

高知県における光化学オキシダント及び関連物質の 全般的状況について (第3報)

広橋俊郎・原田浩平・高岡真司
松村浩明・矢部武男^{*1}・白木恭一^{*2}

Survey of Photochemical Oxidants and relative Pollutants in Kochi Prefecture (III)

Syunro HIROHASI, Kouhei HARADA, Sinji TAKAOKA
Hiroaki MATUMURA, Takeo YABE, Kyouti SIRAKI

1. はじめに

環境基準未達成の原因解明のためのオキシダント調査は、予備調査も含めて昭和62年から行ってきた。オキシダントの常時監視局4局に加え汚染物質の影響が少ないと考えられるバックグラウンド地域として昭和63年には山間部、平成元年には海岸部にそれぞれ1地点を選びオキシダント及び関連物質の測定を行った。

しかし、常時監視局の中でオキシダント濃度が最も高い大津局のデータは、これらのバックグラウンド地域と比較した場合大差はみられなかった。また、これまでに得られたデータからは、光化学反応の関与は推定できなかった^{1), 2)}。

今回は、大津局周辺地域の上層風調査とBELLAMY法による水平発散量の検討を行った。また、須崎地域においてオキシダント関連調査を実施したので併せて報告する。

2. 方法等

2.1. 調査期間

光化学オキシダント

常時監視局 平成2年4月1日～平成3年8月31日
須崎工業高校局 (移動測定車)

平成3年4月10日～7月20日

オゾン (UV法)

押岡公園局 平成3年4月17日～7月24日

上層風調査

砂地 平成2年6月11日～6月12日

平成2年8月28日～8月29日

平成2年12月11日～12月12日

水平発散量調査

平成2年6月6日～6月20日

平成2年7月11日～7月22日

平成2年8月1日～9月17日

2.2. 調査地点

図1、図2-1及び図2-2に示すA～Jの地点
(常時監視局)

- A: 丸の内局: 高知市のほぼ中央に位置し、周辺は高知城、県立大学、高校など文教施設の多い住宅地域である。
- B: 百石局: 高知市南部の臨港工場群 (主な窒素酸化物排出源としてセメント工場がある。) に近い住宅地域である。東方約100mに南北に通じる主要幹線道路がある。
- C: 大津局: 北方約100mに南国市と高知市中心部を結ぶ幹線道路が東西に通じている。周辺は田園地帯であるが、近年工場、住宅群が進出しつつある。
- D: 南国局: 局のすぐ南側を幹線道路が通り、周辺には市役所、銀行などの施設が多い。
- E: 押岡公園局: 須崎市押岡の谷間の小高い丘に位置し、周囲は田園地帯であるが、西方約1.5kmの所

*1 高知県衛生研究所

*2 高知県佐川保健所

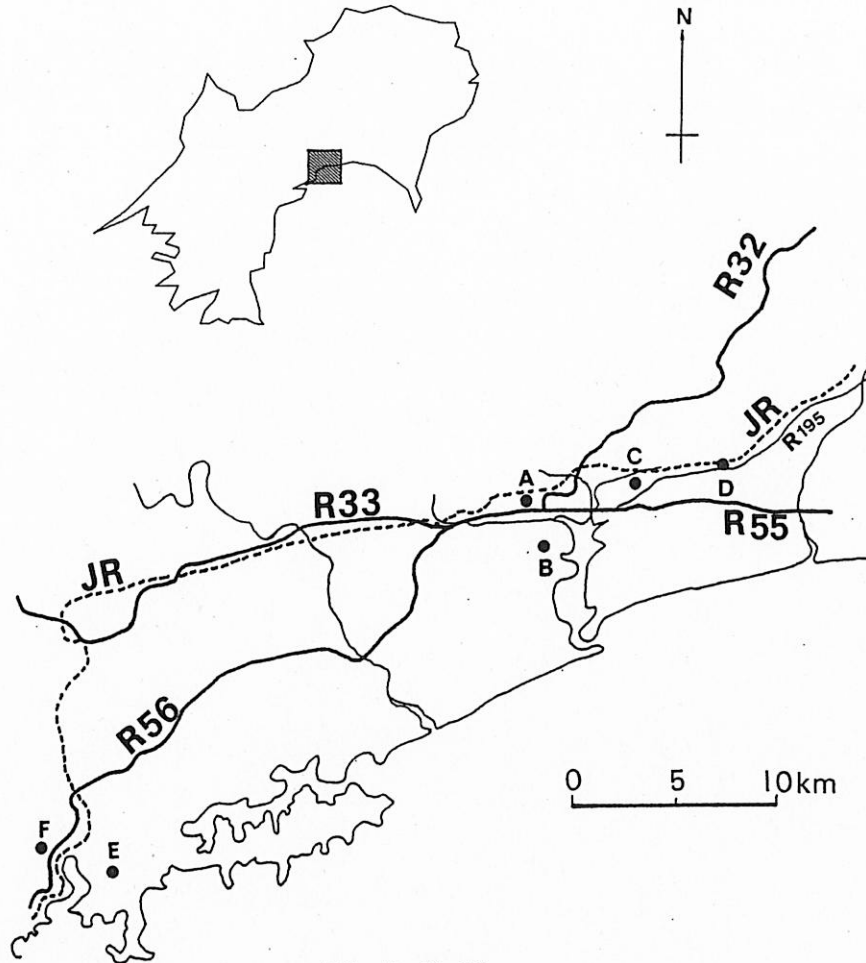


図1 位置図

にセメント工場がある。

(臨時局)

F : 須崎工業高校局 : セメント工場の西北西約 2 km の小高い山の上に移動測定車を設置した。工場をはさんで押岡局の対角線上に位置する。

G : 一宮局 : 高知市の北方にある高知市役所一宮支所の建物に微風向風速計を設置, 周囲は住宅及び商業地域である。

H : 高須局 : 国道55号線沿いの民有建物に微風向風速計を設置, 周囲は商業地域である。

(気象調査地点)

I : 五台山山頂 (標高138.8m)

J : 砂地 : 田園と河川に囲まれた埋立地である。

2.3. 調査項目及び方法

常時監視局4局と移動測定車により, 吸光光度法によるオキシダント濃度及び関連汚染物質濃度を測定した。また, UV法によるオゾン濃度を押岡公園局において測定した。

なお, 本文の中で中性ヨウ化カリウム法による測定値についてのみオキシダントと記し, UV法による場合及び一般的説明にはオゾンと記した。

上層風調査は, 砂地から上昇速度100m/minのパイロットバルーンを飛ばし, 五台山山頂でセオドライト(玉屋製TD-3)により観測した。

水平発散量調査は, 図2-1に示す地点G, Hに臨時測定局をもうけるとともに, 地点B, Cのデータを用いた。

発散量の計算は次式によった。

風の測定ができる3地点a, b, cを選び, 各地点の風速による三角形abcの面積変化を別々に算出し合計することにより発散量を求める。

今, a点の気塊が風速によりa'点に移動したとするとこれによる発散量DIVaは

$$DIVa = \frac{1}{\Delta t} \left(\frac{a'bc - abc}{abc} \right) = \frac{1}{\Delta t} \left(\frac{ha' - ha}{abc} \right) = \frac{na}{\Delta t \cdot ha}$$

a点の風向風速をWD(16D), WV, 辺BCの北との角

度を θ (rad) とすると

$$na = WV \cdot \sin \left(WD \cdot 22.5 \cdot \frac{2\pi}{360} - \theta + \pi \right)$$

$$DIVa = \text{Const} \cdot WV \cdot \sin \left(WD \cdot 22.5 \cdot \frac{2\pi}{360} - \theta + \pi \right) / ha$$

$$DIV = DIVa + DIVb + DIVc$$

$DIV > 0$ 発散 (下降流)

$DIV < 0$ 収束 (上昇流)

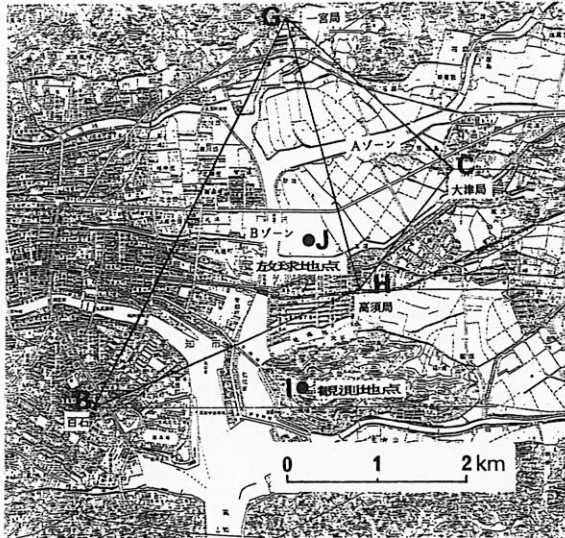
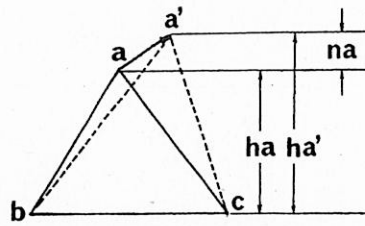


図 2-1 気象観測位置図

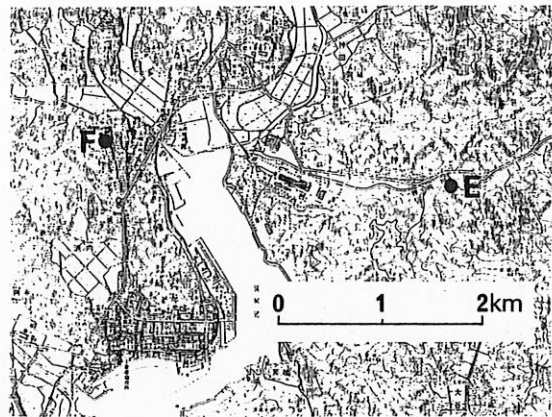


図 2-2 須崎地域位置図

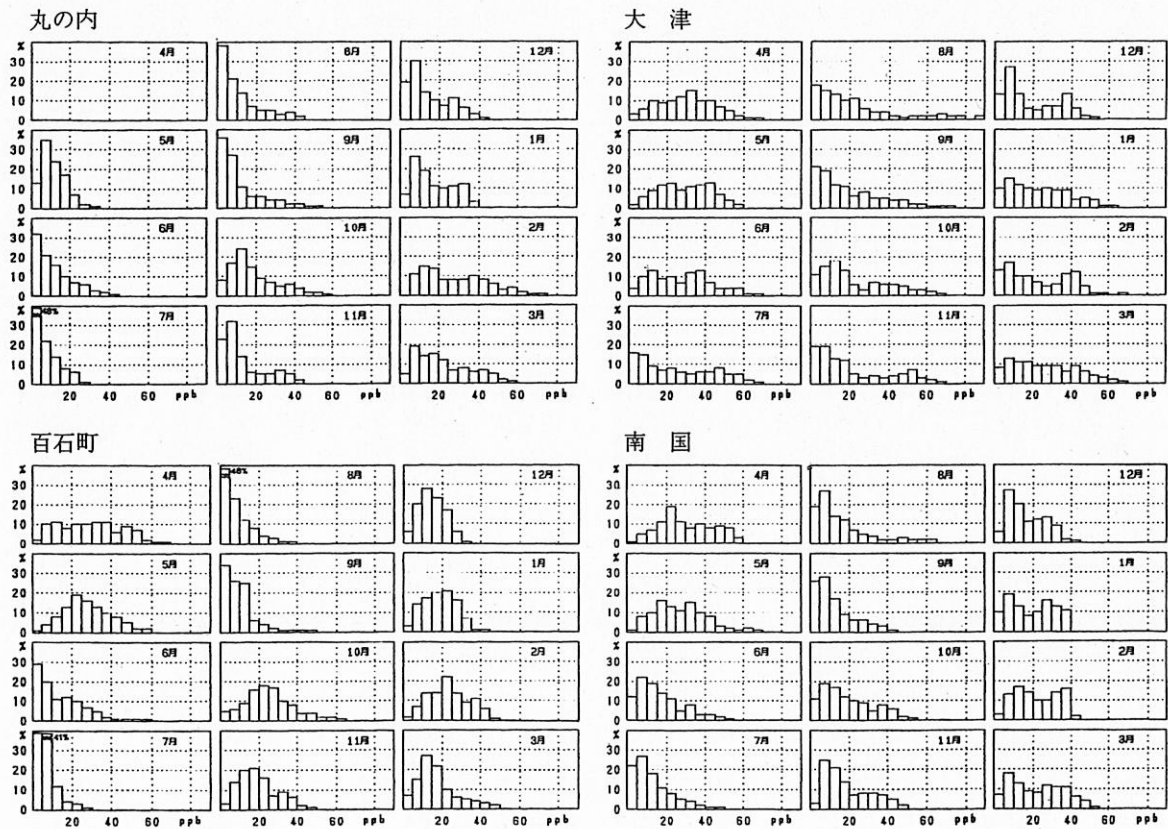


図 3 オキシダント濃度の頻度分布図

3. 測定結果と考察

3.1. 高知地域のオキシダントの概要

3.1.1. 気象⁴⁾とオキシダント

4月、5月の気温は平年並みだったが6月になって高温となり梅雨期は雨が少なかった。また、梅雨明けから8月前半にかけてほとんど雨がふらず、猛暑と日照りが続いた。8月後半から一転して雨が多くなり、9月は平年の2倍近い雨量となった。春、夏と続いた気温の高い状況は容易に変わらず、年間を通じ全体的に高温であった。

オキシダント濃度は、夏から秋にかけて高濃度日が多く。また、2月に最高濃度を記録する等例年と異なった様相を示した。しかし年最高濃度は100ppbを超

えておらず例年のレベルであった。

3.1.2. 常時監視局のオキシダント

図3に各測定局のオキシダント濃度頻度分布図を示した。例年7月から冬期にかけてオキシダント濃度が低下するが、平成2年度は8月に高濃度日が観測された。このことは、大津局において特に顕著であった。

図4に過去6年間におけるオキシダントの日最高濃度が60ppbを超えた延べ日数を10ppb間隔で示した。昭和61年から平成元年までは5月を中心とした3ヶ月に集中しているが平成2年度は8月、10月、11月に多く出現した。これは、7月17日から8月11日まで連続無降水日を記録し、猛暑となった事と関連があると推測された。また、昭和62年をピークに60ppbを越える日数は減少傾向にあり約30%になっている。平成3年は例年とおりのパターンとなった。

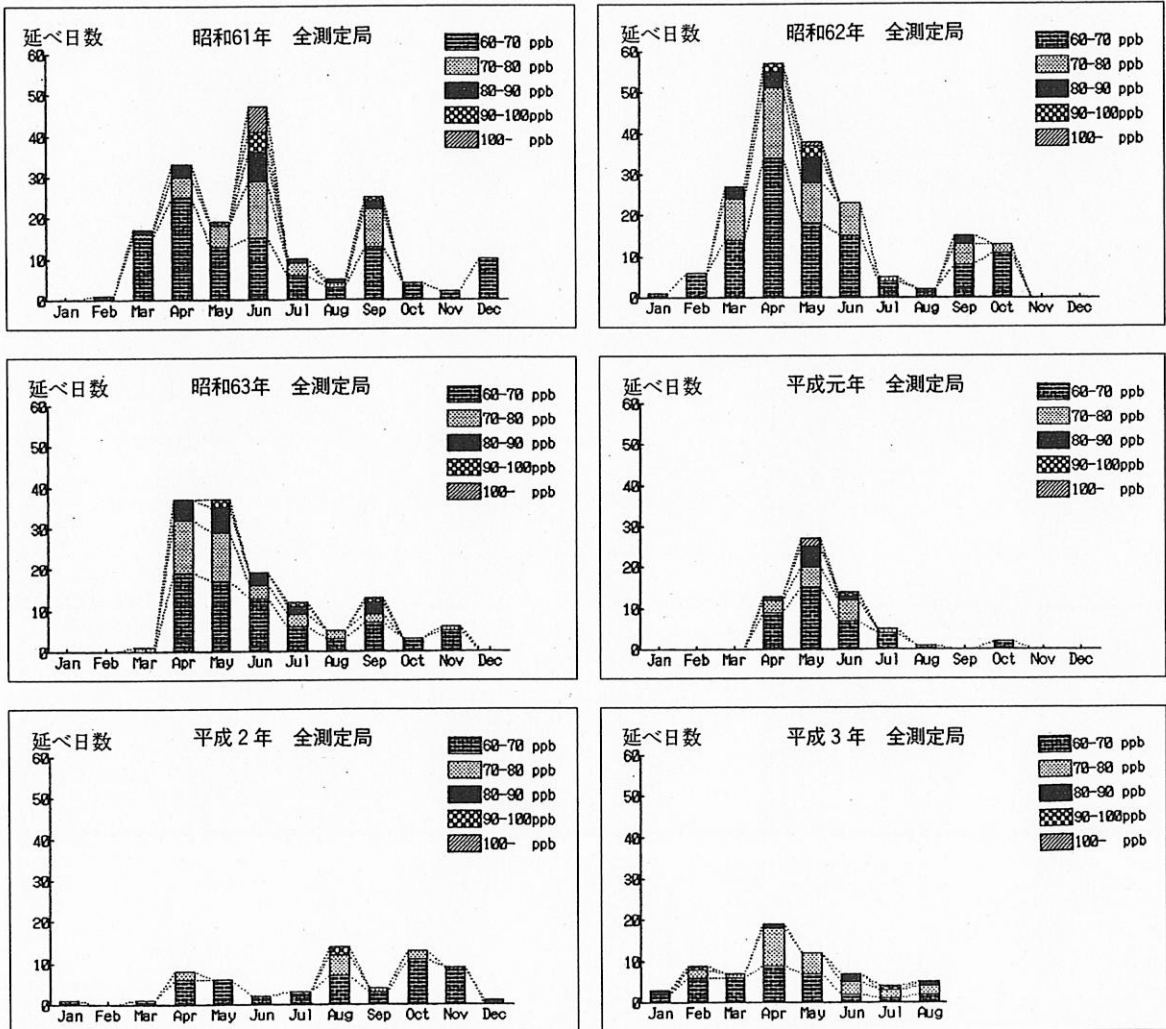


図4 日最高オキシダント濃度が60ppbを超える延べ日数

3.1.3. 梅雨明け後のオキシダント高濃度日

7月17日四国地方梅雨明け以後8月11日までの各測定局の汚染物質濃度を表1に示した。図5に8月1日から6日までの各局のオキシダント、二酸化窒素、気象要素の変化を示した。大津局の最高濃度は5日、6日と連続して94ppbを記録しており例年の5月下旬のパターンに良く似ている^{1),2)}。この期間百石局の一酸化窒素が年平均値の2倍の値を示しているが、二酸化窒素は年平均値と等しかった。

この事は、窒素酸化物の光化学反応への関与を推測させるが、反応速度や大気上層での混合状況など不明な要因が多く即断は出来ない。

3.2. 水平発散量の検討

3.2.1. 水平発散量と関連項目の状況

図6-1~図6-4に高知地域で行った水平発散量と関連する測定項目の結果を示した。測定地点が少なく解析にはやや難があるがおおよそ次のことが判った。

- 1) 発散、収束の地域差は日射量の大きな日に強く現れる。また午前中は差がみられないが午後から差がみられるようになり、Aゾーンは発散の傾向を示し、Bゾーンは収束の傾向を示した。
- 2) Aゾーンの水平発散量が大きいい日は大津局におけるオキシダント濃度も高く、小さい日は低い濃度を示す。

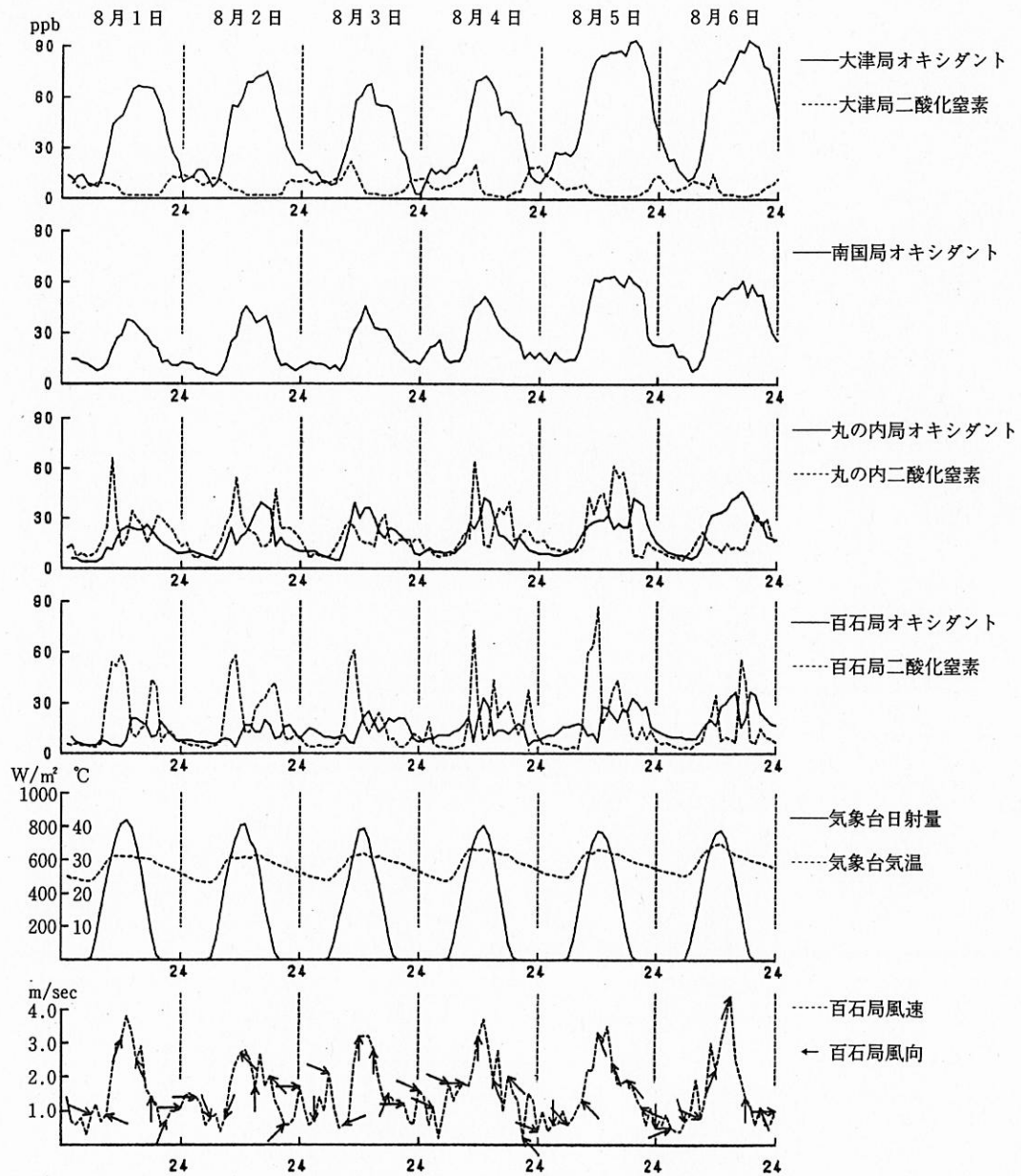


図5 梅雨明け後のオキシダント高濃度日の測定結果

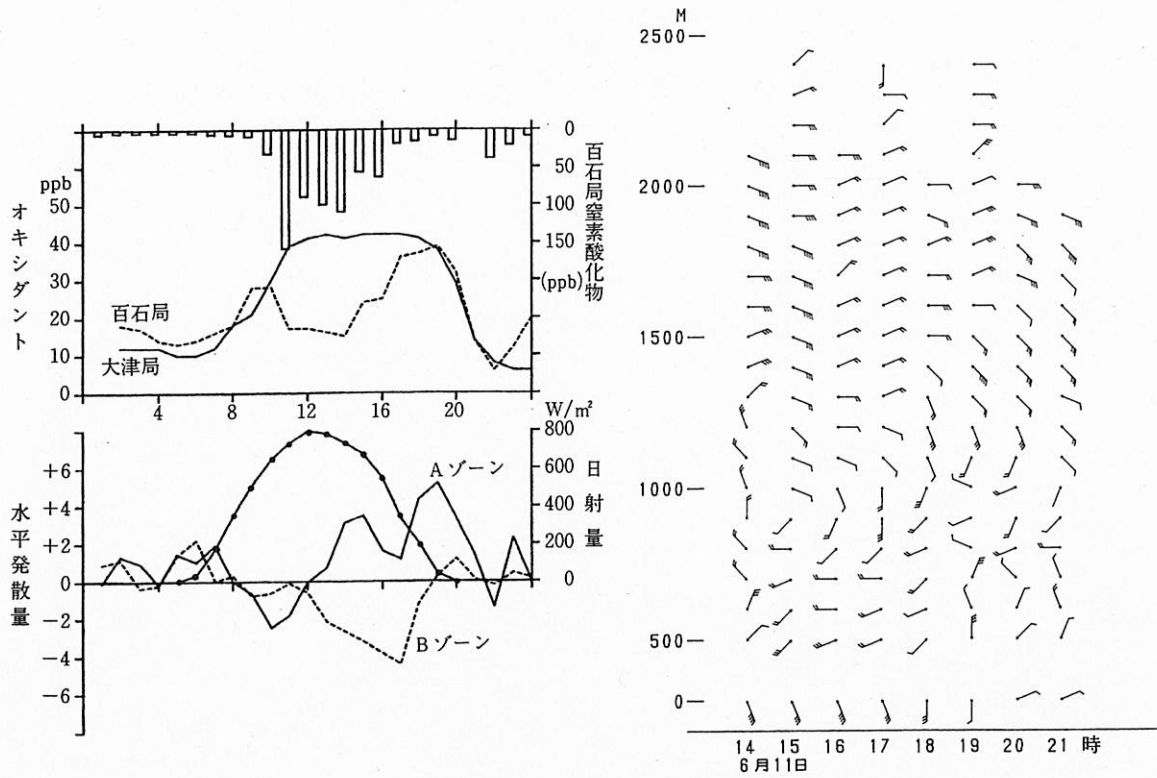


図6-1 6月11日の測定結果

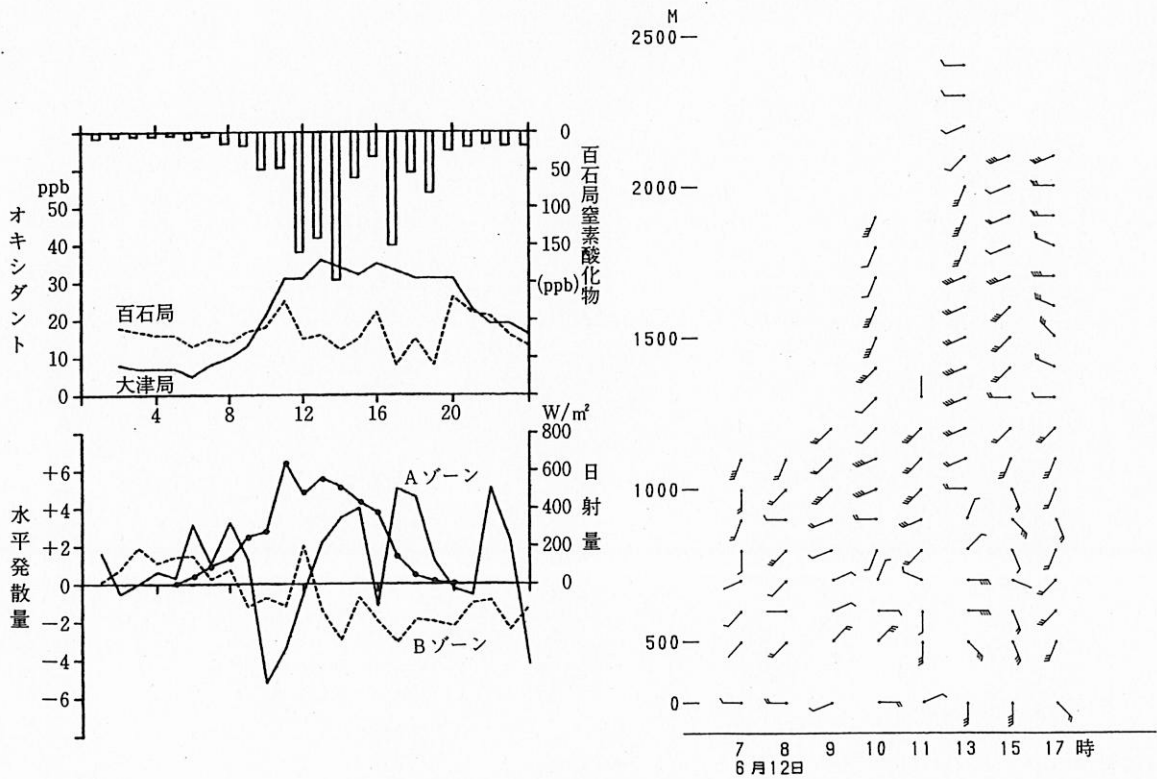


図6-2 6月12日の測定結果

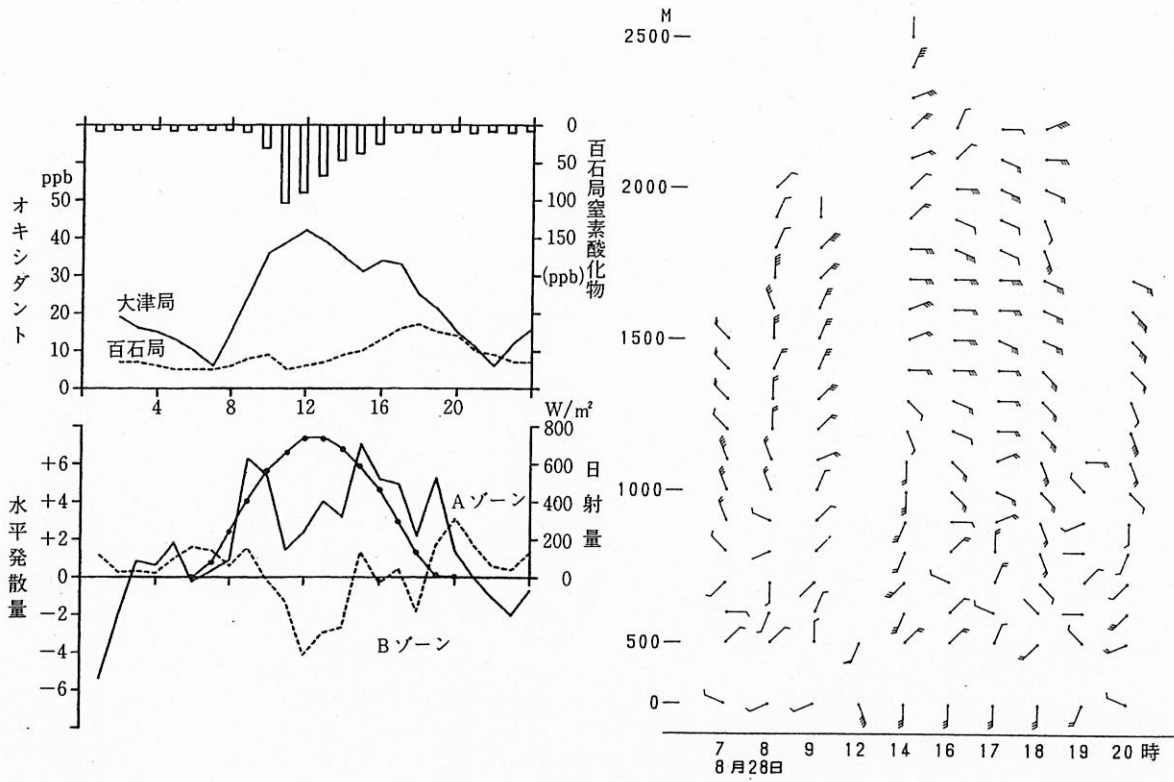


図6-3 8月28日の測定結果

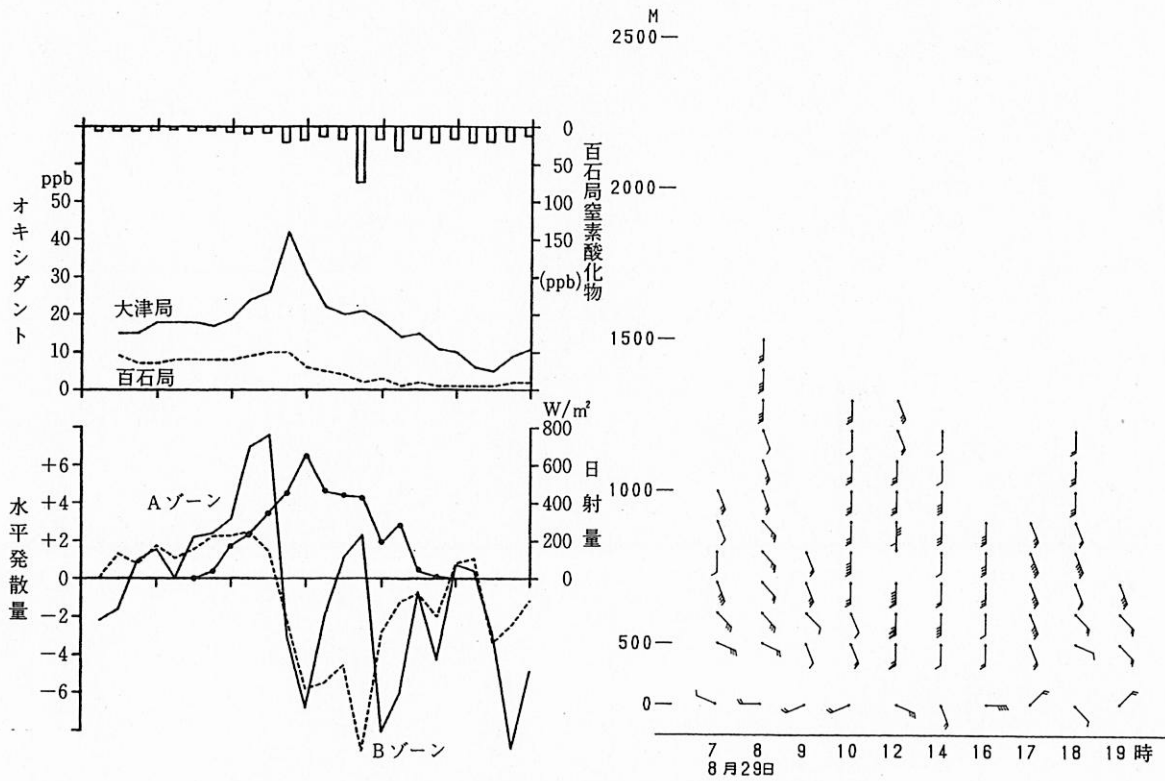


図6-4 8月29日の測定結果

表1 各測定局の汚染物質濃度

		大津局		南国局		丸の内局		百石局	
		7/17~8/11	年間値	7/17~8/11	年間値	7/17~8/11	年間値	7/17~8/11	年間値
オキシダント	昼間の測定時間数	392	4453	405	5351	405	4708	405	5132
	最高値 (ppb)	94	95	64	67	46	77	50	72
	昼間の平均値	39	28	21	21	15	17	11	19
一酸化窒素	測定時間数	648	8638	-	-	648	8474	648	8520
	最高値 (ppb)	16	152	-	-	166	205	220	358
	平均値 (ppb)	2	6	-	-	10	18	20	10
二酸化窒素	測定時間数	648	8638	-	-	648	8474	648	8520
	最高値 (ppb)	29	78	-	-	87	130	87	87
	平均値 (ppb)	6	12	-	-	17	22	14	14

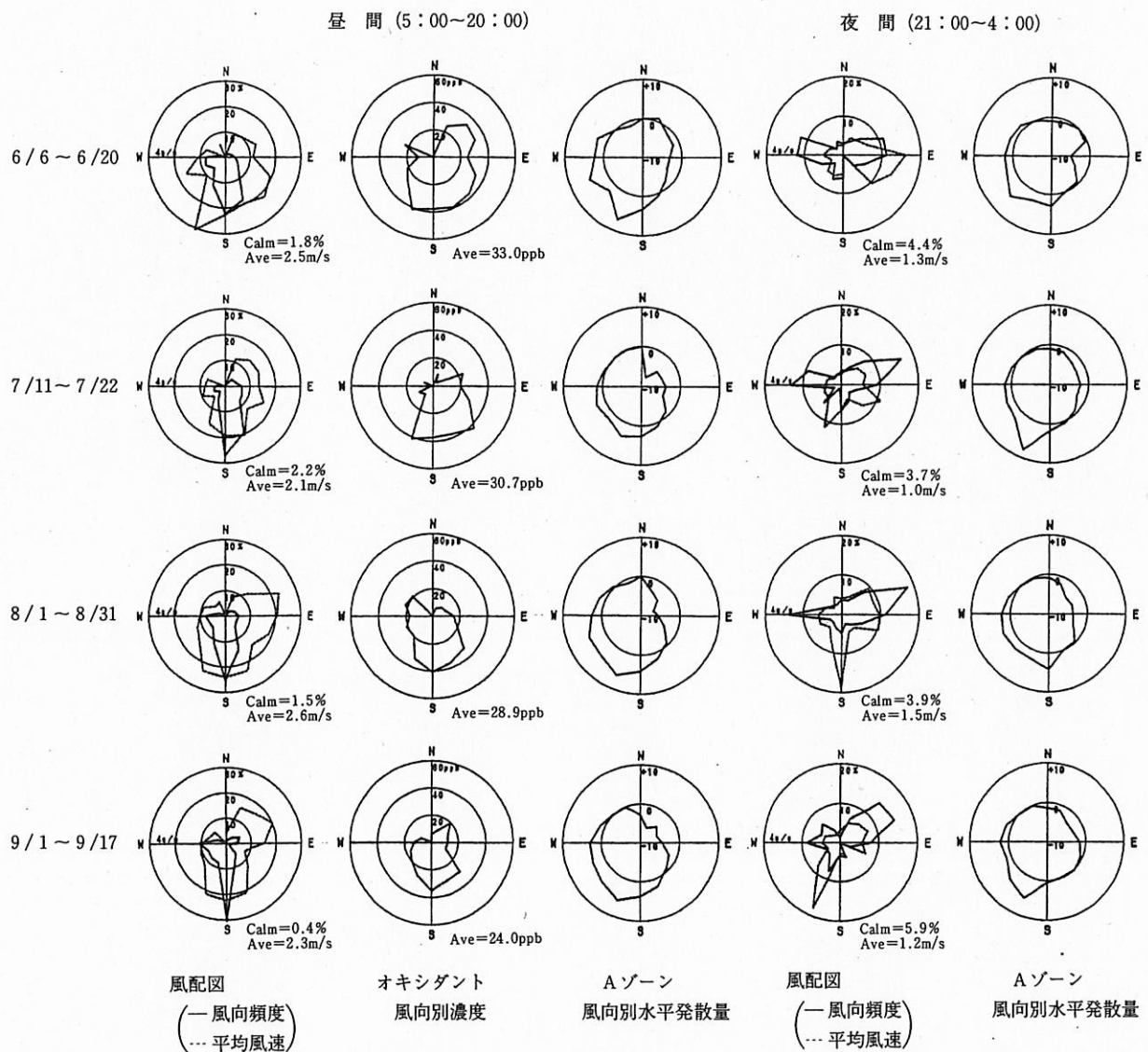


図7-1 大津局における風特性

3) Bゾーン内にある百石局は大津局に比してオキシダント濃度は低い。地域が収束性であるとともに、セメント工場から排出される窒素酸化物が直接的に影響を及ぼしている。

4) 大津局、百石局ともに日中は海風とみられるS風が卓越するが夜間はWN風が優位となる。

5) 上層風の風向と地表オキシダント濃度には関係が認められない。

以上により次のことが推測された。

日中の地表面の加熱により海陸風が発達するが、海風は地表面のさまざまな形状により下降流上昇流を惹起する。一般に市街部では上昇流となり収束性の傾向を示し、田園部は発散性となり、上層大気の下層現象

が考えられる。

上層大気は地表面よりオゾンが多く含まれていると考えられることより、田園部におけるオキシダント濃度は市街部における値より高い数値を示すことになる。以上は地表面にきわめて近い接地層についての推測であるがさらに大きなスケールの変化(広域移流や季節的変動)については言及できない。

3.2.2. 風向別水平発散量

図7-1~図7-2に大津局における風向別水平発散量の平均値と百石局における風向別水平発散量の平均値とを各々昼夜別に示した。

大津局では昼間S風が主風向なので、Aゾーンは6月から9月までおおむね下降流の雰囲気にあった。夜

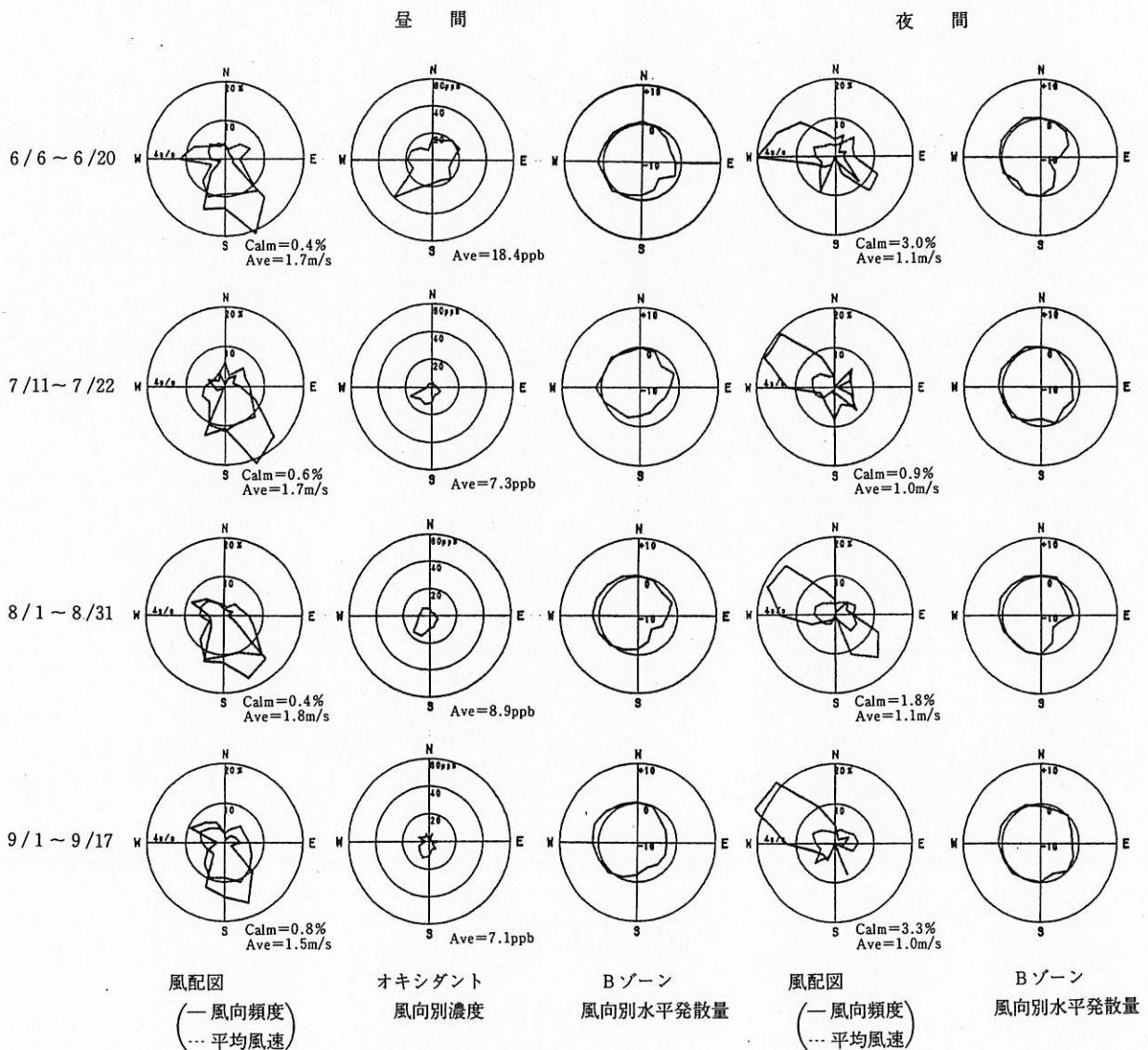


図7-2 百石町における風特性

間はE風とW風が主風向となっているので6月にははっきりしないが夏から秋にかけてNE風の頻度が多くなるので上昇流の雰囲気であると推測された。

百石局は昼間SE風が主風向でありBゾーンでは上昇流、夜間はW風からNW風が主風向となるので下降流の雰囲気であった。

3.3. 須崎地域のオキシダントの概要

平成3年度高知市と並んで窒素酸化物の発生源のある須崎市に移動測定車を設置して(移動局F)オキシダントと汚染物質の測定を行ったが、須崎地域のオキシダントは高知市大津局の濃度より概ね低い値で推移しており光化学反応によるオキシダントの生成は認められなかった。

表2 須崎地域と大津局の汚染物質濃度
(平成3年4月17日から7月24日)

		押岡公園局	須崎工業高校局	大津局
オキシダント	昼間の測定時間数	(*) 1287	1389	1384
	最高値(ppb)	78	74	85
	昼間の平均値	22	23	34
一酸化窒素	測定時間数	2245	2023	1987
	最高値(ppb)	620	257	60
	平均値(ppb)	27	4	3
二酸化窒素	測定時間数	2245	2023	1987
	最高値(ppb)	66	70	43
	平均値(ppb)	8	7	10

(*)押岡公園局のオキシダント欄はオゾン

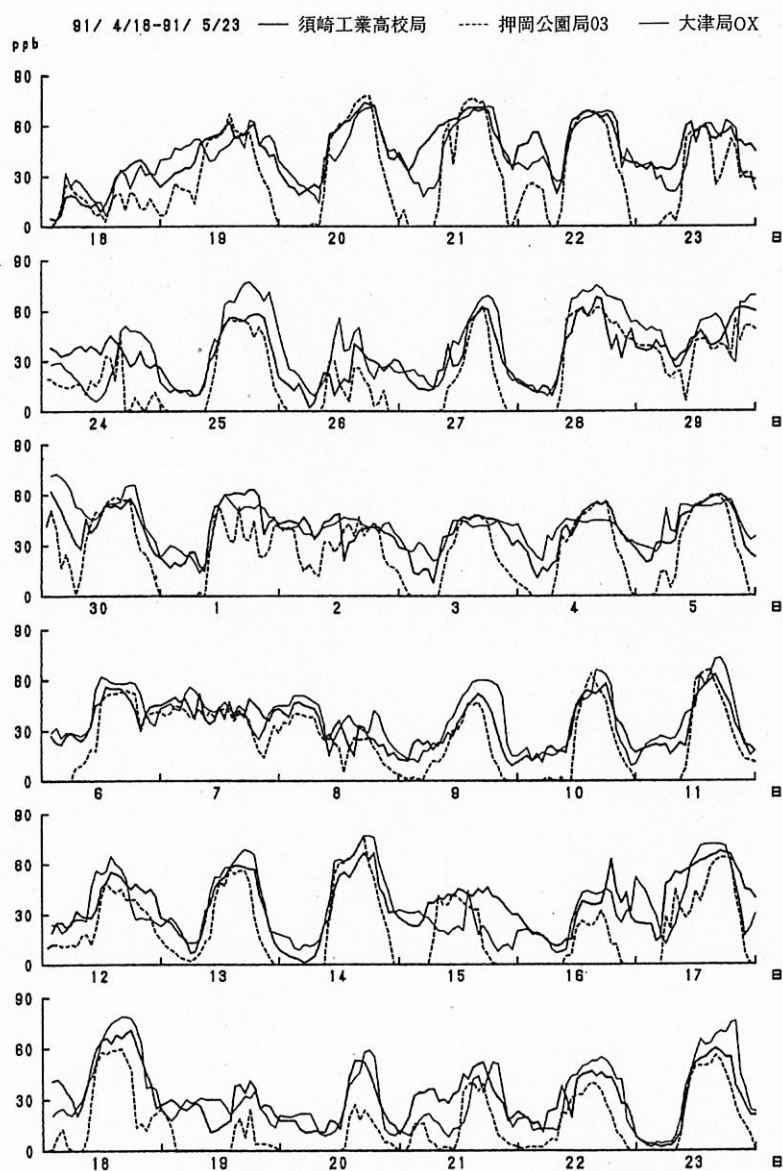


図8 須崎地域のオキシダント及びオゾンの経時変化

3.3.1. 押岡局の地形的特徴

夜間はNE風が主風向となり工場から排出された窒素酸化物が押岡川に沿って流れ一酸化窒素の平均値が高い。昼間は逆にSEからの風が多く、排ガスは北の開けた平野に拡散するものと考えられる(図2-2)。

3.3.2. オキシダント及びオゾンの経時変化

平成3年4月17日から7月24日までの汚染物質の濃度を表2に、経時変化の一部を図8に示した。臨時局のオキシダント濃度は、期間中の昼間平均で高知市大津局より10ppb程低いものの両局の相関は大きく、日最高濃度ではあまり差がなかった。これは、オキシダント現象が高知市、須崎市の距離ではほとんど差異が認められないくらい広域的現象であることを示すものであり、大津局が発生源の影響が少ないのに比べ須崎市の押岡局と臨時局の両局は発生源に近く、この排ガスの影響によりオキシダント濃度の平均値が低くなったと考えられた。また、押岡局のオゾンは、NE風が吹く午後11時から午前8時頃までの間は窒素酸化物によりほとんど完全に分解されている。

4. おわりに

高知市と須崎市でオキシダント濃度と関連物質濃度を測定するとともに、高知地域について水平発散量調査を行い濃度変化の要因について検討した。

1) 大津局のオキシダント濃度は、測定局周辺に田園

が多く存在し、オゾン消費する汚染物質が少ないこと、また日中には海風が卓越するとともに発散性の地形的特性を有するため下降気流によって上層オゾンが供給されるものと考えられた。

2) 高知地域と須崎地域のオキシダント濃度変動の相関は大きく、オキシダントの発現は広域的現象と見られた。なお、オキシダント現象解明のためには他の汚染物質(炭化水素、PAN、過酸化水素等)も併せ総合的解析が必要と考える。

今回はじめて気象調査を行ったが力量と経験不足から十分なデータ収集と解析を実施する事は出来なかった。今後の糧としたい。

参考文献

- 1) 矢部武男ら：高知県における光化学オキシダント及び関連物質の全般的状況について(第1報)，高知県公害防止センター所報，5，11-28，1988
- 2) 広橋俊郎ら：高知県における光化学オキシダント及び関連物質の全般的状況について(第2報)，高知県公害防止センター所報，6，11-28，1989
- 3) Bellamy: Objective calculation of divergence vertical velocity and vorticity Bull. Amer. Soc., 30, 40, 1949
- 4) 高知地方気象台：1990年の天気概況，1991