

香川県中讃地域における光化学大気汚染と気象

— 総 括 編 —

Photochemical Air Pollution and Meteorological Field in Chusan Area of Kagawa Prefecture
— Total Analysis —

山本 務 岩崎 幹男 木村 正樹 鈴木 恵美
Tsutomu YAMAMOTO Mikio IWASAKI Masaki KIMURA Emi SUZUKI
中野 智 辻 正徳 美澤 諒
Satoru NAKANO Masanori TSUJI Takeshi MI ZAWA

香川県中讃地域における光化学大気汚染の実態を把握・解明する目的で、昭和53年から57年までの5年間、同地域を中心に立体気象を主とした調査研究事業を実施した。これらの各年毎の調査の成果についてはすでに当センター所報で報告しているところであるが、今回は5年間の資料を基に総合的な解析を試みた。その結果、同地域におけるNO、NO₂、Ox日平均値の濃度分布に地域差がみられ、NO、NO₂は内陸部へ侵入するにつれ急激に低濃度となるが、Oxにはそのような傾向はみられず、むしろ非汚染地帯(上空部、内陸部等)で高濃度現象が出現した。次に、Ox日最高濃度について分布特性を調べると、全域で同一レベルの濃度が出現する時(A:高濃度型、B:中濃度型、C:低濃度型)と、臨海部のみが低濃度となる型(D:アンバランス型)の4つの型に分類された。そして、これらの型が出現する時の原因を解析すると、海陸風、山谷風、東西流等の瀬戸内特有のスケールの異なる局地風が存在し、これらの数時間～数日のスケールでの挙動が、各型の出現に大きなウエイトを占めていることが確認された。

はじめに

光化学大気汚染の実態把握・解明に関する野外調査には国内国外を問わず数多くの報告例がある。瀬戸内地域に関してもそうであるが、近年の調査例としては環境庁と気象研究所とによる共同調査(燧灘を中心とした地域、55年～57年)¹⁾、公害資源研究所による調査(播磨灘地域、54年～56年)²⁾等がある。香川県の中讃地域は東西方向に播磨灘と燧灘の大きな発散場を有し、備讃瀬戸付近は岡山・香川両県が南北方向から接近しており、地形的に風が収束されやすい地域である。今回はこれらの地形的な影響を考慮しながら、本県が同地域で昭和53年から57年にかけて実施したOxに関する5年間の調査研究事業の資料を基に、総合的な解析を試みたので報告する。

調査方法

1. 調査期間

表1に示すとおり、昭和53年～57年の5年間のうち夏期を中心とした期間の計42日。

2. 調査目的

5年間の総括として、中讃地域全域におけるNO_x、Ox

表1 調査期間・調査目的

年	調査期間(計)	調査目的
53	6.6～6.9 8.29～9.1	8 島しょ部から臨海部にかけての大気汚染質の移流と分布状態
54	5.29～6.1 8.28～8.31	8 同 上
55	5.27～5.29 6.17～6.19 8.26～8.28 9.17～9.19	12 海岸線と直角方向の内陸部への大気汚染質の移流と分布状態
56	5.27～5.28 7.21～7.22 8.5～8.6 9.1～9.2	8 海岸線と平行な内陸部での大気汚染質の移流と分布状態
57	5.25～5.27 8.24～8.26	6 島しょ部から山岳部に至る全域での大気汚染質の移流と分布状態

の移流と分布状態に関する実態把握と、その発生原因の解明を目的とした。なお、各年毎の調査目的については表1に示すとおりである。

3. 調査項目

大気汚染質についてはNO、NO₂、Ox(O₃)を中心に、気象要素としては地上風、日射量、上空風、上空気温等を測定した。必要に応じて高松地方気象台(AMeDASの資料も含む)の資料も用いた。

表2 NOx計年別設置地点

区域 年	島しょ部	臨海部	臨海部 上空	内陸部	内陸部 上空	山岳部
53	*与島	坂林 宇多 丸城 多度 津の常時 観測局	出田 津魚 坤津	善通寺 満濃		
54	*与島 榎石島					
55	与島 榎石島					
56	与島			善通寺 飯郡 (丸亀市)		
57	本島			*丸亀城 60mH	善通寺 満濃 琴南	

表中、*印はケミルミネッセンス法による測定、その他はザルツマン法による測定

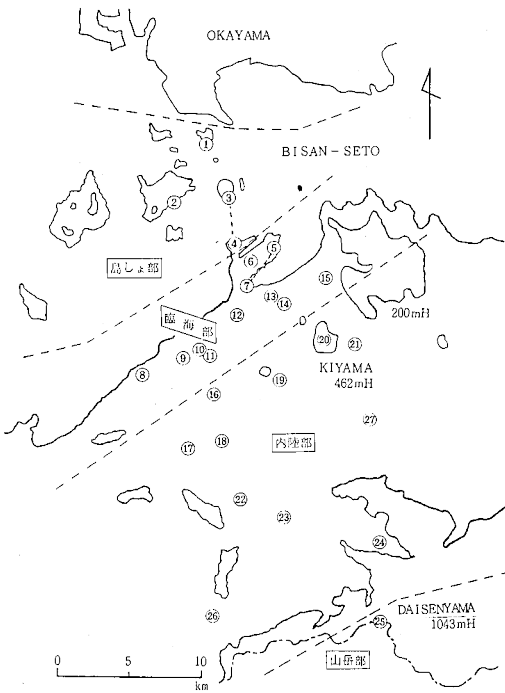


図1 調査地点(1978~1982)

地点名一覧

番号	地点名	番号	地点名
1	榎石島	15	林田
2	本島	16	郡家
3	与島	17	善通寺
4	沙弥	18	善通寺市浄水場
5	瀬居	19	飯山
6	四電200mH煙突	20	城山
7	番の州公園	21	府中
8	多度津	22	琴平
9	城坤	23	満濃
10	丸亀	24	琴南
11	丸亀城	25	大川山
12	宇多津	26	財田
13	坂出保健所	27	滝宮
14	坂出		

注) 1. 11, 18, 20は上空部の観測地点
 2. 26, 27はAmeDASの観測局
 3. 図中、3, 4と5, 7間の破線はテレメーション観測による基線である。

4. 調査地点

各調査地点の位置は調査年により異なっているが、5年間をまとめると図1に示すとおりである。地図中の点線は同地域を6つの区域(地図上では4区分であるが、他の2区分は上空部であるためこの平面図には表せない)

表3 O_x計年別設置地点

区域 年	島しょ部	臨海部	臨海部 上空	内陸部	内陸部 上空	山岳部
53	*与島	坂林 宇多 丸城 多度 津の常時 観測局	出田 津魚 坤津	善通寺 満濃 *琴平	*浄水場(善通寺市) 50mH	
54	沙弥島					
55						
56				善通寺中 (坂出市) *飯郡 (丸亀市)	*城山 (坂出市) 400 mH	
57	*本島			*丸亀城 60mH	善通寺 満濃 琴南	

表中、*印は紫外線吸収法による測定、その他は2%NBK1法による測定

に分けた場合の区分け線である。この区分けの理由については後述の考察のところでも説明する。一般に臨海部の観測地点についてはテレメータシステムによる常時観測局を使用した、その他の区域では特別観測地点を設置

した。また、上空の大気汚染質の把握には小高い山を利用した。調査年毎のNO_x、O_xの観測地点については表2、表3に、上空気象の観測地点については表4に示す。なお、O₃値とO_x値の評価については従来どおり同一とした。

調 査 結 果

調査期間全42日のうち、午前から午後にかけて降雨がみられたり、データの欠測等で解析できなかった日の計6日については今回の解析から除外し、36日を解析の対象日とした。これらの36日間について、気象観測結果は表5に、NO、NO₂の測定結果は表6に、O_xの測定結果は表7にそれぞれ示す。各年毎の調査結果の成果については表8に示すとおりであるが、概括すると次のとおりである。

すなわち、島しょ部では東西流が、臨海部では海陸風が、内陸部から山岳部にかけては山谷風の局地風が発生し、それらの上空では地上風に対する補償流的な流れが

表 4 上空気象調査地点

年	項目	テトルーン	パイボール	低層ゾンデ
53		与島-沙弥 瀬居-一番の州公園	与島, 沙弥, 瀬居, 一番の州公園	坂出 保健所
54		与島-沙弥	与島, 沙弥, 坂出保健所	坂出保健所
55			*善通寺, 坂出保健所	坂出保健所
56			(丸亀, *善通寺) : 5月, 9月 (坂出保健所, *府中) : 7月, 8月 飯山	丸亀: 5月, 9月 坂出保健所 : 7月, 8月
57			*本島, *琴平	*本島

表中、*印は昼夜連続観測

存在し、これらのスケールの異なる局地風が同地域で複雑に作用し合っていることが確認され、NO_x、O_xの濃度分布もこれらの水平、鉛直方向の作用を受け地域特性がみられた。

表 8 各 年 毎 の 調 査 結 果

年	結 果
53	<ol style="list-style-type: none"> 1. 島しょ部では瀬戸内海を東西に吹走する東西流の存在が確認された。この東西流は瀬戸内スケールの局地風、あるいは一般場の風が変形されたものの2種類存在すると推察され、O_x濃度も影響を受ける。 2. 臨海部でO_xの高濃度が発生する時は、朝に陸風から海風への交替がみられる。東西流の勢力は弱く、昼間の上層風は3層構造を呈し局地循環風を形成し、それが比較的長く続く。局地循環風が形成されても東西流の勢力が大きくなれば、O_xはあまり高濃度にならない。
54	<ol style="list-style-type: none"> 3. 低層ゾンデの結果から、午前中に上層に安定層が存在し、午後になってそれが消滅するとO_xが高濃度になる要因となる。 4. 臨海部のO_xが高濃度になる時、前日の島しょ部のNO₂濃度は高い。 5. O_xの高濃度は一般に臨海部と島しょ部の全域で発生するが、例外的に臨海部、あるいは島しょ部のみで、高濃度現象がみられ、局地的な汚染の発生がある。
55	<ol style="list-style-type: none"> 1. O_x濃度は臨海部よりも内陸部へ行くに従い高くなるが、NO_x濃度は逆の傾向となる。 2. O_x濃度は地上よりも上空(小高い山)で高い傾向がある。 3. 朝の風の交替時刻は臨海部と内陸部とでは時間差はほとんどみられない。 4. 昼間の海風により、大気汚染質は光化学反応をしながら内陸部まで輸送されるが、夜間の陸風・山風によりそれらは吹きもどされ長距離輸送されることがなく低い混合層内で蓄積されやすい。 5. 内陸部は地形が複雑であるため、水平方向の輸送だけではO_x濃度の上昇を説明できず、鉛直方向の効果を考慮する必要がある。
56	<ol style="list-style-type: none"> 1. O_x濃度は一般に臨海部よりも内陸部で高くなるが、上層風の風向により、内陸部のうちでも地形のラフネスの差により高濃度域と低濃度域とに分離される。 2. 海上部でのNO_xの蓄積の有無により昼間のO_x高濃度の持続時間は左右される。 3. 上空では比較的高濃度のO_xが夜間まで滞留することがあり、場合によっては夜間から早朝にかけてそれらが地上へ下降することがある。 4. O_x濃度の上昇率を調べると、臨海部、内陸部、内陸部上空のうちでは内陸部が最も大きい。このことは内陸部ではNO_xが輸送される過程でO_xに変換され、その寄与が大きいことを表している。
57	<ol style="list-style-type: none"> 1. 海上部では夜間から早朝にかけて大気が安定となり、陸風によるNO_xの海上部への移流・蓄積が認められる。朝方の海風の発生によりそれらは陸上部へ輸送される。 2. 昼間、海風の内陸部への侵入は15km程度であり、それよりも内陸部では讃岐山脈に平行に吹く局地風が存在するため風場は2分される。しかし、夜間になれば山風・陸風が形成され風場は均一化される。 3. 上空で滞留しているO_xは、朝から昼にかけて接地逆転層の解消とともに鉛直混合が起こり地上へ下降し、地上のO_x濃度を急速に高める。また、上空で滞留しているO_xはかなり広いスケールで存在すると推察される。 4. 大川山の山頂について、O_x、風の日変化は明瞭であるが、NO_xについてはほとんどみられない。O_x高濃度出現時刻は地上局のそれよりも2~4時間遅い。O_x濃度の上昇率は地上局に比べ小さい。このことは大川山の山頂でも多少ではあるが大気境界層の日変化の影響を受けることを表している。

考 察

表 9 6 区域の定義

区域	定 義
島しょ部	岡山・香川両県に囲まれた備讃瀬戸付近をいう。ここには備讃航路があり、船舶の往来がひんぱんである。具体的な地点としては、与島、本島等であり、地形的に東西流の影響を受けやすい区域である。
臨海部	海岸線から南へ2～3kmまでの細長い範囲の区域とする。テレメータによる常時観測局（善通寺局は除く）がこれに相当し、国道沿いに点在する。工場等の固定発生源、車等の移動発生源からの排出ガスの影響を受けやすい区域である。
臨海部上空	臨海部の上空とし、接地境界層よりも上層と考えている。具体的な地点としては、標高60m程の小高い山の山頂部（丸亀城）である。
内陸部	海岸線から6～7km入ったラインから南へさらに15km程下った両ラインで囲まれる幅広い区域をいう。人口密集地帯が少なく、車の通行量も少ない区域である。常時観測局では善通寺局が該当する。
内陸部上空	内陸部の上空とし、接地境界層よりも上層と考えている。具体的な地点としては、標高50m程の山腹（善通寺市浄水場）と、同462mのほぼ山頂部（坂出市城山）である。
山岳部	大気境界層の上層と考えている。今回は、徳島県との県境に位置する讃岐山脈のうち標高1,043mの大川山を選び、山頂に観測局を設けた。

1. 中讃地域全域における区域分類

5年間の解析結果を参考にすると、中讃地域全域における大気汚染質の汚染分布状態はいくつかのグループに分けて論じるのが適切であると考えられる結果が得られている。^{3) 4)}そこで、同地域における大気汚染質の分布状態は局地風との関連性が高いことから、海岸線を基線として同地域を北から南へ、島しょ部、臨海部、臨海部上空、内陸部、内陸部上空、山岳部の6区域に分類した。各区域におけるおおよその定義については表9に示すとおりである。

2. NO, NO₂, O_xの濃度分布

各区域におけるNO, NO₂, O_xの濃度分布を調べた。なお、調査日が一致していない区域もあるので、全期間について資料のそろっている臨海部の測定値を基準として比率を求め図2, 図3に示した。各区域での濃度の比較をその比率で表しているため、実濃度が不明となり不自然であるので、各区域でのおおよその濃度が算出できるように臨海部の全36日について各項目の平均値を求め次に示しておく。NO日平均値 (NO_{ave})の平均: 5.8 ppb, NO₂日平均値 (NO_{2ave})の平均: 16.4 ppb, O_x 1～6時間平均値 (O_x1～6)の平均 (早朝のO_x濃度のベースと考えている): 12.5 ppb, O_x日平均値 (O_{xave})の平均: 24.9 ppb, O_x日最高濃度 (O_{xmax})の平均: 63.3 ppbである。

1) NO, NO₂濃度分布について

内陸部上空を除いた5区域について比較した。図2に示すとおり北から順に低濃度となっている。NO_xの主な排出源が島しょ部⁵⁾と臨海部に存在することを考慮すると、NO_xは内陸部方向への移流過程で急激に消滅（反応、拡散）し山岳部への寄与はほとんどみられないことがわかる。しかし、山岳部のNO_x濃度が自然発生による寄与のみでないことは、NO_xの日変化がごくわずかではあるがタイムラグを伴って観測されていることから確認できる。次に、NOについては島しょ部が臨海部よりも高くなっている。このことは早期の陸風によりNOが臨海部から輸送されてくることと、船舶からの排出による寄与とが考えられる。島しょ部ではNO_xが蓄積されやすいことが確認できる。

2) O_x濃度分布について

図3に示すとおり特徴的なことは、山岳部でのO_x1～6値が高いことである。臨海部上空、内陸部上空についてもそうである。すなわち、O_xは上空で滞留しやすいことを表している。一般流が弱く上空でO_xを分解するも

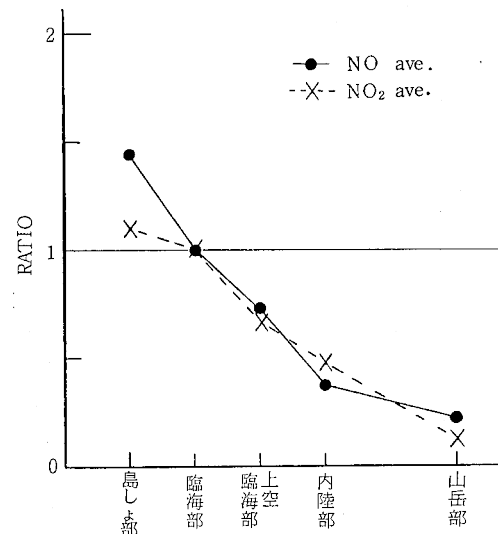


図2 NO_{ave}, NO_{2ave}の区域別濃度比率分布

の無い場合には消滅することなく長時間滞留することになる。^{6) 7)}一方、地上におけるO_x1～6値が低い原因としては地上で残留しているNO_xとの反応、地面との分解反応⁶⁾による効果が考えられる。次に、O_xmax値については内陸部上空の比率が他区域に比べ高い値を示している。

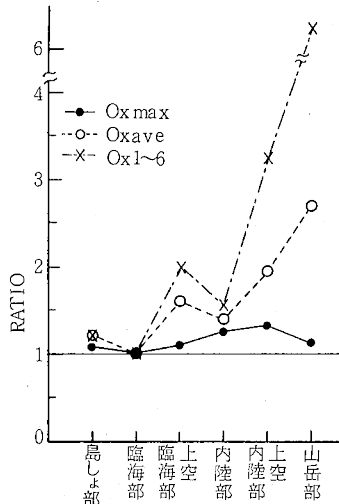


図3 Ox max, Ox ave, Ox 1~6の区域別濃度比率分布

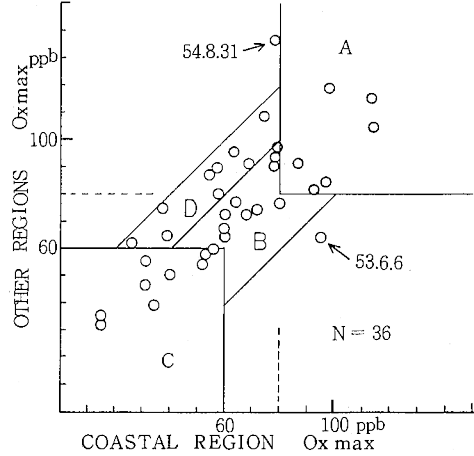


図4 臨海部とその他の区域におけるOx maxの濃度分布

これは早朝のベースが高いところへ、昼間の海風により臨海部から光化学反応により生成したOxが輸送されてきたことが考えられる。山岳部におけるOxの日変化は地上局に比べ2~4時間のタイムラグがみられるものの明確な日変化を示すことが観測されている。しかし、図3の山岳部におけるOx maxの比率はそう大きくないので地上からの移流によるOxの寄与は小さいことが推測される。なお、山岳部におけるOx1~6値が高い(約60^{2) 8) 9) 10)} ppb) ことについては、成層圏オゾンの寄与が十分考えられるが確認していない。

3. Ox maxの出現分類

図3を参考にすると、Ox max値については臨海部が他の5区域に比べ最も低濃度であった。そこで、上述の6区域を臨海部とその他の区域(島しょ部、臨海部上空、内陸部、内陸部上空、山岳部の5区域)とに分けて、Ox maxの出現状態を調べた。図4に示すとおりOx maxの

出現分布状態により、散布図をA, B, C, D 4つのグループに分けた。分類の目安としては、環境基準の60 ppb, 香川県大気汚染緊急時対策要綱の事前予報発令の基準の80 ppb, Ox計の測定精度(±10 ppb)を参考にした。

A型は高濃度型とし、共に80 ppb以上, B型は中濃度型とし、両者の濃度差が20 ppb以内, C型は低濃度型とし、共に60 ppb以下, D型はアンバランス型とし、臨海部が他区域に比べ21 ppb以上の差で低濃度である場合とした。なお、図中↑印でマークした2日については両者の濃度が大きく異なるので例外日とした。これらの4つの型と気象, NOx等との関係については表10に示す。個々の調査日との関係については数例であるが、図5~図9に示す。表10で特徴的なことは、午後のパイボール観測による風の鉛直構造が各型で異なり、A型→B型→C型の順で単調になることである。D型は2~3層構造を呈しているが風向が変動しやすく定常流が形成されていない。図5は鳥取、室戸、大阪、広島の4地点の午前9時の海面気圧を用いて算出した気圧傾度ベクトルとの

表10 各型別の気象・大気汚染質の観測結果

項目	該当日	気圧傾度力の平均 mb/1,000km	日最高気温の平均 °C	日較差の平均 °C	日射量の平均 ly/日	朝の海陸風交層の有無		午後のパイボール鉛直構造			四層200 mH日平均風速の平均 m/S		ゾンデ1500 mHの気温の平均 °C		ゾンデ平均気温減率(10 - 1000) の平均 °C/100m		臨海部NOx 7~9 hr 値の平均 ppb		Ox max 値の平均 ppb		
						有	無	3層	2層	1層	ベクトル値	スカラー値	午前	午後	午前	午後	NO _x 7~9	NO ₂ 7~9	臨海部のみ	臨海部以外の区域	
A	6	5.2	28.7	12.0	425	6	0	4	2	0	1.1	2.2	14.5	16.1	0.66	0.90	9.8	23.5	100	99	
B	10	11.1	28.0	10.4	482	2	8	2	3	5	4.0	4.7	13.5	14.9	0.73	0.91	6.6	15.5	70	78	
C	9	9.9	30.4	9.5	428	3	6	1	1	7	4.9	5.4	13.8	16.2	0.92	0.87	8.2	10.2	36	48	
D	9	6.4	28.9	10.7	446	9	0	4	4	0	2.3	3.5	15.0	17.6	0.63	0.72	11.9	18.9	53	83	
その他	2					1	1	1	0	1											

比較図である。A型とD型の出現は地衡風向がW系で気圧傾度力が10mb/1,000km以下の時にみられる。四電200mH煙突で観測している風の日平均ベクトルとの関係については図6に示すが、A型が出現する時の風向は図5とは逆にNE系の時である。風向の出現頻度はNE系とSW系とでそのほとんどを占めており、この傾向は風速が強くなると顕著になる。この原因は備讃瀬戸付近の地形的な影響が大きく関与している。D型の出現頻度を調べるとNE系とSW系とに2分されるが、風速についてはNE系の方が弱いことがわかる。図7は四電200mHの風速についてベクトル平均とスカラー平均とを求めて比較した図である。この図によると、A型はベクトル平均が小さい時に出現している。このことはベクトル平均は風の1日当りの平均的な移動量を表していることから、大気が水平方向にあまり移動していないことを示している。逆に、ベクトル平均とスカラー平均とが等しい時は1日中、風向の変化が無かったことを表しており、この図ではB型とC型が該当している。図8は低層ゾネを用いて地上から高度1,000mまでの平均気温減率を午前と午後について求めて比較した図で、大気の安定度の時間変化との関係を調べたものである。A型、B型は概して午前に安定で午後に不安定となっているが、C型はその逆の傾向がみられる。図9は臨海部におけるNO、NO₂の7~9時の3時間平均値との関係について比較した図である。これによると、A、B、D各型とC型とは比較的分離されやすいことがわかり、A、B、D各型が出現する時はNO_{7~9}値に較べNO₂7~9値が高くなっている。このことは昼間のO_x濃度に寄与するNO_xはNOよりもNO₂であると考えられる。

以上のことより、上述の4つの型が出現する場合についてまとめると次に示すとおりである。

A型：すべての日朝に海陸風の交替がみられ、昼間の上層風は局地循環風を形成し、それが比較的長く続き東西流の勢力も弱く、このため海域部の発散を補う補償流は海風の反流による下降流が主である。このことは瀬戸内地域で高濃度O_xが出現した日のうち一例として昭和53年7月20日における燧灘での水平発散量を算出すると、図10に示すとおり海上では発散と収束が明瞭に交替しており、昼間に下降流の存在が確認できる。また、このことは宮田によるパイボール観測結果からも確かめられている。一方、内陸部へ侵入する海風は海岸線から約15kmまでで、それからは讃岐山脈に平行に吹く局地風によりさえぎられる。しかし、その一部は谷風により山岳部まで達する。

比較的閉じた系で大気の流れが形成される型で、O_xはNO₂の光化学反応により生成され、拡散、希釈される

ことなく全域で高濃度が発生する。

B型：朝の海陸風の交替はあまりみられず、上層で局地循環風が形成されても長く続かず、それに代って東西成分を持つメソスケールの卓越風が支配する。この風の鉛直分布は1~2層構造となりやすく、瀬戸内スケールでの風（気象研究所によるシミュレーションの結果、伊

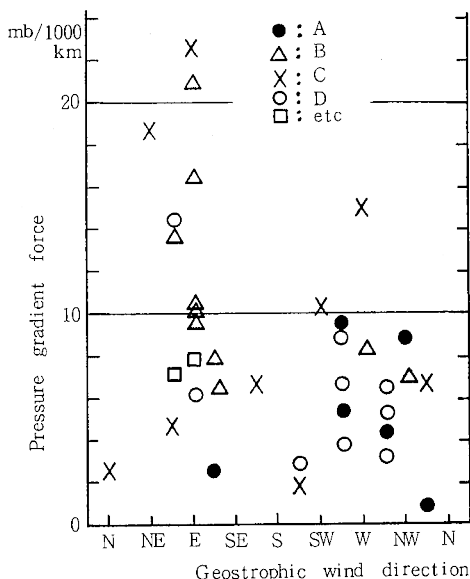


図5 午前9時の気圧傾度ベクトル

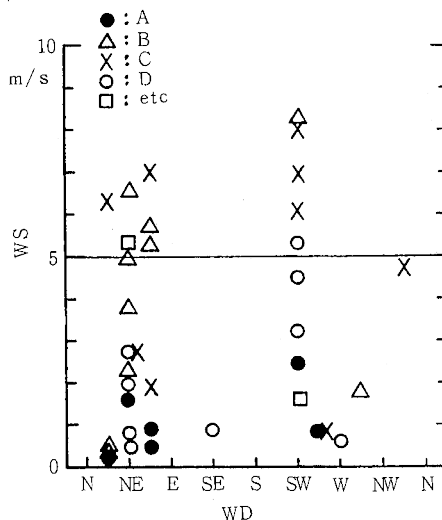


図6 四電200mHにおける風向・風速のベクトル平均値

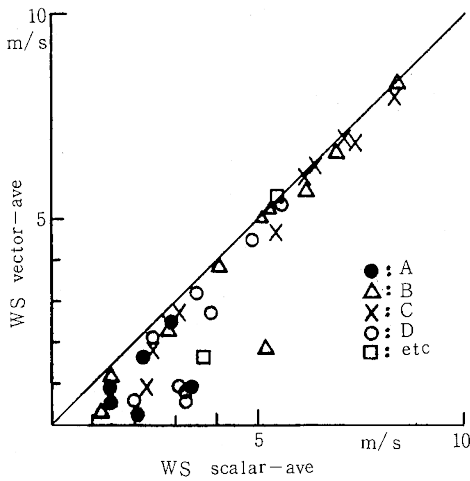


図7 四電 200 mHにおける風速のベクトル平均値とスカラー平均値

予灘からのSW風と紀伊水道からのNE風の2種類が確認されている。)が備讃瀬戸付近で加速されたもの¹⁵⁾である。そして、備讃瀬戸付近で東西に吹走するこの風は、図11に示すとおり備讃瀬戸の東西に位置する播磨灘と燧灘の両灘に生じる熱収支の差を補償し合っているスケールの大きな局地風であると考えられる¹⁶⁾。東西どちらの風が支配するかについては、恐らく一般風の勢力にも左右されるものと考えているが、今回の調査ではNE風が多く出現した。大気汚染質の東西方向への移流についても、播磨灘から燧灘付近までのスケールと推察され、Oxも水平、鉛直方向へ均一に拡散された状態である(図6、図8参照)と考えている。

C型: 朝の海陸風の交替は少なく、局地循環風も形成されず上層風は1層構造を呈し、勢力の強い卓越風(恐らく、一般場の風が変形したものであろう)が中讃地域全域を吹走する。光化学反応により生成されたOxも拡散されてしまい、開放された系となる型である。

なお、今回、解析の対象から除外したが、昼間に降雨があった時、あるいは日射量の不足等の時にもOxは低濃度となるので念のため付記しておく。

D型: 臨海部は低濃度であるが、その他の区域で高濃度が出現する型で、アンバランス型と称する。朝にはすべての日で海陸風の交替がみられ、島しょ部でのNOx濃度も比較的高くOxの生成も十分考えられる。昼間の上層風は2~3層構造を形成するが、明瞭な海風の反流は観測されず風向は変動しやすい。気象因子的にはA型とB型の中間的な性格を持つ。両区域で出現するOx max.の差が大きい原因については次のことが考えられる。①

臨海部ではNOxの排出によりOxがNOと反応し低下する¹⁷⁾。②臨海部と内陸部等での風場(鉛直混合を含め)の違いによるOxの移流¹⁸⁾。一例として、図12に示すが朝には海風が内陸部まで侵入していたが、その後内陸部では山越え気流のE風が侵入したため風場が2分され、内

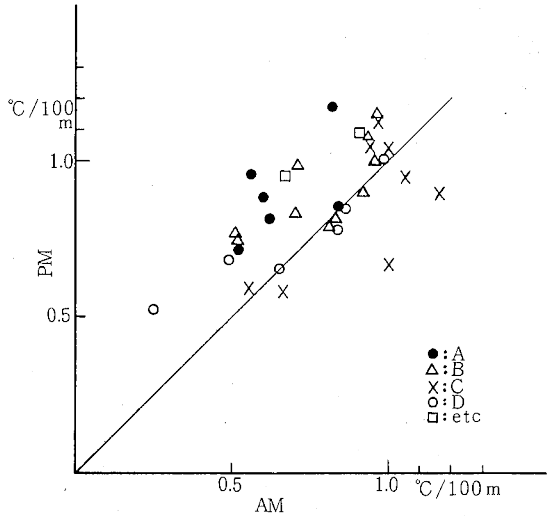


図8 地上~1,000mH間の平均気温減率

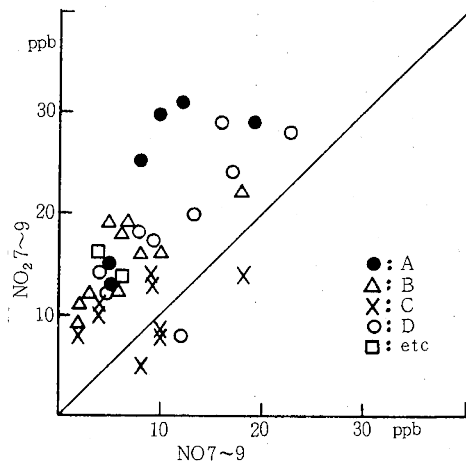


図9 臨海部におけるNO 7~9, NO2 7~9の濃度分布

陸部が高濃度となった例である。③島しょ部、内陸部等では移流過程で光化学反応によりOxが生成される。この例として、図13に示すとおり臨海部からの海風は内陸部まで侵入するが、地形的に平坦な内陸部(善通寺局)では海風が弱まらないが、地形の複雑な内陸部では海風が弱まり大気が停滞し光化学反応によりOxが生成され高くなる。④あるいは、ピンポイント的なOxの発生等¹⁹⁾

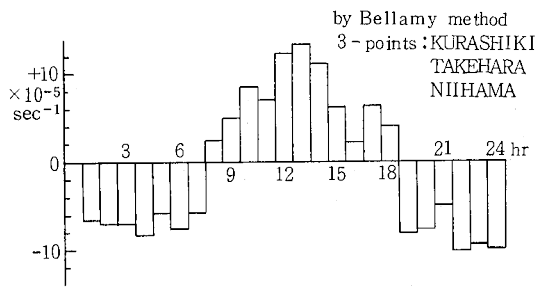


図10 燧灘における水平発散量(1978年7月20日)

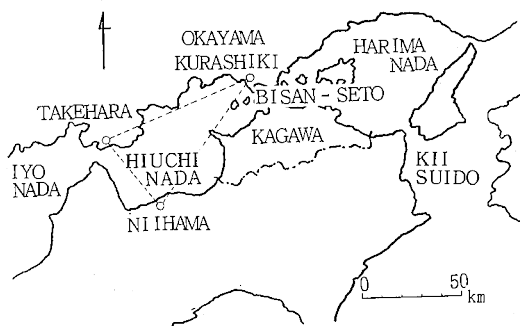


図11 瀬戸内海

が考えられるが、一義的には定まらないようである。

例外日の2日について、53年6月6日は臨海部が、54年8月31日は島しょ部が高濃度となった日であるが、両日とも四電200mHの風はそれぞれ3~4 m/SのSW風、3~7 m/SのNE風が卓越していた。何故、Ox max値にこのような極端な地域差がみられたかは不明であるが、高濃度の現象が移流による効果とすれば備讃瀬戸付近では、Ox高濃度気塊の通り道的なものが存在することを示唆する資料なのかもしれない。

まとめ

中讃地域全域におけるNOx、Ox濃度の分布状態を検討した。結果をまとめると次のとおりである。

1. NO、NO₂日平均値の濃度分布については島しょ部、臨海部で高濃度となるが内陸部へ侵入するにつれ低濃度となり、山岳部への寄与はほとんどみられない。臨海部上空についても同地上に比べ低濃度である。

2. Oxの濃度分布については、朝のベース的な濃度は上空部、特に山岳部で顕著である。これは上空ではOxが分解することなく長時間滞留するためと考えられる。

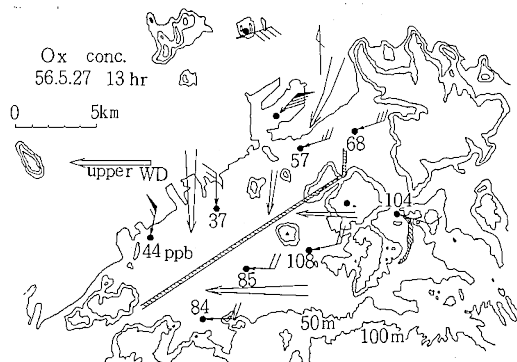


図12 事例日(1981年5月27日 13時)

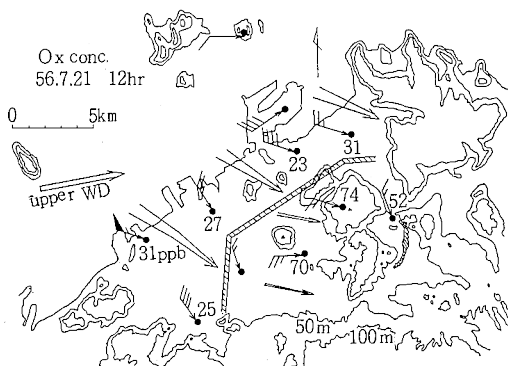


図13 事例日(1981年7月21日 12時)

Ox max値については、臨海部が最も低濃度に、逆に内陸部等は高濃度となりやすい。光化学反応により生成したOxは山岳部へも輸送されるが、その寄与は臨海部上空、内陸部上空よりも小さく、タイムラグもみられる。

3. 同地域におけるOx max値の出現状態をA~D4つの型に分類した。各型が出現する時の気象状況については瀬戸内独特のスケールの異なる局地風が存在し、それらが複雑に作用し合っているためと推察された。

D型のように、臨海部のみが低濃度となる場合も少なからず出現するので、Ox計による常時監視は臨海部のような都市域を中心とした地域以外の、いわゆる非汚染地域についても大切であると考えられた。

最後に、本調査を実施するにあたり、機器の設置、管理等に多大の御協力をいただいた坂出市、丸亀市、善通

寺市, 飯山町, 満濃町, 琴南町をはじめ関係者各位に心から感謝の意を表します。

文 献

- 1) 気象研究所：局地風と大気汚染物質の輸送に関する研究，気象研究所技術報告第11号(1984)
- 2) 公害資源研究所：光化学大気汚染にかかわる低層大気中のオゾンの動態に関する研究，公害資源研究報告第30号(1984)
- 3) 山本務，中野智，岩崎幹男，他：香川県公害研究センター所報，6，87(1981)
- 4) 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)
- 5) 藤岡博文，瀬戸義久，中野智：香川県公害研究センター所報，6，79(1981)
- 6) 文部省環境科学特別研究S702検討班：内陸域における局地気象と大気汚染物質の広域拡散，P94，環境科学研究报告集B180-S702(1983)
- 7) 横浜市公害研究所：南関東地域における光化学大気汚染に関する総合調査報告書，P119(1983)
- 8) 村尾直人，大喜多敏一，太田幸雄：天気，29，5，537(1982)
- 9) 村尾直人，大喜多敏一，太田幸雄：大気汚染学会誌，17，4，288(1982)
- 10) 濁義明，山口道雄，山田恭三：長崎県衛生公害研究所報，23，9(1981)
- 11) 岡山県・香川県：岡山・香川両県共同光化学スモッグ調査報告書，P84(1975)
- 12) 環境庁大気保全局：瀬戸内地域における光化学大気汚染関係資料 P116(1982)
- 13) 日本気象学会：気象研究ノート第125号，P18(1975)
- 14) 中林正一，三好健治，山本務，他：香川県公害研究センター所報，4，97(1979)
- 15) 小出孝，荒川正一，木村富士男，他：日本気象学会春季大会講演予稿集，41，77(1982)
- 16) 中島鶴太郎，田中正昭：京都大学防災研究所年報，21，113(1978)
- 17) 木村正樹，山本務，岩崎幹男，他：香川県公害研究センター所報，6，121(1981)
- 18) 環境庁：昭和55年度光化学大気汚染予測システム設定調査(瀬戸内地域)，数理計画(1980)
- 19) 若松伸司：天気，22，8，454(1975)

表5 気象観測結果

項目			型の分類	地上気象					上空風				上空気温(低層ゾンデ)						
				9時地上気圧傾度		地上気温℃		日射量 kWh/日	朝替の 海陸風交 替の有無	四電200mH		パイポール(午後)		1,500mH の 気温℃		地上~1,000 mH間の平 均気温減率 ℃/100m			
				気圧傾 度力 mb/4,0 000km	地衡 風向	日最高 気温	日較差			ベクト ル値	スケ ール値	ベクト ル平均 風向	鉛直 構造	循環風形 成の有無 とその持 続時間	午前	午後	午前	午後	
53	6	6	その他	7.0	E NE	26.4	10.1	449	○	1.6	3.7	SW	3層	循環短	10.9	11.3	0.92	1.07	
		7	B	6.4	E SE	27.1	12.7	479	○	1.0	1.4	NNE	3層	循環短	11.2	12.0	0.83	0.81	
		8	A	5.4	WSW	28.5	14.8	447	○	0.9	1.4	WSW	3層	循環長	13.1	17.2	0.62	0.81	
	8	9	A	9.5	WSW	28.2	12.2	424	○	1.6	2.2	NE	3層	循環短	14.7	17.0	0.56	0.95	
		29	A	0.8	NNW	32.7	11.3	363	○	2.5	2.9	SW	3層	循環長	16.5	19.5	0.84	0.85	
		30	A	2.5	E SE	31.8	10.0	329	○	0.9	3.4	ENE	2層	循環短	17.2	16.4	0.82	1.17	
		31	B	8.0	E SE	31.5	9.6	357	×	6.6	6.9	NE	1層	卓越NE	16.2	18.1	0.92	0.90	
		9/1	C	22.5	E	30.7	7.4	251	×	6.3	6.4	NNE	1層	卓越NE	15.9	15.7	1.00	1.04	
		54	5	29	B	6.9	NW	31.8	15.0	578	×	8.3	8.4	SW	1層	卓越SW	16.7	20.4	0.52
30	B			21.0	E	25.3	10.4	621	×	5.7	6.2	ENE	1層	卓越E	11.4	8.4	0.96	1.15	
31	B			10.6	E	24.7	13.4	664	×	2.3	2.8	NE	2層	循環短	8.2	10.1	0.71	0.98	
8	6/1		A	4.2	WNW	25.3	13.0	412	○	0.5	1.4	ENE	2層	循環短	12.4	13.2	0.60	0.88	
	28		B	13.7	E NE	31.2	8.1	440	×	1.8	5.2	WNW	1層	卓越W	15.0	15.5	0.93	1.08	
	29		B	10.1	E	26.9	6.2	452	×	5.0	5.1	NE	2層	卓越W/NE	15.0	16.6	0.82	0.80	
	30		B	9.7	E	28.5	8.1	415	×	3.8	4.0	NE	1層	卓越NE	16.4	17.3	0.70	0.83	
	31		その他	7.7	E	28.2	5.5	411	×	5.3	5.4	NE	1層	卓越E	16.5	16.7	0.67	0.95	
	55		5	27	C	6.5	NNW	23.2	10.5	594	×	8.0	8.3	SW	1層	卓越SW	7.0	10.6	1.16
28		B		8.1	W	25.3	13.4	500	○	0.3	1.2	NNE	3層	循環長	14.2	16.7	0.51	0.76	
29		D		2.9	SSW	24.2	10.1	404	○	2.0	2.5	NE	*	* * *	16.0	17.4	0.25	0.52	
6		17	C	15.1	W	32.8	10.6	315	×	6.9	7.3	SW	1層	卓越SW	15.0	20.2	1.00	0.67	
		18																	
		19	D	14.6	E NE	25.5	5.9	278	○	0.8	3.3	NE	3層	循環短	10.5	13.4	0.96	1.00	
		26	D	8.7	WSW	31.3	9.6	298	○	0.6	2.0	W	2層	循環短	18.3	19.7	0.49	0.68	
8		27																	
		28																	
	17	D	6.1	E	28.5	11.5	356	○	0.5	3.3	NE	3層	循環短	13.2	18.1	0.83	0.79		
9	18	B	16.5	E	27.2	6.8	316	×	5.2	5.3	ENE	2層	卓越W/E	16.6	*	0.64	*		
	19																		
	56	5	27	D	3.9	WSW	28.6	14.4	399	○	0.9	3.1	SE	3層	循環短	16.2	*	0.46	*
28																			
7		21	D	3.3	WNW	35.0	10.9	548	○	5.3	5.4	SW	2層	不明	19.6	20.6	0.86	0.84	
		22	C	2.5	N	34.1	8.7	441	×	6.0	6.1	SW	1層	卓越SW	*	*	0.96	1.14	
		5	C	18.7	NE	29.3	10.1	559	×	4.7	5.4	NNW	1層	卓越N	11.8	12.8	0.94	1.05	
		6	C	4.7	E NE	27.6	10.8	451	○	0.9	2.3	WSW	1層	卓越NW	11.6	*	1.05	0.95	
9	1	D	6.7	WSW	31.6	10.3	467	○	2.7	3.8	NE	2層	不明	*	22.4	*	0.58		
	2	C	10.4	SW	32.2	9.9	337	○	1.9	2.5	ENE	2層	卓越S/E	*	*	*	*		
57	5	25	A	8.8	NW	25.6	11.3	573	○	0.2	2.1	NNE	3層	循環中	12.8	13.0	0.52	0.71	
		26	D	6.3	WNW	28.1	12.0	642	○	3.2	3.5	SW	3層	循環短	11.3	11.3	0.65	0.65	
		27	D	5.4	WNW	27.4	11.6	623	○	4.5	4.8	SW	2層	不明	14.6	*	0.52	*	
	8	24	C	1.8	SSW	31.6	8.4	413	○	2.7	3.1	NE	3層	循環短	18.1	19.1	0.66	0.58	
		25	C	6.7	S SE	31.8	8.8	493	×	7.0	7.1	ENE	1層	卓越SE	17.2	19.0	0.55	0.59	
		26																	

注 ① 型の分類は図4による分類に一致
 ② 朝の海陸風交替の有無のうち、○印：有、×印：無

表6 NO, NO₂ 測定結果

項 目		NO (ppb)										NO ₂ (ppb)												
		7～9時の3時間平均値					日 平 均 値					7～9時の3時間平均値					日 平 均 値							
年	月	区域 日	島し よ部	臨海 部	臨海 部上空	内陸 部	山岳 部	島し よ部	臨海 部	臨海 部上空	内陸 部	山岳 部	島し よ部	臨海 部	臨海 部上空	内陸 部	山岳 部	島し よ部	臨海 部	臨海 部上空	内陸 部	山岳 部		
53	6	6	*	4				*	4				*	16				*	18					
		7	14	6					*	7				18	18				26	25				
		8	9	10					17	10				17	28				31	31				
		9	10	8					9	8				16	25				20	28				
	8	29	6	5					4	4				14	15				14	14				
		30	6	5					3	3				14	13				13	12				
		31	3	2					3	2				11	9				8	9				
		9/1	1	4					1	3				4	10				4	9				
		29	*	5					*	3				*	19				*	14				
54	5	30	6	2				6	2				17	11				21	10					
		31	6	3					7	5				15	12				28	19				
		6/1	18	12					11	7				41	31				40	27				
		28	2	18					2	7				7	22				7	16				
	8	29	4	5					3	4				11	13				10	15				
		30	3	10					3	5				7	16				9	14				
		31	4	6					3	4				10	13				10	12				
		27	1	2		2			2	3		2		3	8		4		7	12			5	
		28	27	7		3			16	8		3		35	19		12		35	25			12	
55	6	29	6	23		5		6	14		5		17	28		14		21	28			17		
		17	56	18		5		29	11		3		30	14		8		21	14			8		
		18																						
		19	2	8		4		8	5		3			8	18		12		23	16			9	
	8	26	8	13		6		5	7		3			18	20		13		19	21			11	
		27																						
		28																						
		17	4	9		4		4	5		3			14	17		8		17	18			9	
		18	3	8		4		3	4		2			8	16		11		10	12			8	
56	5	27	71	16		5		31	8		3		48	29		13		45	31			13		
		28																						
	7	21	12	4		2		11	3		3			24	14		5		23	13			6	
		22	9	9		3		14	7		3			21	13		7		24	14			6	
		5		4		3			3		2				11		7			10			7	
	8	6		9		10			5		3				14		10			13			8	
		1		12		3			8		2				8		3			11			3	
	57	5	2		10		3			8		2			8		3			10			2	
			25	26	19	5	3	2	12	8	5	2	2		31	29	20	10	2	25	25	18	9	3
26			25	17	5	2	1	7	9	5	1	1		30	24	11	5	1	16	18	10	5	2	
8		27	5	5	5	1	1	4	3	5	1	1		14	12	5	4	1	15	12	7	4	2	
		24	*	10	5	2	1	10	6	4	2	1		*	9	6	3	1	17	10	7	4	1	
		25	10	8	5	4	2	8	4	3	2	2		11	5	3	4	1	13	5	4	3	1	
		26																						

表7 O_x 測定結果

項目		O _x (ppb)															備考				
		1～6時の6時間平均値						日平均値					日最高濃度								
		区域	島しょ部	臨海部	臨海部上空	内陸部	内陸部上空	山岳部	島しょ部	臨海部	臨海部上空	内陸部	内陸部上空	山岳部	島しょ部	臨海部		臨海部上空	内陸部	内陸部上空	山岳部
53	6	6	21	30				36	45						64	95					
		7	12	18				23	32						74	72					
		8	3	7				35	43						104	114					
	8	9	8	11				33	36						81	92					
		29	24	16				54	42						114	113					
		30	29	17				56	44						118	98					
		31	43	30				53	40						98	78					
		9/1	35	26				41	32						54	52					
		29	35	35				58	47						93	79					
54	5	30	37	27			44	36						72	68						
		31	25	17				31	29					76	80						
	6/1	6	11				30	33					84	97							
	8	28	24	14				35	23					77	64						
		29	19	7				37	25					72	60						
		30	11	10				26	20					64	60						
		31	17	13				50	28					136	79						
55	5	27		33		43	41		32		42	48		54		55	58				
		28		11		18	37		27		39	54		79		90	88				
		29		5		17	40		18		36	43		69		77	90				
	6	17		1		3	17		5		11	19		15		32	30			22～24時雨	
		18																			4～11時に雨
8	19		10		27	37		16		33	30		39		65	52					
	26		7		6	21		16		27	41		54		87	81				21～24時雨	
	27																			1～10時に雨	
	28																			14～24時に雨	
9	17		7		11	35		22		28	49		63		79	95					
	18		6		10	17		20		21	35		60		54	66					
	19																				
5	27		8		16			25		47			74		108					データの欠測多	
	28																			9時に雨	
56	7	21		8		8	40		18		23	49		37		72	75				
		22		12		13	36		14		15	35		31		40	55			18～19時に雨	
	8	5		11		7	26		16		17	29		34		39	35				
		6		4		1	25		16		15	44		56		53	60				
		9	1		2		5		6		16			26		62					
57	5	2		1		3		4		12			15		35						
		25	8	8	21	24		84	33	24	37	44		72	77	87	91	87		89	
	8	26	9	6	13	17		58	34	21	34	36		63	72	58	59	61		79	
		27	22	17	24	19		61	45	26	41	40		73	74	57	69	65		89	
		24	0	2	*	2		5	9	8	*	4		14	39	40	50	41		39	
26						7	14	7	12	5		9	47	31	30	20		13			
																				台風	