局及び比較対象局

(3) SO₂・NO・NO₂

観音寺局及び比較対象局

(4) 日平均値

SPM環境基準超過日数

(5) 1時間値

日変化図，時系列昇降図，風配図，海陸風の侵入形態

3 解析方法

(1) 解析対象日と解析対象局の抽出

観音寺局のSPM日平均値が環境基準0.1mg/m³を超える日を抽出し、その中から連続超過日を基に解析対象日を選定する。次に、その選んだ日と同一日の、他局の日平均値を抽出し、環境基準超過日数を基に解析対象局を選定する。

(2) 日変化の比較検討

解析対象日について、SPMの日変化図を作成し、日変化のパターンの相違を検討する。

(3) 風配図による測定局間の比較検討

観音寺局の時系列昇降図から、その日の濃度上昇時間帯と濃度下降時間帯の風向・風速を抽出する。対象局についても、観音寺局と同一時間帯の風向・風速を抽出する。上昇・下降時間帯の風配図を作成し測定局間の相違を比較する。

(4) 海陸風の消長とSPM濃度

海陸風の侵入時刻・継続時間とSPM濃度との関係を測定局毎に検討し相違を明らかにする。

(5) 1時間値の急上昇現象と気象

観音寺局で急激に1時間値が上昇する現象と気象との関連を検討する。

(6) 他の汚染物質との関連

SPMの特異的高濃度と他の汚染物質との関連を検討する。

結果及び考察

1 解析対象日及び解析対象局

環境基準超過状況を表1に示す。観音寺局における環境基準超過日数への寄与率は、1日単独超過日が最も多く42.4%、次いで2日連続超過日の35.8%であった。4日連続超過日と3日連続超過日は寄与率も低く、黄砂の影響を受けた日が多いため解析対象日から除外した。従って、解析対象日は観音寺局の2日連続超過日(54日)と1日単独超過日(64日)とした。

2日連続超過日は、全ての日が長期的評価の日数に数えられる。従って、対象局の選定は各市町で1局としたが、2日連続超過日が多い局を優先した。また、超過日数の極少ない善通寺市役所と直島町役場は除外した。その結果、観音寺市役所を基準局とし高松市役所、川津、丸亀競艇場、宇多津町役場、多度津町役場の6局を解析対象局とした。なお、観音寺局の2日連続超過日は54日あるが、その内26日は観音寺局1局のみの超過で、県内に他に超過した局は無く局地汚染が強いことを示している。

表1 環境基準超過状況

(環境基準超過日数)

(観音寺局における長期的評価への寄与率)

4日連続超過日 出現日数		3日連続超過日 出現日数		2日連続超過日 出現日数		1日単独超過日 出現日数	
日数	測定局	日数	測定局	日数	測定局	日数	測定局
12	観音寺市役所	21	観音寺市役所	54	観音寺市役所	103	観音寺市役所
4	坂出市役所	12	川津	14	川津	44	瀬居島
4	瀬居	6	勝賀中学校	12	高松市役所	39	坂出市役所
4	林田出張所	3	瀬居	10	宇多津町役場	39	多度津町役場
4	相模坊	3	宇多津町役場	10	多度津町役場	37	丸亀競艇場
4	川津	3	多度津町役場	10	高松競輪場	33	川津
4	岩黒	3	善通寺市役所	10	高松南消防所	30	城坤小学校
4	宇多津町役場			8	坂出市役所	30	宇多津町役場
4	丸亀市役所			8	丸亀競艇場	28	高松市役所
4	丸亀競艇場			8	城坤小学校	25	林田出張所
4	城坤小学校			8	丸亀市役所	24	善通寺市役所
4	多度津町役場			8	栗林公園	23	勝賀中学校
4	善通寺市役所			6	瀬居	21	高松東消防署
4	高松市役所			6	勝賀中学校	20	高松競輪場
4	高松東消防署			6	高松東消防署	19	高松南消防署
4	直島町役場			6	鶴尾公民館	17	丸亀市役所
				4	林田出張所	17	相模坊神社
				2	善通寺市役所	14	鶴尾公民館
				2	岩黒	13	栗林公園前
				2	直島町役場	13	直島町役場
						7	岩黒島

	日数	寄与率 (%)
長期評価による 超過日数	151	
4日連続超過日	12	7.9
3日連続超過日	21	13.9
2日連続超過日	54	35.8
1日単独超過日	64	42.4

2 日変化の比較

解析対象日について、6局全てのSPM日変化図を作成し、各局の日変化のパターンを比較した。自動車排ガス測定局である高松市役所は、他局に比べ日変化が少なく、図1に示すよう異常に低濃度となる時間帯がよくみられた。また、川津局は比較的内陸にあり、特異な日変化をする日が時折見られた。日変化のパターンが観音寺市役所と比較的似ていたのは、宇多津町役場、多度津町役場、丸亀競艇場の沿岸部3局であった。

3 風配図

観音寺市役所の風速計は4階屋上に設置されている。風向・風速は高度の影響を受け易いため、今回、風速計の設置位置が観音寺市役所とほぼ同じ高さにある宇多津町役場と多度津町役場について、更に詳しく検討した。日変化の似ているこの3局について、微妙な違いを探り観音寺局の特異性を見つけるため、風向・風速とSPM濃度を同時に描いた時系列昇降図を作成し、観音寺局のみが単独で上昇した日と他の局も同様に上昇した日に分類した。この両者について、濃度上昇時と濃度下降時の風配図を作成した。

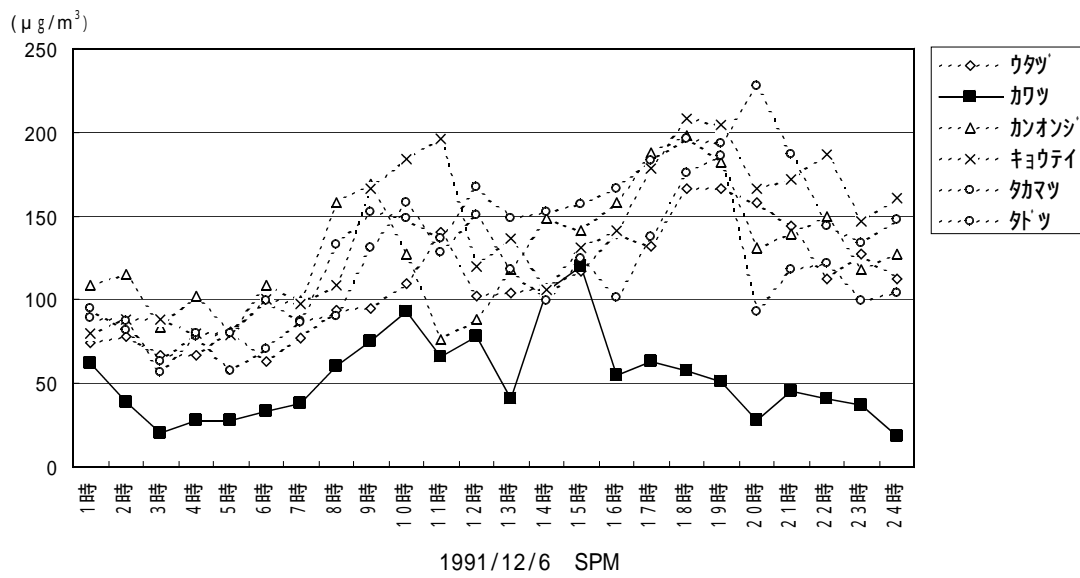
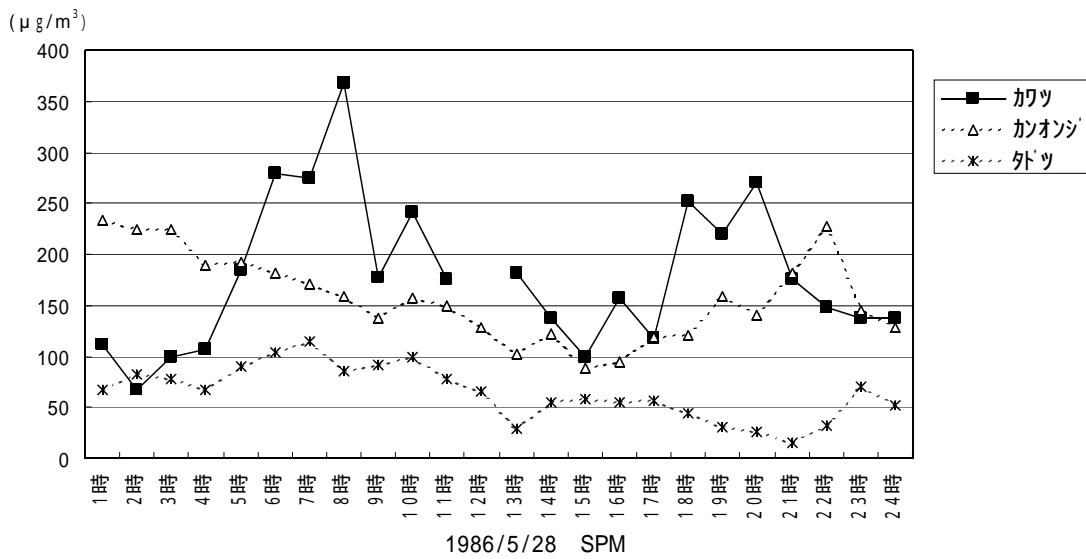
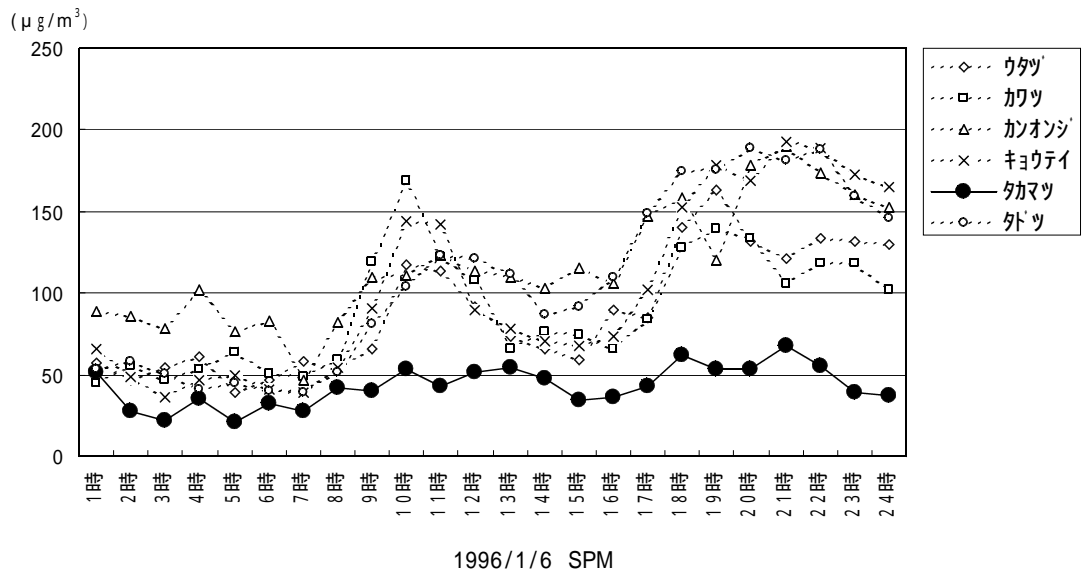


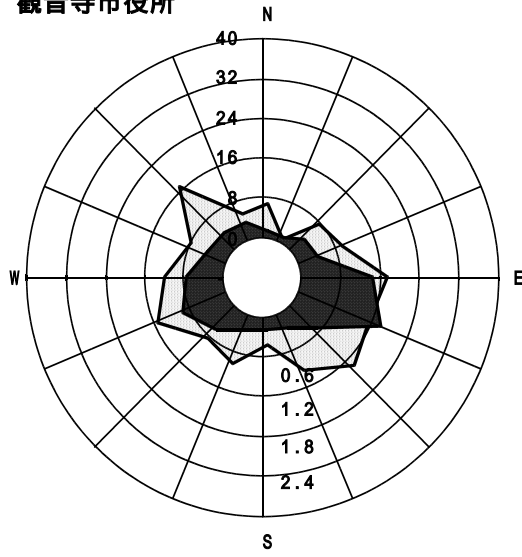
図1 SPM日変化の特異性

2日連続環境基準超過日(濃度上昇時間帯)

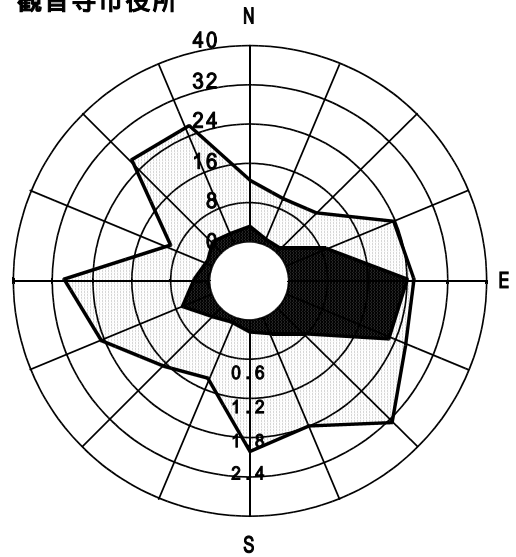
観音寺単独上昇日

3局同時上昇日

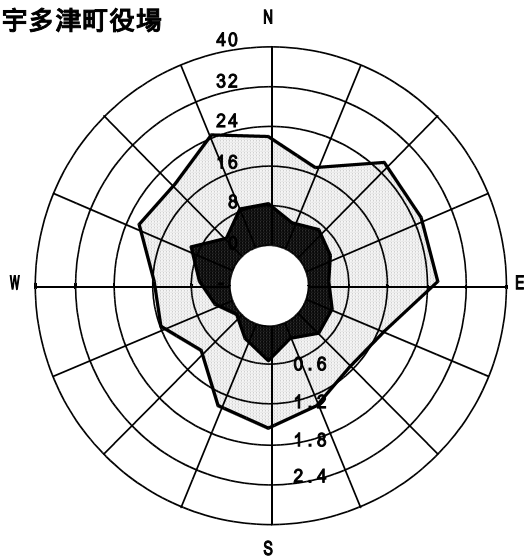
観音寺市役所



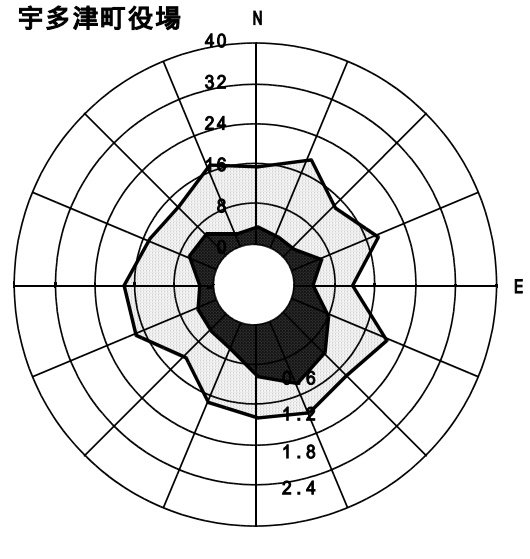
観音寺市役所



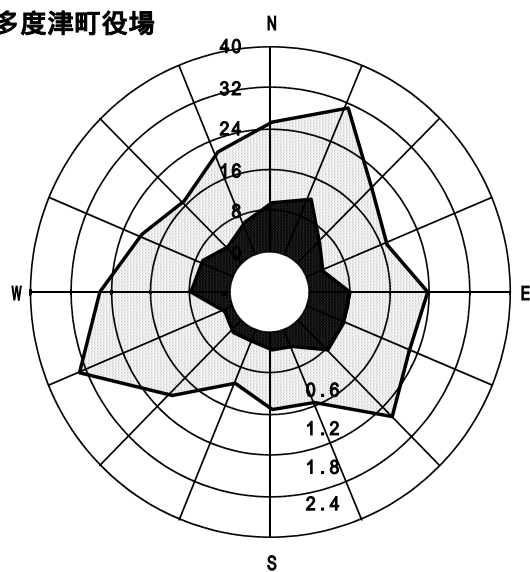
宇多津町役場



宇多津町役場



多度津町役場



多度津町役場

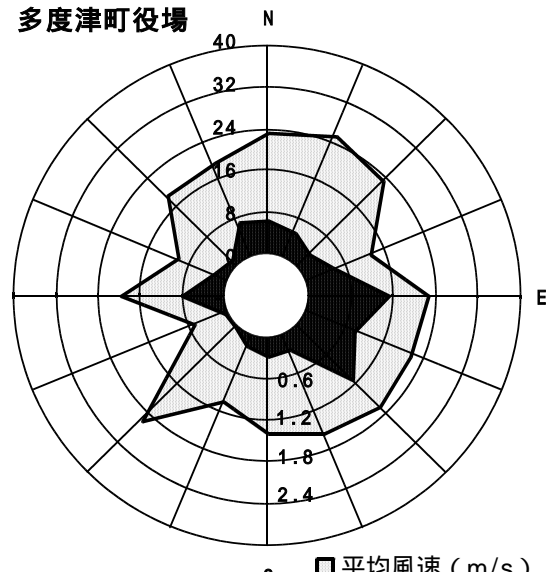


図2 濃度上昇時間帯風配図

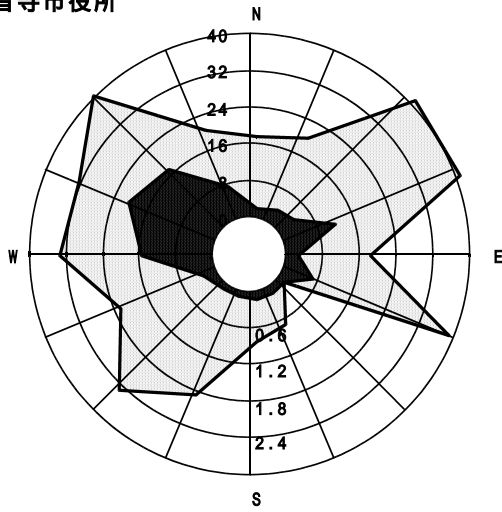
□ 平均風速 (m/s)
■ 風向件数 (%)

2日連続環境基準超過日(濃度下降時間帯)

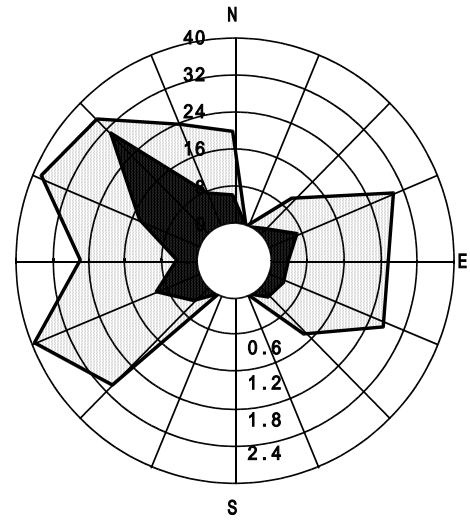
観音寺単独上昇日

3局同時上昇日

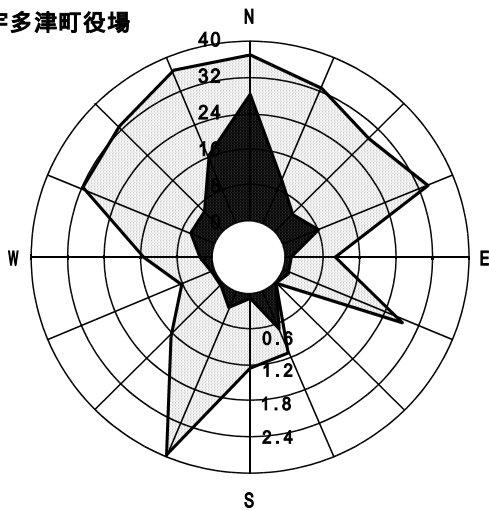
観音寺市役所



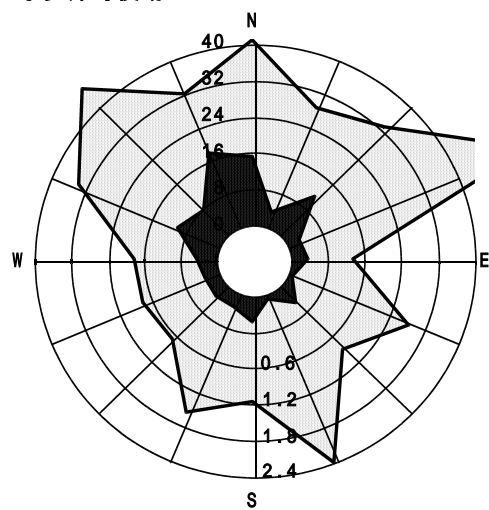
観音寺市役所



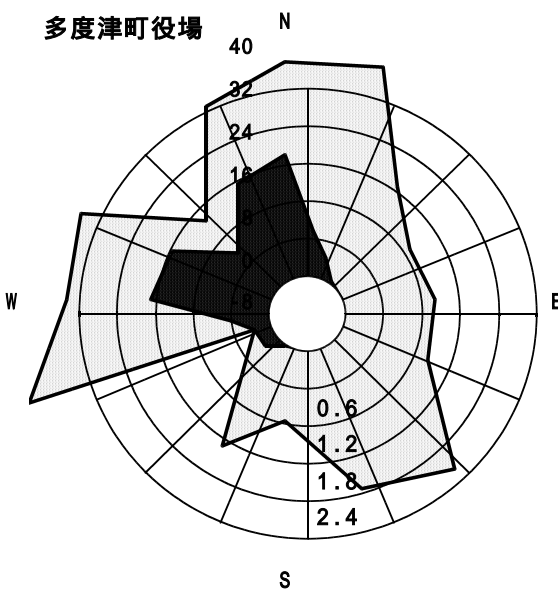
宇多津町役場



宇多津町役場



多度津町役場



多度津町役場

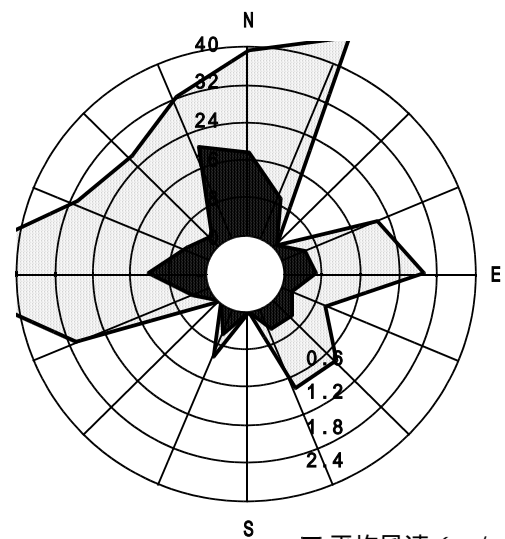


図3 濃度下降時間帯風配図

□ 平均風速 (m/s)
■ 風向件数 (%)

2日連続基準超過日における濃度上昇時間帯の風配図を図2に示す。このときの風向を比較すると、観音寺局の特異性が陸風の占める割合に現れた。すなわち、観音寺単独上昇日では、陸風の占める割合は宇多津町45%、多度津町45%に対し観音寺局は72%で圧倒的に多かった。汚染物質を含んだ陸風に、より多く曝されていたことになる。また、風速も弱く観音寺局0.6m/sに比べ多度津局1.5m/s、宇多津局1.6m/sであった。しかし、3局同時上昇日では、多度津局、宇多津局でも陸風の割合が大幅に増加し、それぞれ62%、65%となり観音寺局に近づいた。次いで、濃度下降時間帯の風配図を図3に示す。いずれの局も殆ど海風が占め、単独性、広域性の差異は認められなかった。次に、1日単独基準超過日の結果は、風向は2日連続基準超過日とほぼ同様であったが、観音寺局の風速がより強く吹いていた。

尚、基準超過日の気圧配置は様々な型が現れたが、観音寺局単独上昇日と3局同時上昇日では特徴的な差が見られた。2日連続基準超過日で単独上昇日の上位66%を占めた本州南沖に停滞する前線、北高型、夏型の3つの型が、3局同時上昇日では1回ずつしか現れなかった。また、1日単独超過日には、2日連続基準超過日には殆ど無かった移動性高気圧及びその後方が数多く出現した。

4 海陸風の侵入形態

2日連続基準超過日の陸風の侵入形態を図4に、海風の侵入形態を図5に示す。また、海風の継続時間を図6に示す。海陸風の消長を詳しく見ることで、観音寺局と他の2局との相違が更に明瞭に現れてきた。観音寺単独上昇日の陸風の侵入開始時刻は、3局とも似ていて13時頃から夜中にかけてである。しかし、侵入終了時刻をみると他の2局が翌日午前中に終了し海風と交替するのに対し、観音寺局では遅いときには翌日16時頃まで陸風が継続し海風の侵入がないまま(つぎの)陸風に移行する状態となっている。次に、海風の侵入でも、他の2局が早いときには夜半に、遅くとも午前中には侵入し始めるのに対し、観音寺局では早いときで9時、遅いときは夕方になるまで海風が入らない場合がある。また、海風の継続時間をみると、観音寺局は3~4時間が多

いのに対し他の2局は11時間以上継続することが多い。つまり、通常は、多度津局・宇多津局のように早朝より侵入した海風が、前日からの汚染質を拡散させてしまうのだが、観音寺局では汚染質が長時間滞留しやすく、前日からの汚染が翌日まで持ち越される現象が生じ易く2日連続基準超過の原因となったと推察できる。

前日早くから侵入した陸風が翌日遅くまで残り2日連続基準超過日となった典型的な例を図7に示す。

これに対し3局同時上昇日は、多度津局・宇多津局とも陸風の終了時刻、海風の侵入時刻ともに遅くなり、汚染質が停滞しやすくなっている。全体的に3局とも比較的似た海陸風の動きであった。

5 濃度急速上昇現象

1~2時間の短時間で濃度が0.1mg/m³以上上昇した回数は、観音寺局が他の2局に比べて圧倒的に多く、その出現時間帯は夜20時前後と朝9時前後に集中していた。このことも2日連続して高濃度が発生する要因と考えられる。このときの風配図を図8に示すが、観音寺局では実に88%が陸風であり、その内E、ESEの2風向で43%を占めた。同時刻の宇多津局の陸風は46%、多度津局は57%であった。

これらの場合の、観音寺局の海風はW~NW、陸風はE、ESEで海岸線に沿った方向で吹いており瀬戸内海沿岸部の通常の風向きとは異なっている。これは三豊地方の地形とかかわっていると考えられ、山、川等を入れた三次元の気象解析を試みる必要がある。

6 他の汚染質との関連

県下のSPMが比較的高くなった日で、他の局に比べ観音寺局のSPMが特に高い日の他の汚染質の動きを図9~12に示す。NO₂は他の多くの局と同様な日変化で観音寺局でもかなりの濃度上昇がみられた。これに対し、SO₂は濃度上昇のみられる局もあったが濃度そのものは低く、発生源の殆ど無い観音寺局は極低濃度で推移した。NOは自動車排出ガス測定局では高濃度となったが、一般環境局では極低濃度であった。このように気圧配置からは、広範囲な汚染が考えられる状況でも、発生源の限定されたSO₂、

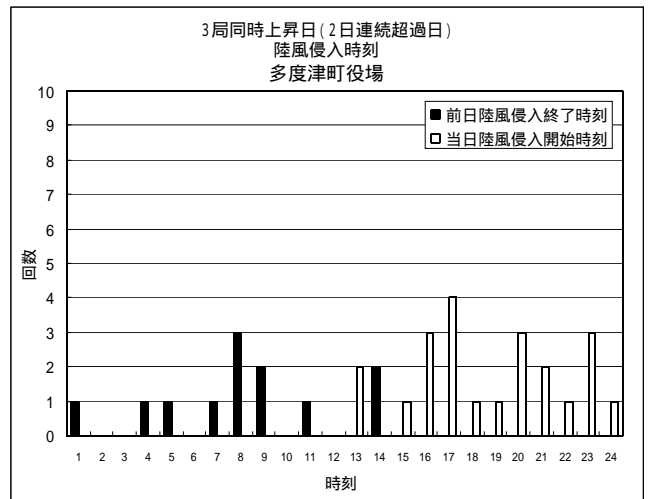
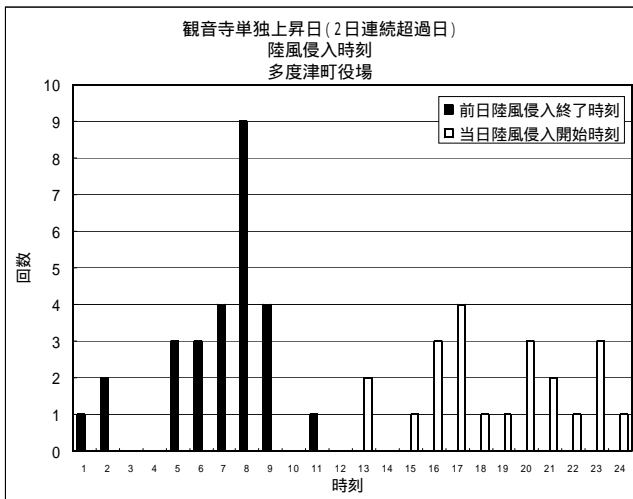
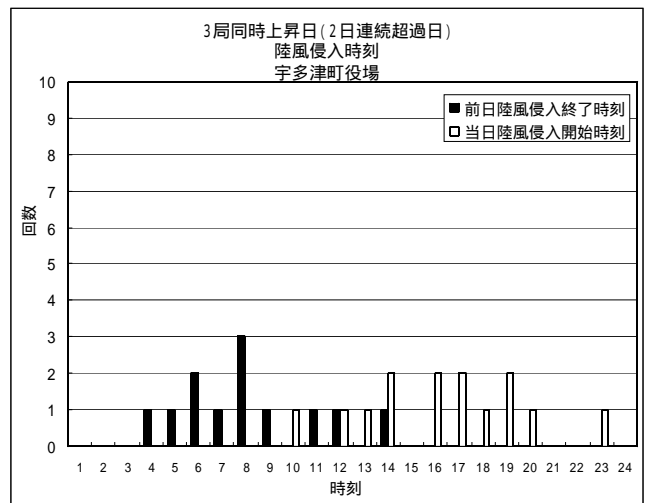
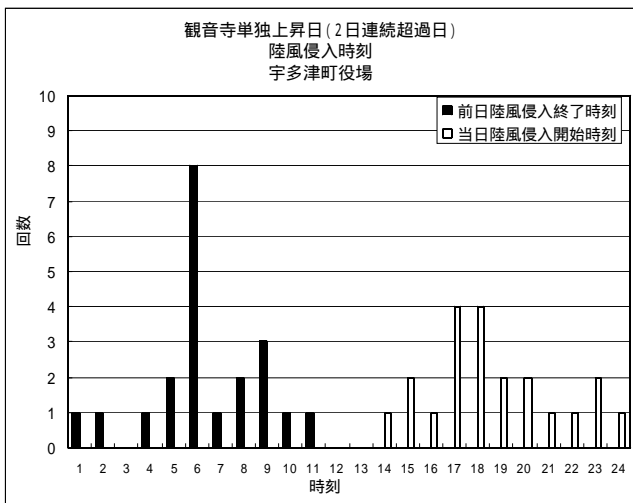
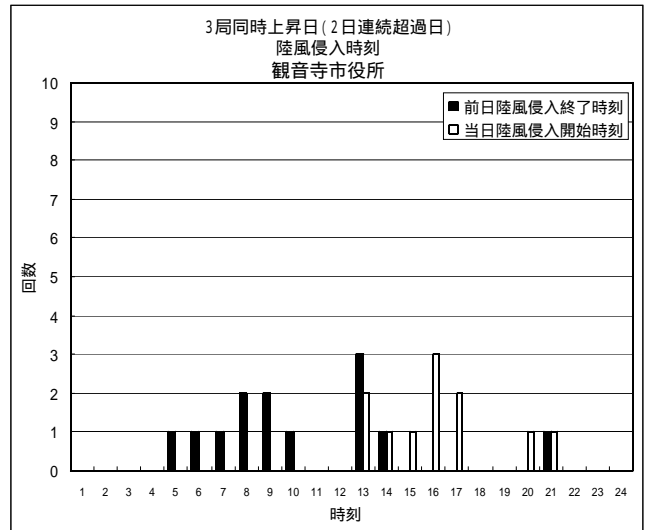
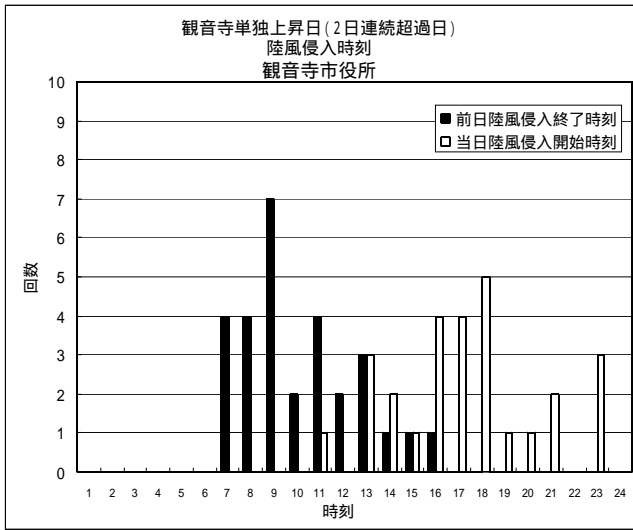


図4 陸風侵入形態

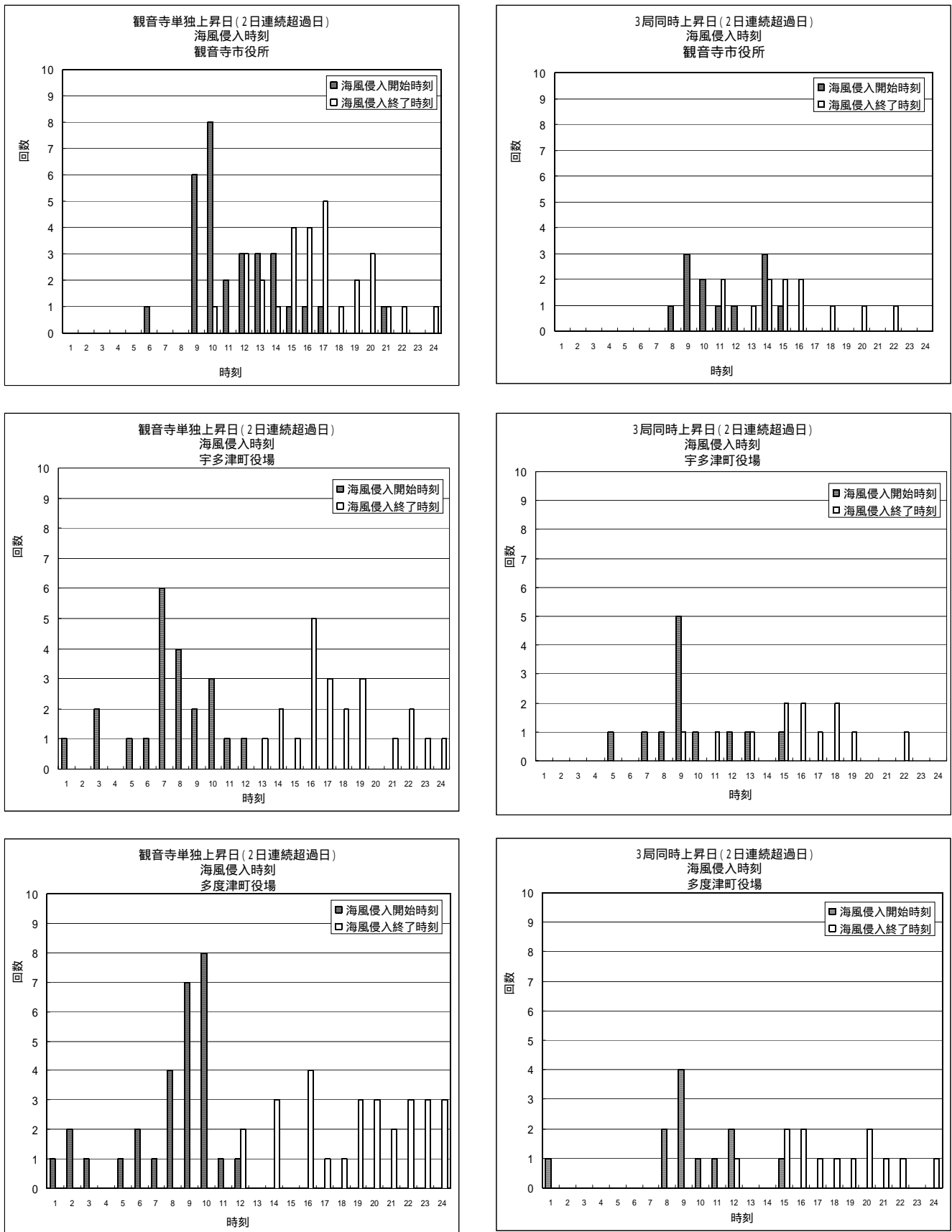


図5 海風侵入形態

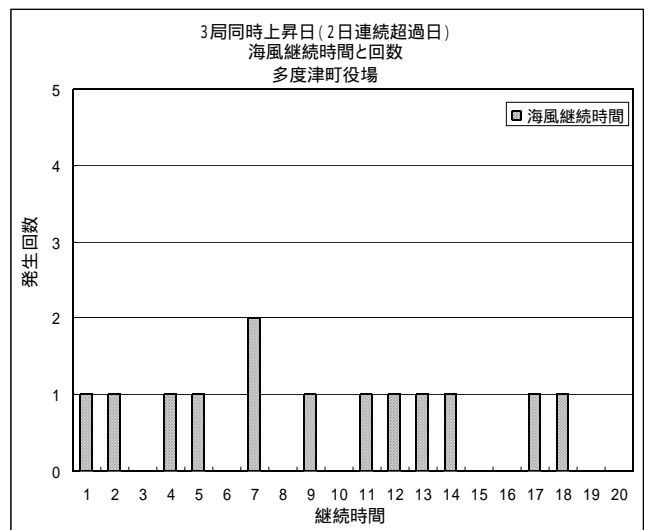
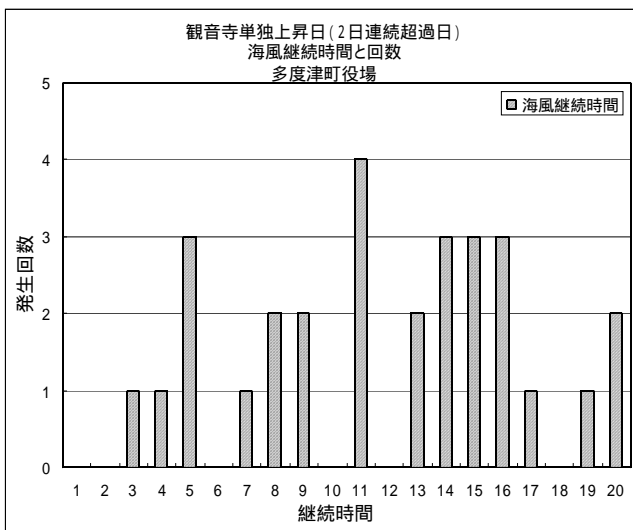
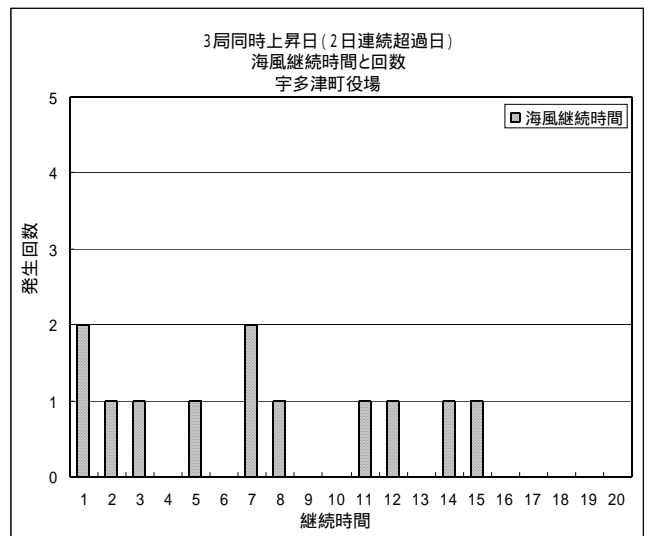
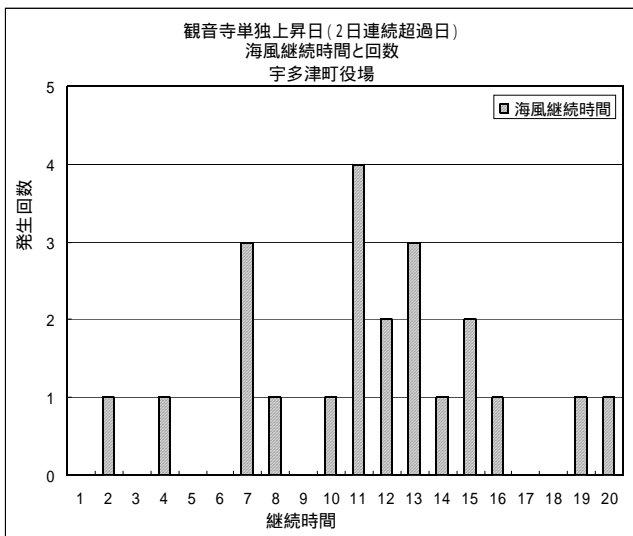
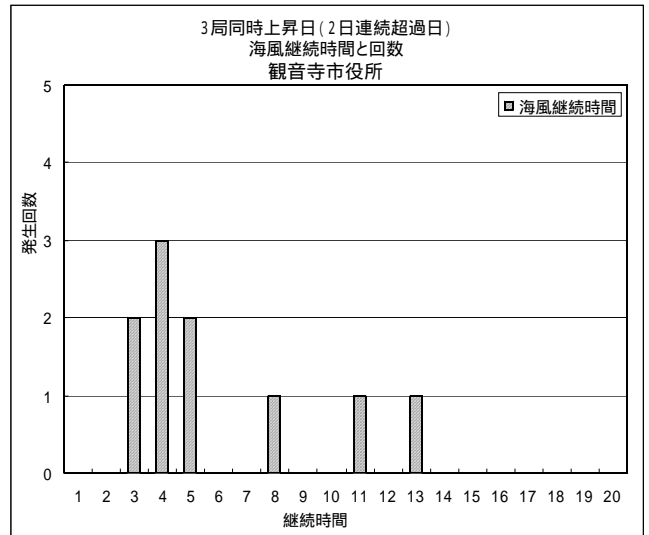
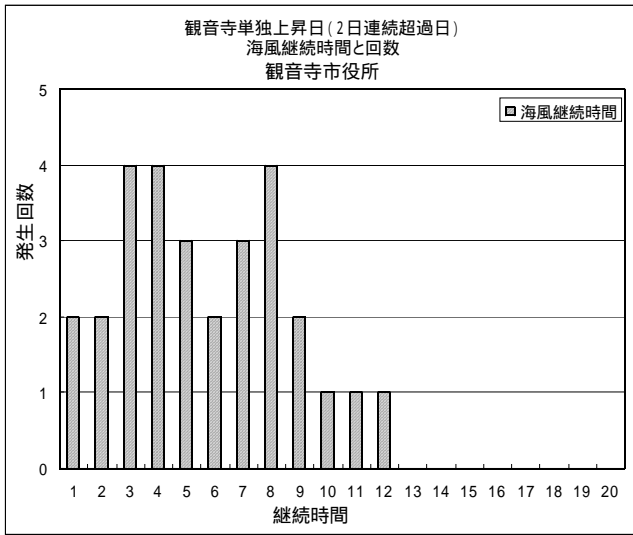


図6 海風継続時間

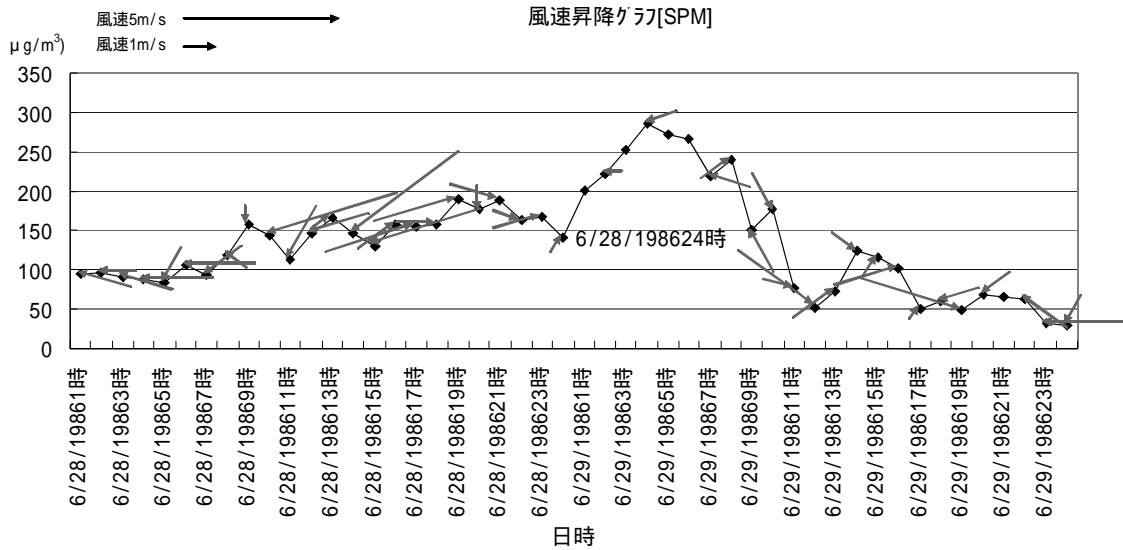


図7 時系列昇降図(観音寺局)

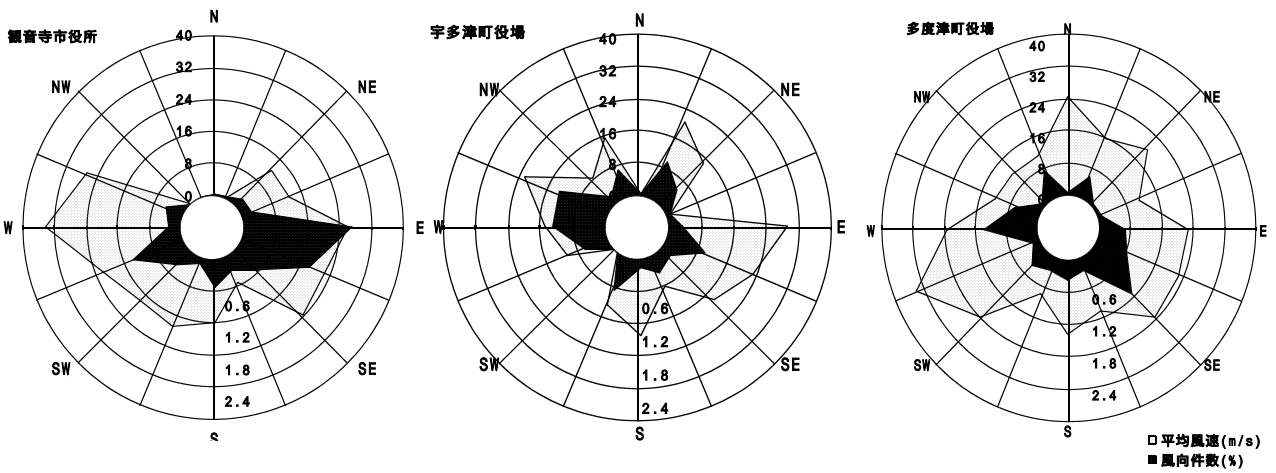


図8 濃度急速上昇時風配図

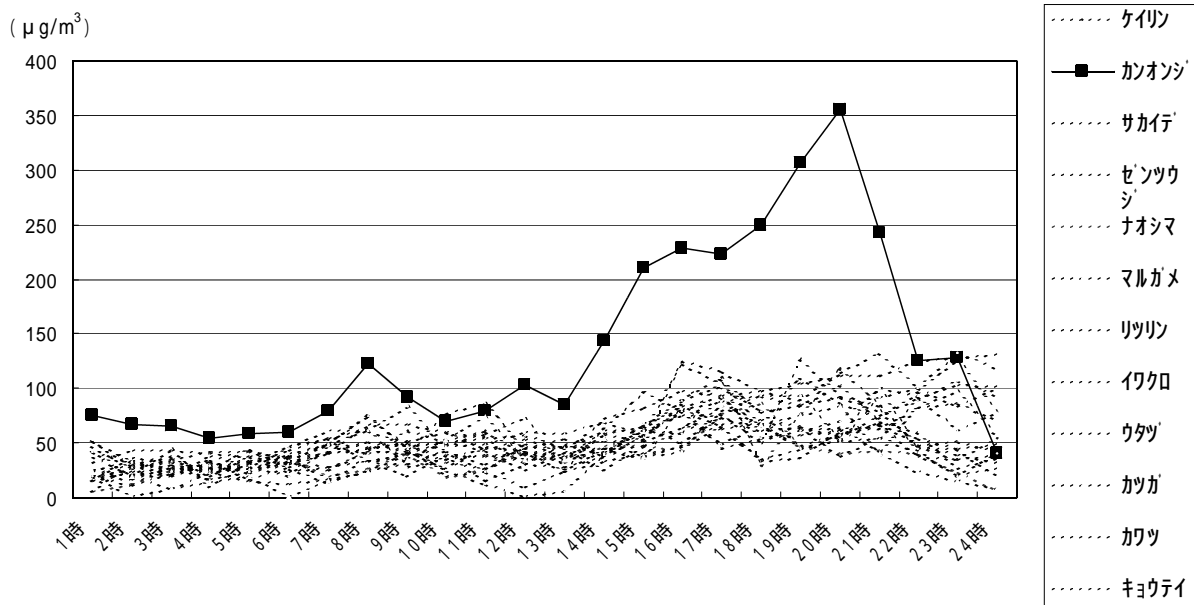


図9 SPM時系列折れ線グラフ

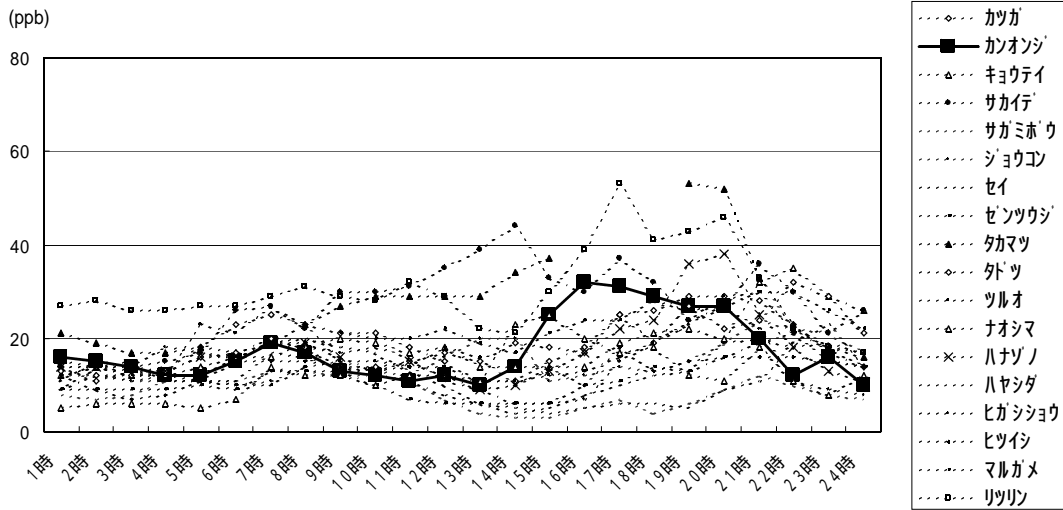


図10 NO₂時系列折れ線グラフ

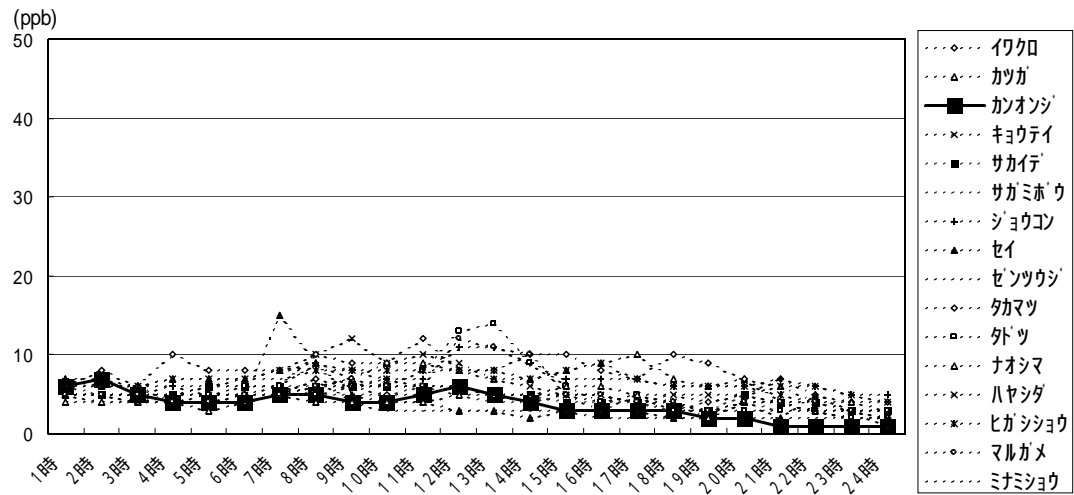


図11 SO₂時系列折れ線グラフ

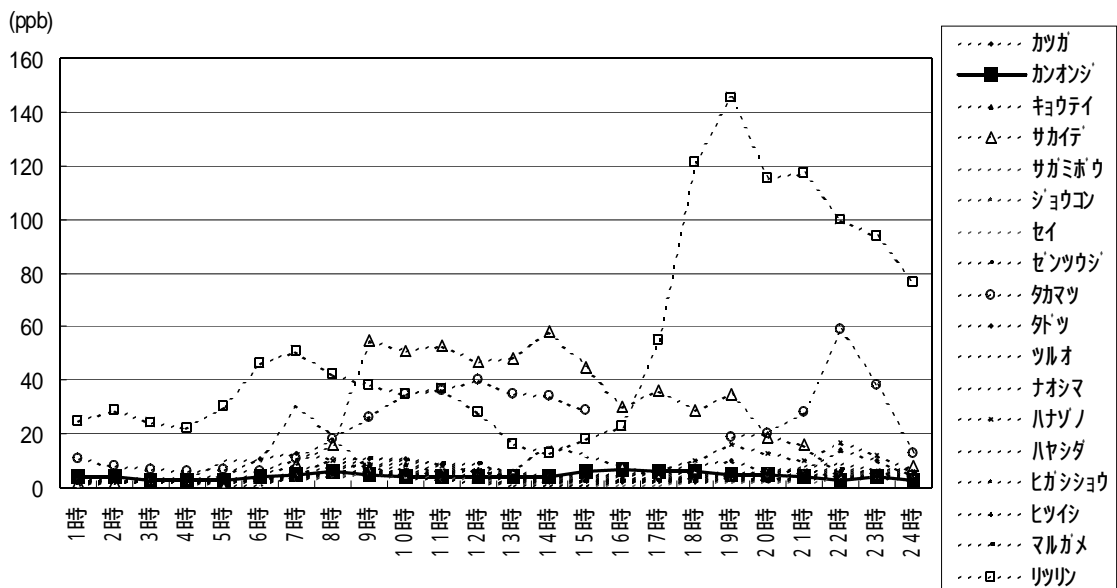


図12 NO時系列折れ線グラフ

NOは其の特定局のみで上昇し、不特定多数の汚染源からくるNO₂、SPMは広範囲で上昇した。特に、SPMは他局と同様な動きをしながらも、観音寺局のみが特別高くなるのは、観音寺地域特有の局地気象が大きく影響していると考えられる。

要 約

SPM濃度と風向・風速の関連から、次のような観音寺地域特有の現象が判明した。

- 1 環境基準の1日平均値の超過日数は、観音寺局が他局に比べ特に多かった。なかでも2日連続基準超過日が極端に多いことが際立った特徴であった。
- 2 2日連続基準超過日の全日数のうち、観音寺1局のみの超過日が半数を占め、極めて局地的な高濃度汚染であることを示した。
- 3 SPMの日変化は自動車排ガス測定局、内陸部、沿岸部で異なるパターンを示す場合があり、沿岸部の測定局は似た動きであった。
- 4 沿岸部の測定局間で、観音寺局のみが高くなる日と他局も同時に高くなる日があり、単独上昇日の気圧配置は、本州南沖に停滞する前線、北高型が多く、特に北高型は3局同時上昇日には見られなかった。
- 5 観音寺局単独上昇日は、陸風の占める割合が他局に比べ特に高く、風速も弱めであった。
- 6 3局同時上昇日は、宇多津局・多度津局でも観音寺局と同程度に陸風の割合が増加した。
- 7 観音寺局では、陸風の継続時間が長く、夕方早くから侵入し翌日遅くまで残ることで2日連続高濃度が出現する要因となった。
- 8 宇多津局・多度津局では、海風の侵入が早朝より始まり長時間続くことで汚染質の滞留が拡散され2日連続した高濃度は現れにくくなった。
- 9 観音寺局では交通量の多い朝夕の濃度上昇時間帯が陸風の中にある場合があり、このことも2日連続高濃度の出現する要因となった。
- 10 観音寺局で高濃度が発生する原因は、他の汚染質の動きからしても特定の発生源によるものでなく、この地域特有の局地気象が大きく影響していると考えられる。
- 11 観音寺局の海陸風は海岸線に沿った方向で吹いてお

り瀬戸内海沿岸の通常の風向きとは異なっている。これは三豊地方の地形とかがわっていると考えられる。

文 献

- 1) 昭和60年度～平成13年度大気常時測定結果
- 2) 藤井裕士，福山由里，岩崎幹男，鈴木恵巳，三好健治，細川仁：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，香川県公害研究センター所報，11，59 - 66 (1986)
- 3) 岩崎幹男，藤井裕士，福山由里，鈴木恵巳，三好健治，浮田和也：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，香川県公害研究センター所報，12，65 - 72 (1987)
- 4) 瀬戸義久，藤川勇，久保正弘：大気中浮遊粒子状物質の化学組成に関する研究，香川県公害研究センター所報，12，73 - 89 (1987)
- 5) 岩崎幹男，西原幸一，藤岡博文，山田由紀，三好健治，浮田和也，中野智：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，香川県公害研究センター所報，13，39 - 46 (1988)
- 6) 岩崎幹男，西原幸一，藤岡博文，山田由紀，瀬戸義久，三好健治，浮田和也：香川県東部地域における浮遊粒子状物質と気象について，香川県公害研究センター所報，14，83 - 91 (1989)
- 7) 西原幸一，岩崎幹男，藤岡博文，冠野禎男，山田由紀，瀬戸義久，増井武彦，三好健治：香川県東部地域における浮遊粒子状物質と気象について，香川県公害研究センター所報，15，39 - 46 (1990)
- 8) 田村章，山本努，岩崎幹男，増井武彦，三好健治：大気浮遊粒子状物質の発生源からの寄与について，香川県公害研究センター所報，16，21 - 25 (1991)
- 9) 田村章，山本努，藤田淳二，増井武彦，三好健治：大気浮遊粒子状物質の発生源からの寄与，香川県公害研究センター所報，17，27 - 31 (1992)