

# 中讃地域内陸部における海陸風循環特性と光化学オキシダントについて(第一報)

Photochemical Oxidants and Characteristics of Sea and Land Breeze Circulation above the Inlands in Chusan Area (I)

藤岡博文 三好健治 山本 務  
 Hirofumi FUJIOKA Kenji MIYOSHI Tsutomu YAMAMOTO  
 中林正一 森下玲子 納田徹也 美澤 誠  
 Masakazu NAKABAYASHI Reiko MORISHITA Tetsuya NŌDA Takeshi MI ZAWA

## はじめに

大気汚染物質の中でも広域性、被害状況等から光化学オキシダント(以下 $O_x$ )は、特に社会的影響の強い物質である。香川県では、この $O_x$ を常時監視すると共に高濃度による緊急時の発生の際には一次汚染物質である窒素酸化物(以下 $NO_x$ )の排出量規制等の施策で対処してきている。

さて、香川県の高松・中讃地域(4市5町)での $NO_x$ 排出量は1978年当時で $801 Nm^3/h$ (固定発生源:  $525 Nm^3/h$ , 移動発生源:  $176 m^3/h$ )排出され<sup>1)</sup>、中讃地域では、この半分以上を排出しているものと推測される。これら $NO_x$ と $O_x$ の関係を解明し、 $O_x$ の高濃度化を予測・防止する目的で、香川県は1978～1979年の2年に渡り、中讃地域の島しょ部、臨海部地域で $O_x$ の調査研究を実施してきた。その結果、 $O_x$ の高濃度化の場合、日中に海陸風循環が形成されていること・前夜の二酸化窒素(以下 $NO_2$ )濃度が高くなること等の事例が出現するという知見が得られた<sup>2)</sup>。

最近、内陸部での $O_x$ 高濃度が各地で議論されている。香川県でもこの問題に対処していくため、1980～1982年に内陸部での $O_x$ の挙動を把握すると共に、 $O_x$ の発生機構に関与していると考えられる海陸風の循環特性についての知見を得る目的で調査研究を実施している。1980年は、次の目的で第1回目の調査を実施したので、その結果を報告する。

- (1) 臨海部から内陸部への汚染質濃度の分布状態を把握する。
- (2) 昼夜の上空の風を把握し、海陸風循環の特性を推察する。
- (3) 汚染質の輸送状態を上記2点から推察する。

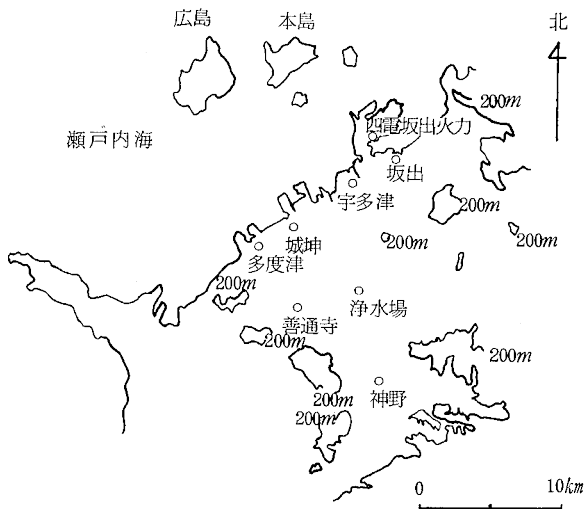


図1. 調査地点

表1. 調査項目および測定方法(大気汚染物質)

調査項目	調査方法	測定地点	観測時間
オキシダント	2%中性ヨウ化カリウム法による自動測定機	臨海部 宇多津 城 坤 多度津	0～24時
		内陸部(4.5km) 普通寺	
		内陸部(13.7km) 神野	
窒素酸化物	紫外線吸収法による自動測定機 ザルツマン法による自動測定機 (係数0.84 酸化率70%)	内陸山腹部(4.5km) 普通寺 浄水場	0～24時
		臨海部 宇多津 城 坤 多度津	
		内陸部(4.5km) 普通寺 内陸部(13.7km) 神野	

(注1) 普通寺浄水場は高度約50mの山腹に位置している。

## 調査方法

### 1 調査期間

1980年5月27日～29日，6月17日・19日，8月26日～28日，9月17日～19日の11日間。

### 2 調査地点

調査地点は，図1に示すように臨海部として四電坂出力発電所（以下四電）・坂出保健所・宇多津町役場（以下宇多津），城坤小学校（以下城坤）・多度津町役場（以下多度津），善通寺市役所（以下善通寺又は内陸部4.5km），旧神野小学校（以下神野又は内陸部13.7km），善通寺市浄水場（以下浄水場又は内陸山腹部4.5km）を選び実施した。

### 3 調査項目

調査項目は，大気汚染物質としてOx・NOx（NO+NO<sub>2</sub>）を，大気拡散場の要素として上層風・上層の気温・地上風・地上の気温・日射量・降雨量・雲量を測定すると共に，地上気圧傾度，地上の大気安定度（以下大気安定度）・混合層・逆転層高度を求めると共に，海陸風を調和解析した。これらの調査項目・測定方法の概略は，表1，表2，表3に示すとおりである。

表2. 調査項目および観測方法（大気拡散場）

調査項目	観測方法	観測地点	観測時間
上空の大気拡散場	高度2000mまでの風	内陸部 (4.5km)	善通寺 0～24時
	高度2000mまでの気温	臨海部	坂出保健所 9時15時30分
	高度200mの風	同上	四電坂出力 0～24時
高度200mの気温	煙突に設置した白金抵抗温度計による。	同上	同上 0～24時
地上風	風車型微風向風速計による。	同上	宇多津 0～24時
		同上	城坤 0～24時
		同上	坂出保健所 0～24時
地上大気安定度	日本式大気安定度表による。	内陸部 (4.5km)	善通寺 0～24時
		内陸部 (13.7km)	神野 0～24時
		臨海部	坂出保健所 0～24時
地上気圧傾度 (mb/10km)	$\frac{\Delta P_x}{\Delta x} = \frac{\sqrt{(\Delta P_x)^2 + (\Delta P_y)^2}}{\Delta x}$ $\Delta x: \text{大阪・広島間の距離}$ $\Delta y: \text{鳥取・室戸間の距離}$ $\Delta P_x: \text{大阪・広島間の気圧差}$ $\Delta P_y: \text{鳥取・室戸間の気圧差}$	東西方向 大阪・広島気象台	9時 21時
		南北方向 鳥取・室戸気象台	
		同上	

表2-1 日本式の大気安定度分類表

地上風速 m/s	日 中			夜 間		
	日射量 強>50	並 49~25	弱<24	本曇 (8~10)	上層雲 (5~10) 中・下層雲量 (5~7)	雲量 (0~4)
<2	A	A~B	B	D	G	G
2~3	A~B	B	C	D	E	F
3~4	B	B~C	C	D	D	E
4~6	C	C~D	D	D	D	D
>6	D	D	D	D	D	D

表3. 調和解析の方法<sup>3)</sup>

観測値に周期性があるものは，全て次のフーリエ級数に分解できる。  

$$y = a_0 + a_1 \cos x + a_2 \cos 2x + \dots + b_1 \sin x + b_2 \sin 2x + \dots$$
 今，海陸風の日変化を，フーリエ級数で分解し，1日周期 $\frac{1}{2}$ 日周期まで求めようとするれば，次式のようなになる。  
 まず海陸風の東西成分を $u$ ，南北成分を $v$ とし，各成分別に調和解析する。  

$$y_u = a_0 + a_1 \cos x + a_2 \cos 2x + b_1 \sin x + b_2 \sin 2x$$

$$y_v = a_0 + a_1 \cos x + a_2 \cos 2x + b_1 \sin x + b_2 \sin 2x$$
 ここで1日周期とは， $u$ -成分では $a_1 \cos x + b_1 \sin x$ ， $v$ -成分では $a_1 \cos x + b_1 \sin x$ であり， $\frac{1}{2}$ 日周期とは， $u$ -成分では $a_2 \cos 2x + b_2 \sin 2x$ ， $v$ -成分では $a_2 \cos 2x + b_2 \sin 2x$ である。また， $a_0, a_1$ は $u$ ， $v$ -成分のベクトル平均値である。  
 次に $u$ -成分と $v$ -成分を1日周期 $\frac{1}{2}$ 日周期毎にそれぞれベクトル合成すれば，実測された海陸風の日変化を楕円として表現でき，その特性を知ることができる。

## 調査期間中の天気概況

調査期間中の地上天気図・850mb面天気図を表7～表14に示す。なお，各調査日の天気概況は次のとおりである。

### 1 5月27日～5月29日

5月27日：前日からの強風注意報も解除され，日中は快晴となり，気温もほぼ平年並みのさわやかな初夏の空。

5月28日：上空の谷の東進で，沖縄の梅雨前線はゆっくり北上。関東以南南岸は雲が拡がりやすい。

5月29日：東京に光化学注意報第1号が発令される。前線はさらに北上。小さい低気圧も東進。

### 2 6月17日・19日

6月17日：日本海の低気圧が発達。寒冷前線は南下して夜半には北海道から九州までほぼ全国的に雨。

6月19日：移動性高気圧が日本海に入り，東日本を除いて日中の気温は平年より低目。西日本は早くも谷が近づき，九州は朝から雨。

### 3 8月26日～8月28日

8月26日：気象庁、低温日照不足情報を発表。低気圧は日本海を東進、午後、前線の南下で北陸以西の日本海側で雷雨。

8月27日：西日本は昼前から晴れたり曇ったり。東京・旭川では9月下旬の涼しさ。

8月28日：西日本は湿舌に入り始め、午後、前線を形成し降雨量も100～150mmの所もある。

### 4 9月17日～9月19日

9月17日：寒冷前線が通過したが、東西の高圧帯が強く雨は一部で、おおむね晴から曇り。台風16号は向きを次第に北に変えたが小型である。14号は台湾南部に向う。

9月18日：高圧帯が強く、台風は北緯30度を越えた所で北東に向く。北東流で東日本は雨。

9月19日：台風16号の動きは遅く、北東流の続いた関東はすっかりせず。アムール川流域から南にのびる谷も動き、遅く九州も雨。他は秋晴れ。

## 調査結果および考察

調査期間中の調査結果は次のとおりである。

地域別・日別のOx濃度最高値(表4)、地域別・日別のNOx濃度平均値(表5)、臨海部と内陸部とのOx濃度の日別相関(表6)、大気汚染物質の経時変化(図2)、地上の大気拡散場等の一覧表(表7～10)、上空の大気拡散場等の一覧表(表11～14)、風の鉛直分布(図3)、気温の鉛直分布(図4)、高度200mの風のホドグラフ(図5)、地上風のホドグラフ(図6)、混合層高度等と風系(図7)、地上の大気安定度と風(図8)、調和解析結果(図9)、風系サイクル別のOx濃度日最高値(表16)、風系サイクル別のNOx濃度日平均値(表17)、日別風系サイクルの臨海部と内陸部とのOx濃度の相関(表18)、風系別・地域別のNOx濃度・NO/NOx一覧表(表15)。

なお、本文に用いた臨海部の汚染質のデータは、宇多津・城坤・多度津のデータの平均値としている。

これらの調査結果をもとに、次のように事例日解析を試みた。

5月27日：Ox濃度の最高値は、臨海部・内陸部共に30～60ppbと低く、一次汚染質であるNOx濃度の日平均値も臨海部で12ppb、内陸部4.5kmで7ppbと低い。Ox濃度の臨海部と内陸部の相関は、平野部ではタイムラグの無い方が、内陸山腹部ではタイムラグ1時間の方が相関係数は少しい。大気拡散場は、午前中、大気安定度はD(やや安定)であり、風速は地上・上空

表4. 地域別・日別のOx濃度最高値

	ppb Ox < 30	ppb 30 ≤ Ox < 60	ppb 60 ≤ Ox < 90	ppb 90 ≤ Ox
臨海部	6/17, 8/27	5/27, 6/19, 8/26, 8/28, 9/17, 9/18	5/28, 5/29	
内陸部 (4.5km)	6/17, 8/27, 8/28	5/27, 6/19, 8/26, 9/17, 9/18, 9/19	5/28, 5/29	
内陸部 (13.7km)		5/27, 6/17, 8/27, 8/28, 9/18	5/29, 6/19, 8/26, 9/17	5/28
内陸部 (4.5km 高度50 mの山腹)		5/27, 6/17, 6/19, 8/27, 8/28	5/28, 8/26, 9/18	5/29, 9/17

(注1.) 内陸部13.7km、内陸部4.5km(山腹)での測定で、9/19のデータは欠測になっている。

表5. 地域別・日別のNOx濃度平均値

	ppb NOx < 10	ppb 10 ≤ NOx < 20	ppb 20 ≤ NOx < 30	ppb 30 ≤ NOx
臨海部		5/27, 6/19, 8/27, 8/28, 9/17, 9/18	6/17, 8/26, 9/19	5/28, 5/29
内陸部 (4.5km)	5/27, 8/27	5/28, 6/17, 6/19, 8/26, 8/28, 9/17, 9/18, 9/19	5/29	
内陸部 (13.7km)	8/27, 8/28, 9/18	6/17, 6/19, 8/26, 9/17		

共に平均風速5m/s以上のW系の強風が出現している。混合層高度は、9時で1100mになっており、大気拡散場のスケールとしては普通と考えられる。午後は日射も強くなり、大気安定度はC(中立)に、混合層高度も15時30分で1600mとなり、スケールの大きい大気拡散場が形成されたと考えられる。夜間には、大気安定度はCからG(超安定)へと変化し、風も陸風の出現がみられ下層(高度数百メートル以下)の大気は安定な状態だったと推測される。この点は、大気中で比較的安定で、拡散されやすいNO2濃度が高いこととも一致している。

5月28日：Ox濃度の最高値は、臨海部で66ppb、内陸部4.5kmで72ppb、内陸部13.7kmで90ppb、内陸山腹部で88ppbと内陸へ行くに従い、また、山際付近で高い。NOx濃度の日平均値は、臨海部で33ppb、内陸部4.5kmで15ppbと前日より高くなっている。Ox濃度の臨海部と内陸部の相関は、タイムラグの無い場合が、タイムラグ1時間の場合より少しい。しかし、相関係数は両方とも全地域で0.9以上となっている。大気拡散場は、早朝、大気安定度はG、地上・高度200mの風とも風速1m/s以下と弱く、高度約200mまで陸風が形成され、下層大気は前夜から連続して安定状態となっていたことが推察される。それ故、NO2濃度も前日の

表 6. 臨海部と内陸部とのO<sub>x</sub>濃度の日別相関

月日	タイムラグがない場合			タイムラグが1時間の場合		
	内陸部 4.5km	内陸部 13.7km	内陸山腹部 4.5km	内陸部 4.5km	内陸部 13.7km	内陸山腹部 4.5km
5/27	$y=x+3.9$ 0.986 (n=21)	$y=x+6.8$ 0.891 (n=21)	$y=0.4x+3.17$ 0.592 (n=21)	$y=1.1x-1.3$ 0.886 (n=19)	$y=0.9x+7.9$ 0.67 (n=20)	$y=0.6x+23.6$ 0.732 (n=20)
5/28	$y=x+8.1$ 0.956 (n=24)	$y=1.2x+9.5$ 0.968 (n=24)	$y=0.8x+3.21$ 0.932 (n=24)	$y=x+9.2$ 0.905 (n=23)	$y=1.1x+1.08$ 0.92 (n=23)	$y=0.7x+3.24$ 0.90 (n=23)
5/29	$y=1.2x+7.7$ 0.966 (n=24)	$y=0.8x+27.6$ 0.814 (n=24)	$y=1.1x+2.22$ 0.890 (n=24)	$y=1.1x+9.4$ 0.882 (n=23)	$y=0.7x+29.1$ 0.761 (n=23)	$y=x+2.41$ 0.783 (n=23)
6/17	$y=1.1x+2.6$ 0.889 (n=24)	$y=2x-0.7$ 0.869 (n=24)	$y=1.1x+1.25$ 0.793 (n=24)	$y=1.1x+2.7$ 0.882 (n=23)	$y=2.1x-0.85$ 0.918 (n=23)	$y=1.2x+1.19$ 0.886 (n=23)
6/19	$y=1.1x+6$ 0.877 (n=24)	$y=1.5x+7.7$ 0.889 (n=24)	$y=0.3x+2.4$ 0.163 (n=21)	$y=1.1x+7.0$ 0.900 (n=23)	$y=1.6x+6.5$ 0.908 (n=23)	$y=-0.2+32.2$ -0.074(n=20)
8/26	$y=0.9x+2$ 0.940 (n=24)	$y=2.5x-9.2$ 0.938 (n=22)	$y=2x+5.3$ 0.918 (n=24)	$y=0.9x+3.2$ 0.871 (n=23)	$y=2.4x-9.3$ 0.924 (n=21)	$y=1.8x+7.7$ 0.863 (n=23)
8/27	$y=0.6x+5.1$ 0.877 (n=24)	$y=0.7x+1.0$ 0.458 (n=24)	$y=1.1x+9.2$ 0.834 (n=24)	$y=0.7x+4.5$ 0.919 (n=23)	$y=-0.8x+7.5$ 0.586 (n=23)	$y=1.2x+8.0$ 0.877 (n=23)
8/28	$y=0.5x+4.5$ 0.799 (n=24)	$y=1.6x-0.92$ 0.916 (n=24)	$y=1.1x+13.1$ 0.811 (n=23)	$y=0.4x+5.5$ 0.690 (n=23)	$y=1.4x+2.4$ 0.810 (n=23)	$y=1.1x+1.42$ 0.775 (n=22)
9/17	$y=0.9x-1.2$ 0.964 (n=24)	$y=1.2x+0.7$ 0.744 (n=24)	$y=1.2x+1.99$ 0.935 (n=24)	$y=0.8x+1.5$ 0.888 (n=23)	$y=1.1x+3.8$ 0.837 (n=23)	$y=1.1x+2.17$ 0.849 (n=23)
9/18	$y=0.7x-0.1$ 0.973 (n=24)	$y=0.9x+4.5$ 0.891 (n=24)	$y=1.1x+1.11$ 0.980 (n=24)	$y=0.7x+0.9$ 0.959 (n=23)	$y=0.7x+8.8$ 0.737 (n=23)	$y=x+1.36$ 0.914 (n=23)
9/19	$y=1.1x-2.4$ 0.970 (n=24)	—	—	$y=1.1x-2.73$ 0.961 (n=23)	—	—

早朝と比較して約3倍になっている。日中になると、海風が出現し、風の立体構造は海風・海風の反流的な風・一般風のいわゆる三層構造を呈している。大気安定度もDからAB(不安定)、B(やや不安定)になり、混合層高度は9時で500m、15時30分で1000mと前日の日中と比較して小さなスケールの大気拡散場となっている。また、海風は神野でも確認され、臨海部から神野付近まで海風域が形成されていたと考えられる。夜間、大気安定度はDからGへと変化し、陸風の出現もみられ、下層大気は安定な状態となっている。このため、NO<sub>2</sub>濃度も臨海部で1時間値66ppbを記録している。

なお、9時には高度500~600mの下層に0.6℃の逆転層が出現していることを補足しておく。

5月29日：O<sub>x</sub>濃度の最高値は、臨海部・内陸部の平野部で60~80ppb、内陸山腹部4.5kmでは90ppbと高い。また、NO<sub>x</sub>濃度の日平均値は、臨海部で45ppb、内陸部4.5kmで22ppbと、更に前日より高くなっている。O<sub>x</sub>濃度の臨海部と内陸部の相関は、タイムラグの無い場合が、タイムラグ1時間の場合より少しよい。大気拡散場は、早朝、大気安定度はG、風速は地上、高度200mとも1m/s以下と弱く高度100mまで陸風が形成され、下層大気も前夜から連続して安定な状態となっていたことが推察される。それ故、NO<sub>2</sub>平均濃度も臨海部で22ppbと高い。日中、海風が出現し大気安定度はD、BC、C、Dと変化している。混合層高度は、9時に400m、15時30分に700mと低く小さなスケールの大気拡散場となっている。また、この日の海風の高さは

低く、下層大気はE系の風となっている。NO<sub>2</sub>平均濃度は、臨海部で26ppb、内陸部4.5kmで13ppbと前日より高い。これらは風系等を考えると、その発生源は高煙突から排出されるNO<sub>x</sub>ではなく、自動車・低煙突等から排出されるNO<sub>x</sub>の奇与によると推測される。夜間、大気安定度は大半がG、風も陸風の出現がみられNO<sub>2</sub>濃度も比較的高くなっている。なお、9時には高度400~500mに0.4℃、900~1000mに1.1℃の逆転層が出現し、15時30分には高度700~800mに0.4℃の逆転層が出現している。

6月17日：O<sub>x</sub>濃度の最高値は、全地域で60ppb未満と低い。NO<sub>x</sub>濃度の日平均値は、臨海部で23ppb、内陸部で10~20ppbとなっている。O<sub>x</sub>濃度の臨海部と内陸部の相関は、内陸部4.5kmを除く地点とは、タイムラグ1時間の場合がタイムラグの無い場合より少しよい。大気拡散場は、早朝、大気安定度はG、風速は地上では1m/s以下と弱い。日中、大気安定度はD、W系の風が卓越している。混合層も明確な出現はみられない。夜間になると降雨量25mmが観測され、大気安定度もDが出現し、高度200mの平均風速も9m/sを記録するなど汚染が進行しない拡散場となっている。

6月19日：O<sub>x</sub>濃度の最高値は、臨海部・内陸部4.5km・内陸山腹部4.5km共に30~60ppb、内陸部13.7kmで65ppbを記録している。また、NO<sub>x</sub>濃度の日平均値は、全地域で10~20ppbとなっている。O<sub>x</sub>濃度の臨海部と内陸部の相関は、内陸山腹部4.5kmとは相関が無い。内陸部の平野部とは、タイムラグ1時間の場合がタ

イムラグの無い場合より少しよい。大気拡散場は、早朝、大気安定度はG、平均風速は地上・高度200m共1m/s前後と弱く、陸風ではないが大気汚染が進行しやすい拡散場となっている。日中、大気安定度はDと海風が出現しているにもかかわらず安定となっている。この海風は、神野付近まで侵入している。混合層高度は9時で900m、15時30分で1400mと午後には、大きなスケールの大気拡散場となっている。夜間、大気安定度はD、平均風速は地上は4m/s弱、高度200mでは5m/s強と夜間としては、少し不安定よりの拡散場となりNO<sub>2</sub>濃度も少し低くなっている。

8月26日：O<sub>x</sub>濃度の最高値は、臨海部・内陸部4.5kmで30～60ppb、内陸部13.7km・内陸山腹部4.5kmで80～90ppbになっている。NO<sub>x</sub>濃度の日平均値は臨海部で25ppb、内陸部4.5kmで16ppb、内陸部13.7kmで11ppbを記録している。O<sub>x</sub>濃度の臨海部と内陸部の相関は、タイムラグの無い場合が、タイムラグ1時間の場合より少しよく、相関係数は全域で0.9以上となっている。大気拡散場は、早朝、大気安定度はG、平均風速は地上・高度200m共1m/s前後と弱く、陸風の出現もみられ下層の大気は安定していたと考えられる。NO<sub>2</sub>平均濃度は臨海部で15ppb、内陸部4.5kmで10ppb、内陸部13.7kmで6ppbと夏としては高くなっている。日中、海風は神野付近まで侵入し、高度は400～500mに達している。このため、大気安定度はB（やや不安定）からAB（不安定）、B、Dと海風下の不安定な状態となっている。混合層高度は、9時で200mしかなく小さなスケールの大気拡散場であるが、15時30分には1900mにも達して大きなスケールの大気拡散場へと変化している。NO<sub>2</sub>平均濃度は臨海部で23ppb、内陸部4.5kmで18ppb、内陸13.7kmで7ppbと午前中より更に高くなっている。これらは、風系・混合層高度等から高煙突を中心として、中小の煙突・自動車等から排出されるNO<sub>x</sub>の寄与によると考えられる。夜間になると降雨量9mmが観測され、大気安定度もGからEへと変化し、NO<sub>2</sub>濃度も日中より低くなっている。なお、9時には高度200～300mに1℃の逆転層が出現している。

8月27日：O<sub>x</sub>濃度の最高値は、全地域で60ppb未満と低い。NO<sub>x</sub>濃度の日平均値は、臨海部で11ppb、内陸部4.5kmで5ppb、内陸13.7kmで7ppbと全地域とも前日より低い。O<sub>x</sub>濃度の臨海部と内陸部の相関は、タイムラグ1時間の場合がタイムラグの無い場合より少しよい。ただ、内陸部13.7kmと臨海部では、タイムラグの無い場合は相関が無い。大気拡散場は、早朝、大気安定度は、D、G、E、Gと変化して、平均風速は地上で2.5m/s、高度200mで7m/s強と少し強く、降雨も33mmとかなりの雨が記録されている。日中、大気安定度は

午前中がD、午後はBCからCへと変化している。風系はW系の卓越風が出現している。混合層高度は、9時で1000m、15時30分で1200mと普通のスケールの大気拡散場となっている。また、降雨量も1mmが記録されている。夜間、大気安定度はG、平均風速は地上・高度200mとも弱くなっている。NO<sub>2</sub>濃度も一日中、低い傾向になっている。

8月28日：O<sub>x</sub>濃度の最高値は、前日と同様に全地域で60ppb未満と低い。NO<sub>x</sub>濃度の日平均値は、臨海部で19ppb、内陸部4.5kmで11ppb、内陸部13.7kmで8ppbと前日より高い。O<sub>x</sub>濃度の臨海部と内陸部の相関は、タイムラグの無い場合の方がタイムラグ1時間の場合より少しよい。また、内陸部へ入る程、相関はよくなっている。大気拡散場は、早朝、大気安定度はG、平均風速は地上で1m/s未満、高度200mで2.5m/sと弱い。日中、降雨が2mm記録され、雲量も10の天気となり、大気安定度はDで、下層の風系はN系になっている。混合層高度は、9時に600mと小さなスケールの大気拡散場であるが、降雨がみられた15時30分には1900mにも達し、大きなスケールの大気拡散場に変化したことが推測される。夜間、大気安定度は大半がGではあるが、日中からの雨が続き降雨量10mmが記録されている。平均風速は地上で1.6m/s、高度200mで4m/s弱となっている。

9月17日：O<sub>x</sub>濃度の最高値は、臨海部・内陸部4.5kmで60ppb未満とやや低いが、内陸部13.7kmで73ppb、内陸山腹部4.5kmで95ppbと山際で高い。NO<sub>x</sub>濃度の日平均値は、臨海部で18ppb、内陸部4.5kmで13ppb、内陸部13.7kmで10ppbと晩夏としては少し高い。O<sub>x</sub>濃度の臨海部と内陸部の相関は、タイムラグの無い方が、沿岸からの距離による相関の違いが認められるが、タイムラグ1時間の場合は、あまり違いは認められない。また、内陸部13.7kmを除いてタイムラグの無い方が、タイムラグ1時間より少し相関がよい。大気拡散場は、早朝、大気安定度はG、風も陸風の出現がみられ、平均風速は地上で1m/s未満、高度200mで4m/sとなっている。日中、海風の侵入は神野付近でも確認され、高度も400～500mに達している。大気安定度はBからAB、BCと変化している。混合層高度は9時に400mと小さなスケールの大気拡散場を形成していたが、15時30分に1300mと普通のスケールの大気拡散場になっている。NO<sub>2</sub>平均濃度は、臨海部で12ppb、内陸部4.5kmで10ppb、内陸部13.7kmで6ppbとなり、臨海部ではあまり高くなっていない。夜間、大気安定度はGからEへと変化し、風も陸風が出現し、平均風速は地上で1.6m/s、高度200mで4m/s弱とやや弱くなっている。NO<sub>2</sub>平均濃度は、臨海部で17ppb、内陸部4.5kmで14ppb、内陸

部 13.7km で 10ppb と日中より高くなっている。また、内陸部では、5 月末の濃度に近くなっており晩夏としては高いと考えられる。

9 月 18 日：O<sub>x</sub> 濃度の最高値は、平野部では全て 60 ppb 未満と低く、内陸山腹部 4.5 km のみ 66ppb となっている。NO<sub>x</sub> 濃度の日平均値は、臨海部で 14ppb、内陸部 4.5 km で 10ppb、内陸部 13.7 km で 8ppb と前日より少し低い。O<sub>x</sub> 濃度の臨海部と内陸部の相関は、タイムラグの無い場合がタイムラグ 1 時間よりも少しよい。また、内陸部へ入る程、相関がよくなっている。大気拡散場は、早朝、大気安定度は大半が G、平均風速は地上で 2.5 m/s、高度 200 m で 4.5 m/s と前日の早朝より少し強く、1400 ~ 1500 m まで E 系の風、その上は W 系の偏西風の出現があり北高型に近い気圧配置になっている。NO<sub>2</sub> 濃度の平均値は前日より少し低い。日中、大気安定度は D から B、B、C と変化している。混合層高度は 9 時に 700 m とやや小さいスケールの大気拡散場となっているが、15 時 30 分には混合層の明確な出現がみられない。また、風系は早朝と同じである。NO<sub>2</sub> 濃度の平均値も低い。夜間、大気安定度は D から F の間を変化し、やや中立よりになっている。平均風速は、地上で 3.7 m/s、高度 200 m で 8 m/s 弱とやや強い。風系も日中と同じで下層で E 系、上層で W 系の風が卓越し NO<sub>2</sub> 濃度も低い。なお、9 時には高度 900 ~ 1000 m に 0.6 °C の逆転層が出現している。

9 月 19 日：内陸部 13.7km、内陸山腹部 4.5 km での調査は午前中で終了した。O<sub>x</sub> 濃度の最高値は、臨海部、内陸部 4.5 km 共に 60ppb 未満で低い。NO<sub>x</sub> 濃度の日平均値は、臨海部で 21ppb、内陸部で 12ppb と前日より高い。大気拡散場は、早朝、大気安定度は D から G の間を変化している。平均風速は、地上・高度 200 m 共に 1 m/s 未満と弱い。風系は前日と似て、下層で E 系の風、上層で W 系の風が卓越している。日中、大気安定度は D、混合層高度は 9 時で 500 m で小さなスケールの大気拡散場となっている。風系は下層の E 系の風が弱くなっている。夜間は、大気安定度 G、地上風はやはり E 系の風となっている。

次に、海陸風の循環特性を調べる目的で、昼夜に海陸風の日変化があったと考えられる 5 月 27 日 20 時 ~ 5 月 28 日 19 時、5 月 29 日 1 時 ~ 24 時、8 月 26 日 1 時 ~ 24 時、9 月 17 日 1 時 ~ 24 時の風のデータを用いて、調和解析を 1 日周期、 $\frac{1}{2}$  日周期まで求め、その結果を図 9 に示した。解析した風は、地上風として臨海部の城坤、内陸部 4.5 km の善通寺、内陸部 13.7 km の神野を用いている。また、上空 200 m の風として、四電を用いると共に、5 月 27 日 ~ 5 月 28 日だけ、善通寺の高度 100 m、300 m の風のデータも解析している。なお、事例日解析は次

のようになっている。

5 月 27 日 ~ 28 日：ベクトル平均が 1 m/s 未満と小さく、一般場の風による影響が小さく、かなり純粋な海陸風成分が抽出されていることが推測される。ベクトル平均の向きから、風の日変化において城坤・神野は海風の寄与が大きいこと、善通寺では陸風の寄与が大きいこと、四電 200 m では W 系の風の寄与が大きいことがわかる。

1 日周期成分の風の変化では、城坤・善通寺共に反時計回りに変化しているが、四電 200 m では時計回りに変化している。更に、海陸風の日変化が顕著であったことは、全地域での楕円が細長く海陸風成分が卓越している点ともよく一致している。特に、神野ではその傾向が強い。これらの点は、 $\frac{1}{2}$  日周期の楕円が小さい点とも一致している。ただ四電 200 m の 1 日周期または  $\frac{1}{2}$  日周期の楕円だけは丸味をおびたものになっている。楕円の回転方向は地上風は全地域で反時計回り、四電 200 m の風のみ時計回りである。なお、参考に善通寺での上空 100 m、300 m の風の解析結果も記載している。

5 月 29 日：ベクトル平均は善通寺・神野は 1 m/s 未満となっているが、城坤・四電 200 m は 1 m/s より大きく解析結果の一部が一般場の風の影響を受けていると推測される。ベクトル平均の向きは、善通寺だけ E 系の風の寄与が大きく、他の地域と四電 200 m の風は N E 系の海風の寄与が大きいことがわかる。1 日周期の楕円では、城坤・善通寺の風は反時計回りに、神野・四電 200 m の風は時計回りに日変化している。また、楕円の長軸は城坤・神野では N N W - S S E 方向に、善通寺・四電 200 m の風では E N E - W S W 方向になっている。このことは、ベクトル平均が大きい点からも推測されるが、一般場の E 系の風の影響によるものと考えられる。 $\frac{1}{2}$  日周期では、全域とも楕円がやや大きく、時計回りとなっている。

8 月 26 日：ベクトル平均は全地域で 1 m/s 未満と小さく、一般場の風の影響が小さいと推測される。ベクトル平均の向きは、善通寺・四電 200 m の風は W 系の風の寄与が大きく、城坤・神野の風は海風の寄与が大きいことがわかる。1 日周期成分の風の日変化は、神野以外では反時計回りに変化している。楕円の長軸は、神野だけ E S E - W N W 方向であり他の所では N E - S W 方向と海陸風の方向と一致している。ただ、善通寺だけ丸味をおびた楕円で海陸風成分が他ほど顕著ではない。 $\frac{1}{2}$  日周期成分の日変化では、四電 200 m の風は反時計回りに変化しているが、地上風は 1 日周期成分と反対の時計回りになっている。楕円の形も、四電 200 m の風の場合、大きい。

9 月 17 日：ベクトル平均は全地域で 1 m/s 未満と小さく、一般場の風の影響が小さいと推測される。ベクトル平均の向きは、善通寺だけ E 系の風の寄与が大きい

他の地域の風は、海風の寄与が大きいものになっている。1日周期成分では、臨海部の城坤と四電200mの風の日変化は時計回りに、善通寺・神野の内陸部での風の日変化は反時計回りをしている。楕円の長軸は、地上風はNW-SW方向を向いているが、四電200mの風はNE-SW方向になっている。 $\frac{1}{2}$ 日周期成分では、楕円の大きさが全地域とも1日周期成分の楕円と同じ大きさで、長軸の方向も同じになっている。風の日変化では、城坤で時計回りに、他の地域では反時計回りになっている。

以上、4日分の風の変化について日別に解析してきたが、地上風として善通寺の風が城坤・神野と異なり、E系の風の寄与を受けた海陸風の日変化となっている。しかし、詳細は更にデータを蓄積する必要がある。

次に、海陸風と汚染質（特に一次汚染質であるNO<sub>x</sub>）濃度との関係を海陸風出現時と出現しない時のNO<sub>x</sub>濃度・NO/NO<sub>x</sub>から調べた結果を、表15に示す。早朝、陸風の出現の有無とNO<sub>x</sub>濃度の間には、十分な知見が見い出せなかった。ただ、NO/NO<sub>x</sub>で内陸部4.5kmを除くと陸風出現時の方がNO<sub>x</sub>濃度に占めるNO<sub>2</sub>濃度の割合は少し大きい。日中、海風の出現時の方が海風の出現しない場合に比較してNO<sub>x</sub>濃度は約2倍と顕著な差異がみられる。また、NO/NO<sub>x</sub>については臨海部・内陸部ともに海風下の場合が、NO<sub>2</sub>濃度の割合が大きい。これらのことは、臨海部の発生源から排出されるNO<sub>x</sub>が海風層の不安定な大気成層の中を拡散しながら、10数km内陸部まで輸送されたことによると推測される。夜間、臨海部・内陸部4.5kmでは陸風の出現時の方が陸風の出現しない場合に比較してNO<sub>x</sub>濃度

表15. 風系別・地域別のNO<sub>x</sub>濃度・NO/NO<sub>x</sub>一覧表  
濃度単位: ppb

		濃度			
		臨海部	内陸部 (4.5km)	内陸部 (13.7km)	
早朝	陸風出現日 (6日)	NO <sub>x</sub> 濃度	18	8	6
		NO/NO <sub>x</sub>	0.222	0.250	0.167
午前	陸風が出現しない日 (4日)	NO <sub>x</sub> 濃度	16	8	6
		NO/NO <sub>x</sub>	0.375	0.250	0.333
日中	海風出現日 (6日)	NO <sub>x</sub> 濃度	28	16	12
		NO/NO <sub>x</sub>	0.250	0.188	0.250
午後	海風が出現しない日 (4日)	NO <sub>x</sub> 濃度	15	7	6
		NO/NO <sub>x</sub>	0.467	0.222	0.333
夜間	陸風出現日 (5日)	NO <sub>x</sub> 濃度	37	21	13
		NO/NO <sub>x</sub>	0.270	0.190	0.231
夜間	陸風が出現しない日 (3日)	NO <sub>x</sub> 濃度	17	9	11
		NO/NO <sub>x</sub>	0.294	0.111	0.182

(備考1) NO<sub>x</sub>濃度は、NO+NO<sub>2</sub>濃度としている。

(備考2) 早朝を1~6時、日中を9~16時、夜間を19~24時としている。

(備考3) 降雨がある場合、汚染質の洗浄効果が考えられるので除いている。

は約2倍高い。また、内陸部13.7kmでも陸風出現時の方が陸風が出現しない場合より高いが、他の地域よりデータ数が1日分少ないので同一視して考えることには無理がある。NO/NO<sub>x</sub>については、十分な知見が得られていない。なお、陸風時のNO<sub>x</sub>高濃度は、その風向から考えて臨海部の大規模発生源である工場による直接的な寄与とは考えにくい。推測されることは、風速が日中より弱く大気安定度はG(超安定)と輸送より拡散の効果が働いている点から、日中に内陸部へ輸送されたNO<sub>x</sub>の蓄積と内陸部での中小固定発生源と移動発生源等により排出されたNO<sub>x</sub>の寄与と思える。

次に、日別風系サイクルと汚染質(O<sub>x</sub>・NO<sub>x</sub>)との関連についてまとめた結果を表16、表17、表18に示す。

日別風系サイクルが、陸風→海風→陸風と変化した日は3日出現している。O<sub>x</sub>濃度は、いずれも臨海部では高くないが内陸部13.7kmまたは内陸山腹部4.5kmで90ppb以上の高濃度が記録されている。このことは、臨海部でO<sub>x</sub>濃度が高濃度になる場合の必要条件と同じである<sup>2)</sup>。NO<sub>x</sub>濃度は、5月28日・29日で臨海部で80ppb以上と高いが9月17日では10~20ppbの間と低

表16. 日別風系サイクル別のO<sub>x</sub>濃度最高値

濃度単位: ppb

風系			出現 日数	月日の濃度別分類			
早朝	日中	夜間		O <sub>x</sub> <30	30≤O <sub>x</sub> <60	60≤O <sub>x</sub> <90	90≤O <sub>x</sub>
陸風	海風	陸風	3日				5/28, 5/29, 9/17
陸風	海風	一般風	2日			6/19, 8/26	
陸風	一般風	陸風	0日				
陸風	一般風	一般風	0日				
一般風	海風	陸風	0日				
一般風	海風	一般風	1日		9/19		
一般風	一般風	陸風	2日		5/27, 8/27		
一般風	一般風	一般風	2日		6/17	9/18	

(備考1) 日中に降雨がある8/28は、汚染質の洗浄効果が考えられるので除いている。

(備考2) 早朝を1~6時、日中を9~16時、夜間を19~24時としている。

表17. 日別風系サイクルのNO<sub>x</sub>濃度平均値  
濃度単位: ppb

風系			出現 日数	月日の濃度別分類			
早朝	日中	夜間		NO <sub>x</sub> < 10	10≤NO <sub>x</sub> < 20	20≤NO <sub>x</sub> < 30	30≤ NO <sub>x</sub>
陸風	海風	陸風	3日		9/17		5/28, 5/29
陸風	海風	一般風	1日		6/19		
陸風	一般風	陸風	0日				
陸風	一般風	一般風	0日				
一般風	海風	陸風	0日				
一般風	海風	一般風	1日			9/19	
一般風	一般風	陸風	1日		5/27		
一般風	一般風	一般風	1日		9/18		

(備考1) 1日中で、降雨がある日は洗浄作用を考慮して除いている。

(備考2) NO<sub>x</sub>濃度は、地域別・日別のNO<sub>x</sub>濃度平均値での最高値で判断している。

このことは、NO<sub>x</sub>濃度の月平均値の変動とも関係があり、一般に環境局のNO<sub>x</sub>濃度は5月～6月に高くなりやすく、8～9月に低くなりやすい傾向がある<sup>4)</sup>。これらの点から梅雨前後のO<sub>x</sub>の高濃度は地上NO<sub>x</sub>濃度が高いことから、狭いスケールの下層大気(高度数百メートル)での光化学反応による生成物の寄与が大きく、夏のO<sub>x</sub>の高濃度は地上NO<sub>x</sub>濃度もあまり高くないことから、反応生成物のO<sub>x</sub>の寄与より上空からの少なくともメソスケールの移流(沈降)分の寄与が大きいことが推測される。しかし、このことは汚染質の航空機観測等による上空調査結果を踏まえて言えることであり、今後の検討課題である。

日別風系サイクルが、陸風→海風→一般風と変化した日は2日(6月19日・8月26日)出現している。O<sub>x</sub>濃度は6月19日の場合、65ppbとあまり高くなく、8月26日の場合、内陸部13.7kmで87ppb・内陸山腹部4.5kmで81ppbと内陸でやや高くなっている。NO<sub>x</sub>濃度はO<sub>x</sub>濃度が少し高い8月26日の方が高い。

日別風系サイクルが、一般風→一般風→一般風と変化した日は2日(6月17日・9月18日)出現している。O<sub>x</sub>濃度は低く、ただ、9月18日の内陸山腹部4.5kmで66ppbを記録したのみである。NO<sub>x</sub>濃度も低い。他の日別風系サイクルは、1日か0日なので解析は避けておく。なお、全般にデータ数が少ないので、結論等については57年度の結果を待って考察したい。

表18. 日別風系サイクルの臨海部と内陸部とのO<sub>x</sub>濃度の相関

風系			出現 日数	タイムラグがない場合			タイムラグが1時間の場合		
早朝	日中	夜間		内陸部 4.5km	内陸部 13.7km	内陸山腹部 4.5km	内陸部 4.5km	内陸部 13.7km	内陸山腹部 4.5km
陸風	海風	陸風	3日	$y=x+5.5$ 0.917 (n=72)	$y=x+14.4$ 0.869 (n=72)	$y=x+24.6$ 0.906 (n=72)	$y=0.9x+7.0$ 0.854 (n=70)	$y=0.9x+16.3$ 0.805 (n=70)	$y=0.9x+26.0$ 0.833 (n=70)
陸風	海風	一般風	2日	$y=x+4.9$ 0.854 (n=48)	$y=2.2x-3.9$ 0.913 (n=46)	$y=1.4x+12.3$ 0.641 (n=45)	$y=0.9x+5.7$ 0.815 (n=46)	$y=3.1x-4.1$ 0.907 (n=44)	$y=1.4x+11.2$ 0.616 (n=43)
陸風	一般風	陸風	1日	$y=0.5x+4.5$ 0.799 (n=24)	$y=1.6x-0.92$ 0.916 (n=24)	$y=1.1x+13.1$ 0.811 (n=23)	$y=0.4x+5.5$ 0.690 (n=23)	$y=1.4x+2.4$ 0.810 (n=23)	$y=1.1x+21.7$ 0.775 (n=23)
一般風	一般風	一般風	0日						
一般風	海風	陸風	0日						
一般風	海風	一般風	1日	$y=1.1x-2.4$ 0.970 (n=24)			$y=1.1x-2.7$ 0.961 (n=23)		
一般風	一般風	陸風	2日	$y=x+0.1$ 0.970 (n=45)	$y=x+5.8$ 0.856 (n=45)	$y=0.9x+14.0$ 0.872 (n=45)	$y=x-0.3$ 0.954 (n=42)	$y=x+4.6$ 0.848 (n=43)	$y=x+11.7$ 0.923 (n=43)
一般風	一般風	一般風	2日	$y=0.6x+3.4$ 0.933 (n=48)	$y=0.9x+5.0$ 0.880 (n=48)	$y=1.1x+12.3$ 0.880 (n=48)	$y=0.6x+3.7$ 0.933 (n=46)	$y=0.8x+6.6$ 0.793 (n=46)	$y=x+13.0$ 0.938 (n=46)



## ま と め

中讃地域内陸部での $O_x$ 等の汚染質の挙動を把握し、海陸風循環特性を調べ、汚染質の輸送状況を解明する目的で、55年度から調査研究を実施している。55年度の調査については、先に述べた結果から次のことが考えられる。

(1)  $O_x$ 濃度の分布では、平野部では内陸部（奥行き十数キロメートル）へ行く程、濃度が高い傾向にある。しかし、内陸山腹部等の山際では、臨海部に近い所でも高濃度が記録される。内陸山腹部の濃度が高い日は、回帰式の $y$ 切片が臨海部より約20~30 ppb高いことから、その地域のバックグラウンド差が大きいと考えられる。タイムラグについては、日により差があり今後の検討課題である。

$NO_x$ 濃度の分布では、臨海部付近程、濃度は高く $O_x$ 濃度と逆の地域差が見られる。また、 $O_x$ 濃度が高い日は、 $NO_x$ 濃度も高い傾向にある。

(2) 海風の侵入方向は、海岸線に対し直角方向から少しずれており、侵入も神野付近まで連続的に入ってきている。また、中讃地域は内陸部が狭く、海陸風の交替も各地点ほとんど同じになっている。このことは、海風前線・疑似前線あるいは山谷風の斜面流が複雑に作用していると考えられる<sup>5)</sup>。夜間の上空観測により、夏の陸風の高度は100~200 m程度に出現することが確認された。海陸風の日変化について、調和解析を試み次の結果が得られた。神野・城坤の地上風の1日周期成分はシャープな楕円が形成され、楕円の長軸はN-S方向になっており、海陸風の成分が卓越している。善通寺の地上風は、1日周期成分にE系の風の寄与がみられる。四電200 mの風は、地上風に比較して1日周期成分の楕円が全般に丸味をおび、一般場の風の寄与等の影響が考えられる。

(3) 汚染質の輸送を考える目的で、海陸風系別の汚染質濃度を検討した。

$NO_x$ 濃度と、早朝の陸風出現の有無との間には関係が見い出せなかった。しかし、日中の海風、夜間の陸風の出現時には、これらの局地風の出現が見られない時に比較して約2倍の $NO_x$ 濃度となっている。日中の高濃度は、発生源と風向から、海風による汚染質の輸送の寄与が大きいと考えられる。夜間の高濃度は、日中に輸送されていた汚染質が海陸風の交替時に伴う夕なぎ等で蓄積され、弱い陸風と大気安定度がGの超安定による拡散

の寄与が大きいと考えられる。このことは、次の日の早朝、陸風が出現時間と共に、暫時、減少していることから裏付けられる。

日別風系サイクルと汚染質濃度との関係では、陸風→海風→陸風のサイクルの場合に $O_x$ 濃度は内陸部等で高くなる傾向がある。また、 $NO_x$ 濃度についても、この傾向は見られる。つまり、この日別風系サイクルが連続して出現した場合程、地域全体の $O_x$ 濃度は高くなる。このことは、5月28日~29日の場合もそうであるし、過去の $O_x$ 高濃度出現日の大半もそうである。これは、局地風系の出現と混合層高度が低いこと、更に、海陸風の交替時等により、汚染質（特に $NO_x$ ）が長距離輸送されず、比較的短距離の輸送で朝なぎ・夕なぎ等の局地風の交替をむかえ、その風系の収束域は当然のこと、地域全体で汚染質が蓄積されやすい拡散場になっていることによる。 $O_x$ の場合、このことに太陽光が作用して、光化学反応を生じ、適当な時間経過後に日最高値が出現することになる。

しかし、今回の調査では前述を裏付ける資料として、上空の汚染質濃度・島しょ部と臨海部・内陸部の広域的な汚染質の挙動、日中に出現すると言われる内部境界層の挙動<sup>6)</sup>に関する資料が不足している。この点について今後取り組み、中讃地域全体の光化学反応機構の解明に対処していきたい。

終わりに、本研究にあたり御協力いただいた善通寺市企画課、満濃町衛生課及び日神野小学校の方々に深く感謝します。

## 文 献

- 1) 香川県：香川地域公害防止計画，p 48, (1981)
- 2) 藤岡博文，三好健治，山本務，中林正一，串田光祥，岩崎ふみ代，納田徹也，美澤誠：中讃地域の臨海部および島しょ部における光化学大気汚染について，香川県公害研究センター所報，4, 71 (1979)
- 3) 気象庁：測候時報，28, 3, 107 (1961)
- 4) 香川県：大気汚染・水質汚濁調査結果，p 27, (1981)
- 5) 山本務・他：第22回大気汚染学会講演要旨集，p 213, (1981)
- 6) 公害資源研究所：公害資源研究所報告，15, 153 (1979)

表7. 地上の大気拡散場等の一覧表（5月27日～5月29日）

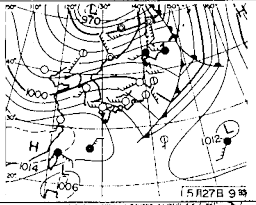
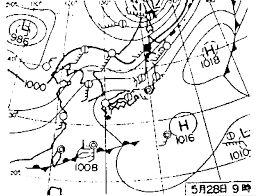
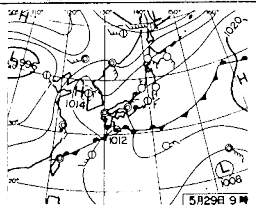
月 日	地上天気図 (9時)	平均風速 (m/s)			平均気温 (°C)			積算日射量 (cal/cm)		気圧傾度		降水量 (mm)		
		早朝	日中	夜間	早朝	日中	夜間	午前	午後	9時	21時	早朝	日中	夜間
5月 27日		6.5	5.4	1.2	14.5	17.5	16.5	299	295	0.065	0.085	-	-	-
5月 28日		0.7	2.3	1.3	12.5	20.3	19.6	235	265	0.081	0.053	-	-	-
5月 29日		0.6	3.5	1.2	14.5	20.9	20.3	225	179	0.029	0.045	-	-	-

表8. 地上の大気拡散場等の一覧表（6月17日・6月19日）

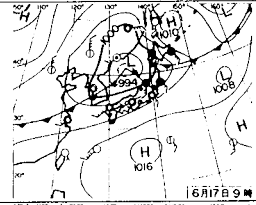
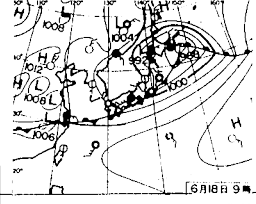
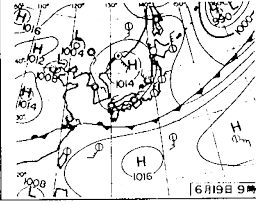
月 日	地上天気図 (9時)	平均風速 (m/s)			平均気温 (°C)			積算日射量 (cal/cm)		気圧傾度		降水量 (mm)		
		早朝	日中	夜間	早朝	日中	夜間	午前	午後	9時	21時	早朝	日中	夜間
6月 17日		0.7	3.1	2.7	22.9	28.6	25.0	170	145	0.151	0.133	-	-	25
6月 18日					中		止							
6月 19日		1.2	1.9	3.9	20.1	22.2	20.6	132	146	0.146	0.079	-	-	-

表9. 地上の大気拡散場等の一覧表 (8月26日～8月28日)

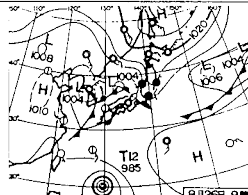
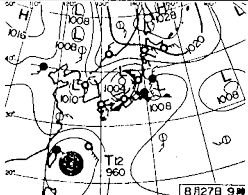
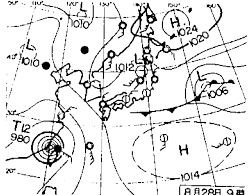
月 日	地上天気図 (9時)	平均風速 (m/s)			平均気温 (°C)			積算日射量 (cal/cm <sup>2</sup> )		気圧傾度		降水量 (mm)		
		早朝	日中	夜間	早朝	日中	夜間	午前	午後	9時	21時	早朝	日中	夜間
8月26日		0.5	1.8	1.3	22.4	27.4	25.4	199	99	0.087	0.091	—	—	9
8月27日		2.5	3.5	1.4	23.0	26.6	25.5	164	216	0.046	0.077	33	1	—
8月28日		0.6	2.3	1.6	22.6	24.0	22.3	157	69	0.065	0.048	—	2	10

表10. 地上の大気拡散場等の一覧表 (9月17日～9月19日)

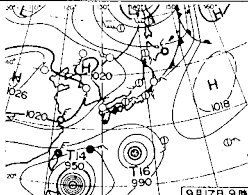
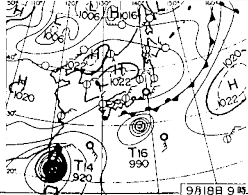
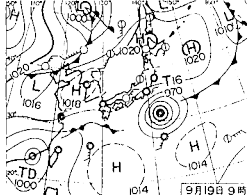
月 日	地上天気図 (9時)	平均風速 (m/s)			平均気温 (°C)			積算日射量 (cal/cm <sup>2</sup> )		気圧傾度		降水量 (mm)		
		早朝	日中	夜間	早朝	日中	夜間	午前	午後	9時	21時	早朝	日中	夜間
9月17日		0.8	2.3	1.6	18.6	24.7	23.3	186	171	0.061	0.117	—	—	—
9月18日		1.5	3.4	3.7	21.2	24.4	22.2	150	166	0.165	0.104	—	—	—
9月19日		3.4	2.2	1.2	20.0	23.2	22.4	126	97	0.053	0.018	—	—	—

表11. 上空の大気拡散場等の一覧表（5月27日～5月29日）

月日	上層天気図 (21時・850mb面)	高度200mの平均風速 (m/s)			高度200mの平均温度 (°C)			高度1500mの 気温 (°C)		混合層高度・逆転 層高度のうち下層 のもの (m)	
		早朝	日中	夜間	早朝	日中	夜間	9時	15時30分	9時	15時30分
5月27日		10.0	9.4	5.4	14.3	15.3	17.7	7.0	10.6	1100	1600
5月28日		1.0	1.6	1.2	16.8	20.3	20.7	14.2	16.7	500	1000
5月29日		0.9	4.6	1.3	17.1	20.0	21.6	16.0	17.4	400	700

表12. 上空の大気拡散場等の一覧表（6月17日・6月19日）

月日	上層天気図 (21時・850mb面)	高度200mの平均風速 (m/s)			高度200mの平均温度 (°C)			高度1500mの 気温 (°C)		混合層高度・逆転 層高度のうち下層 のもの (m)	
		早朝	日中	夜間	早朝	日中	夜間	9時	15時30分	9時	15時30分
6月17日		3.8	8.7	9.0	24.5	26.6	24.9	15.5	20.2	なし	なし
6月18日			中			止					
6月19日		3.5	1.7	5.3	20.3	21.8	20.6	10.5	13.4	900	1400

表13. 上空の大気拡散場等の一覧表（8月26日～8月28日）

月日	上層天気図 (21時・850mb面)	高度200mの平均風速 (m/s)			高度200mの平均温度 (°C)			高度1500mの 気温 (°C)		混合層高度・逆転 層高度のうちの下 層のもの (m)	
		早朝	日中	夜間	早朝	日中	夜間	9時	15時30分	9時	15時30分
8月26日		1.1	1.4	4.0	23.2	27.3	25.4	18.3	19.6	200	1900
8月27日		7.2	8.4	4.3	22.6	24.4	24.7	18.7	18.5	1000	1200
8月28日		2.5	2.7	3.8	22.8	23.8	22.1	18.6	-	600	-

表14. 上空の大気拡散場等の一覧表（9月17日～19日）

月日	上層天気図 (21時・850mb面)	高度200mの平均風速 (m/s)			高度200mの平均温度 (°C)			高度1500mの 気温 (°C)		混合層高度・逆転 層高度のうちの下 層のもの (m)	
		早朝	日中	夜間	早朝	日中	夜間	9時	15時30分	9時	15時30分
9月17日		4.0	2.3	3.9	21.3	24.2	16.3	13.2	18.1	400	1300
9月18日		4.5	4.0	7.8	20.9	23.3	22.2	16.6	-	700	-
9月19日		5.0	1.5	2.2	20.3	23.0	22.7	15.1	-	500	-

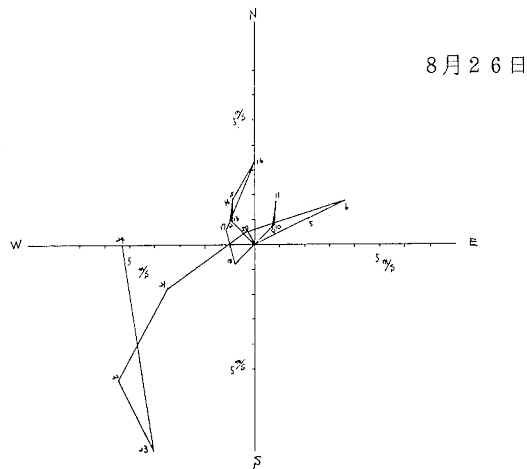
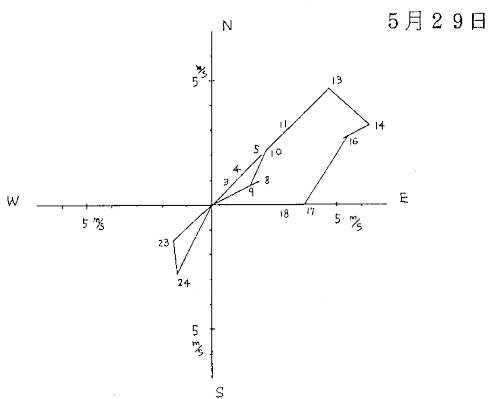
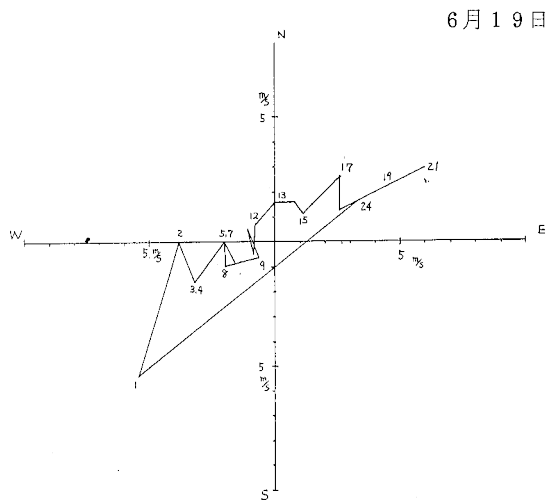
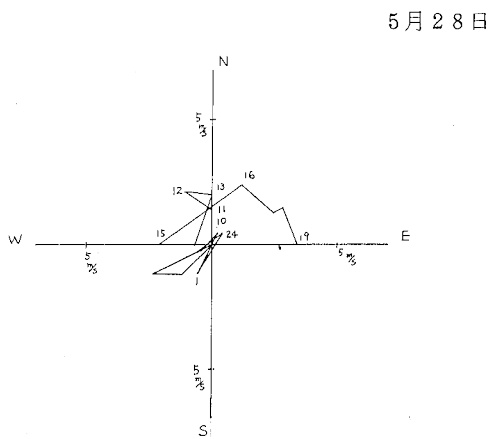
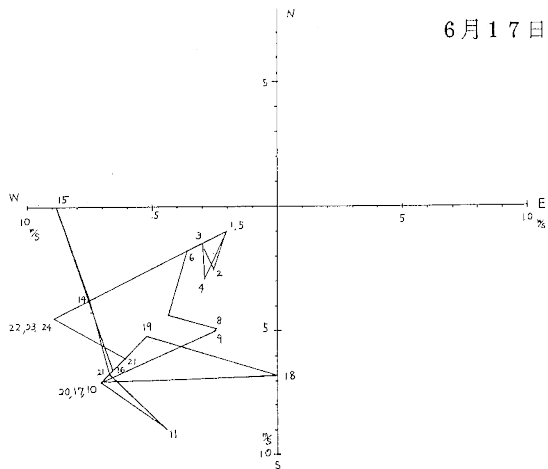
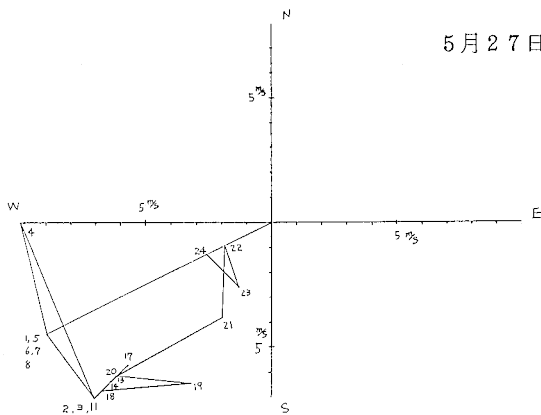
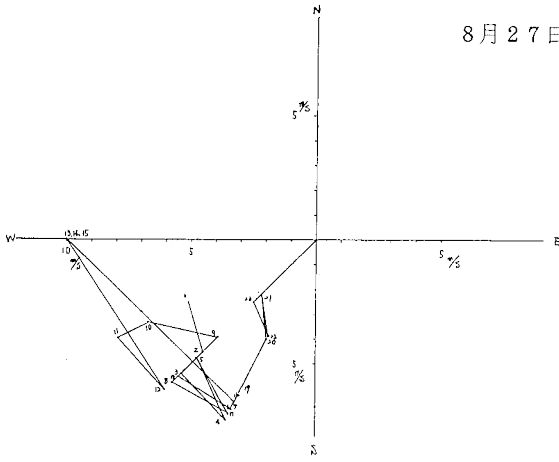
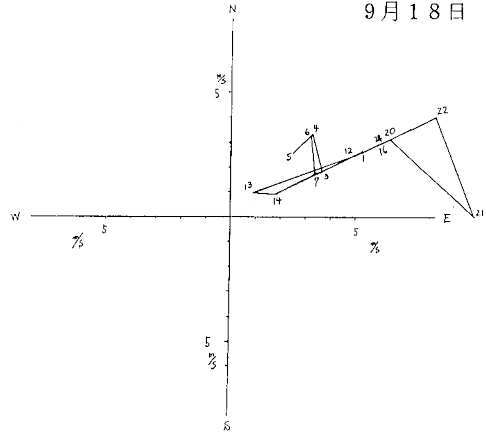


図5 高度200mの風のプロット

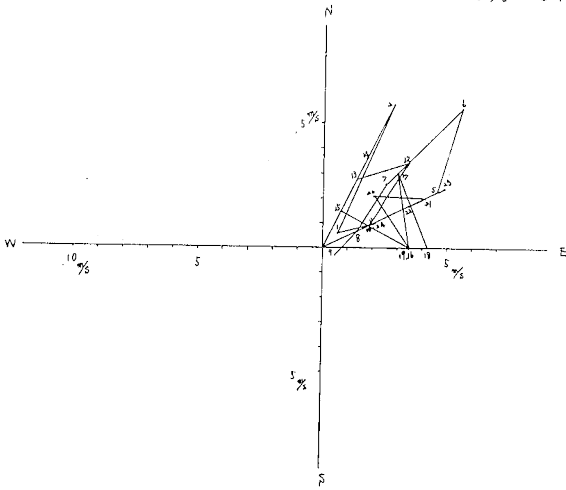
8月27日



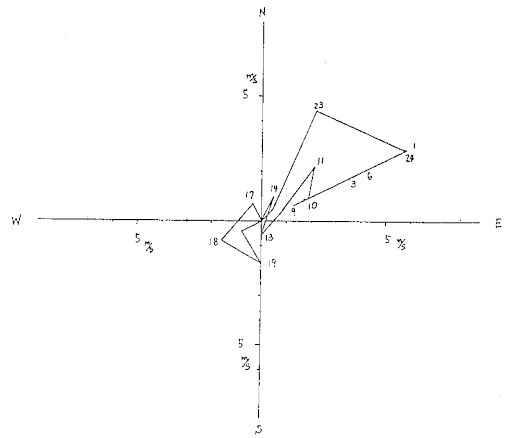
9月18日



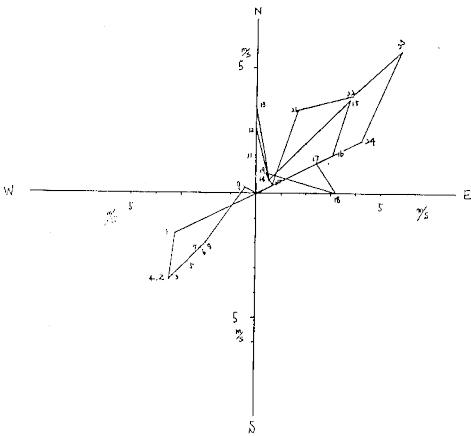
8月28日



9月19日



9月17日



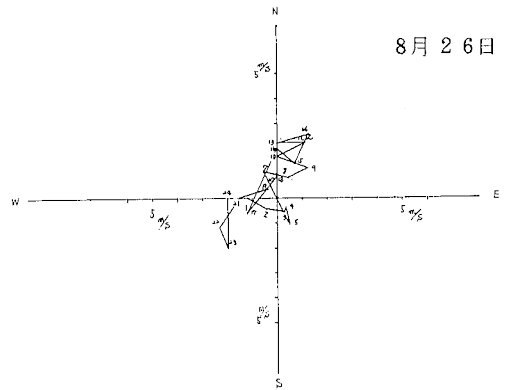
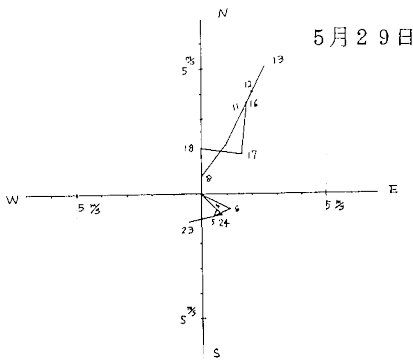
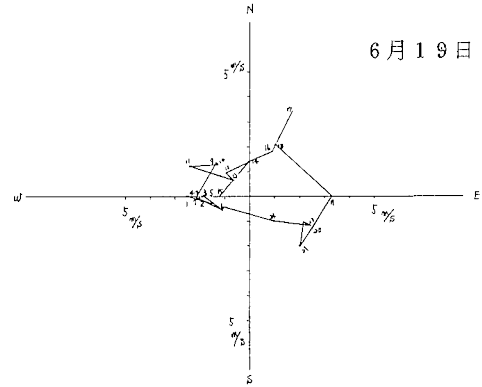
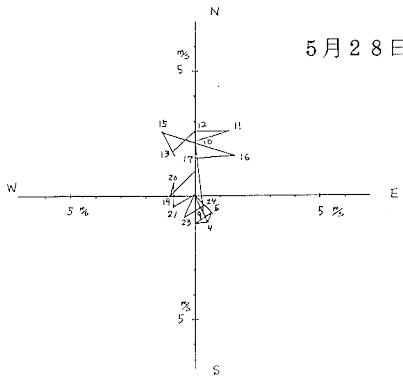
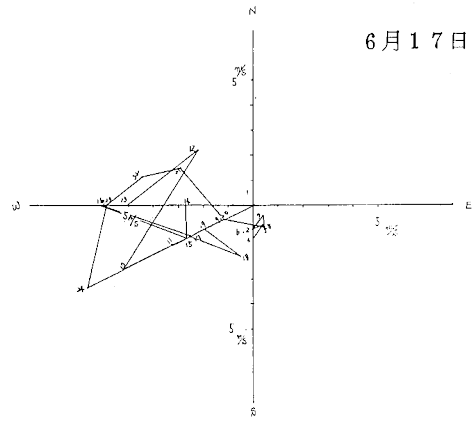
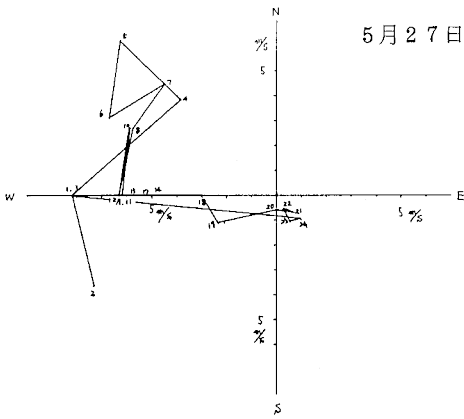
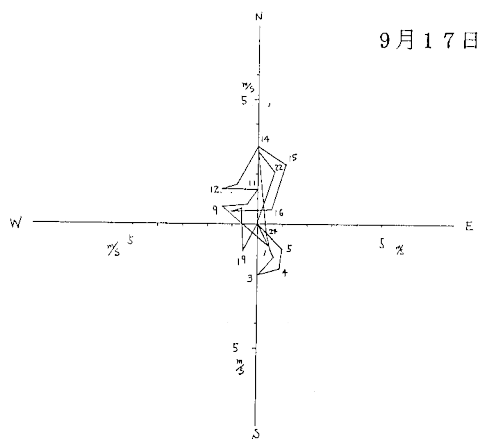
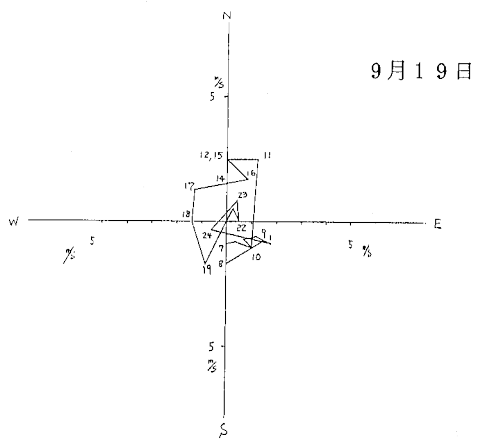
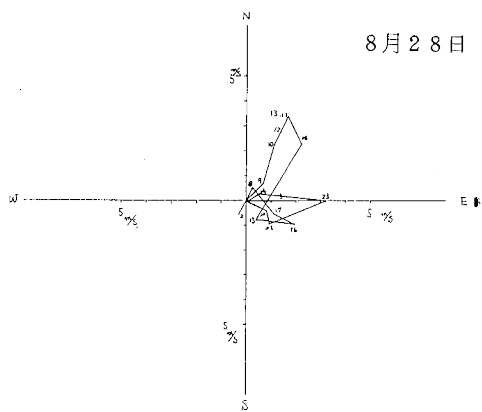
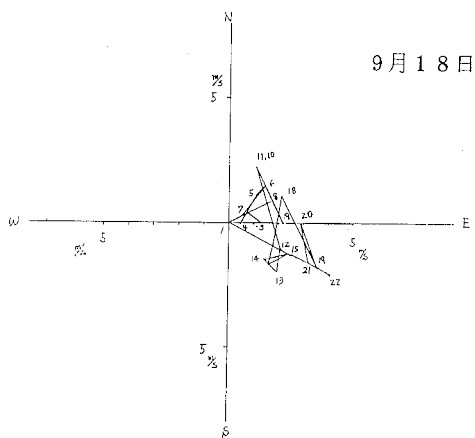
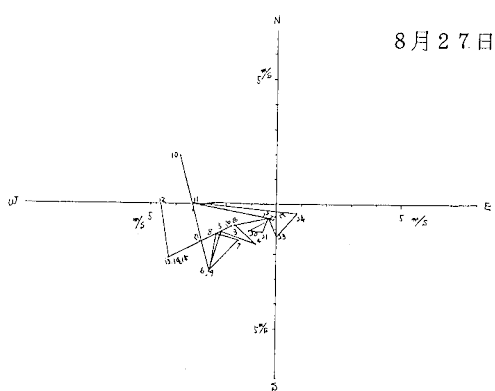


図6 地上風のホドグラフ





〈備考〉

地上風としては、城坤の風を代表として記載している。

図6 地上風のホドグラフ

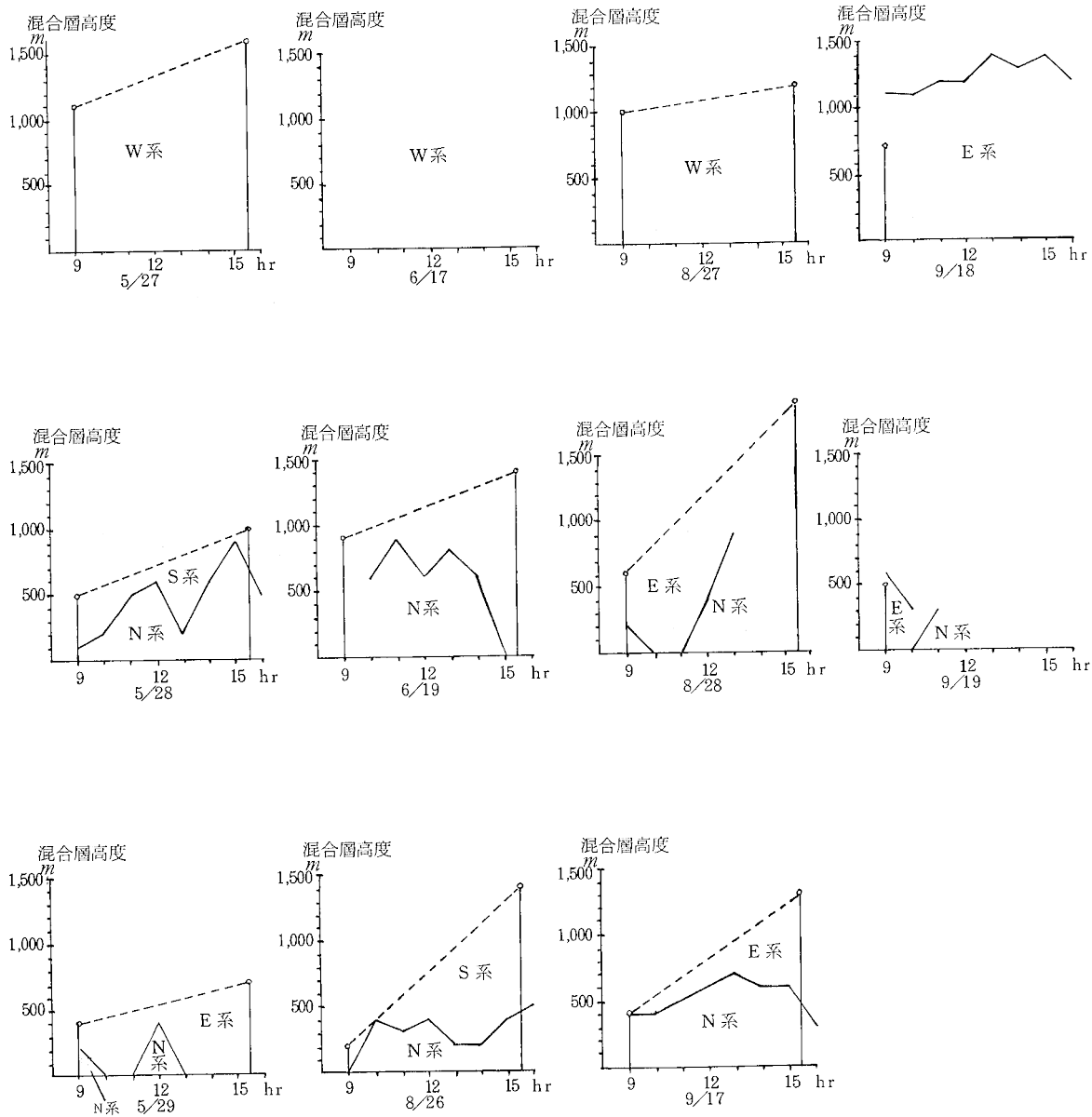


図7. 混合層高度等と風系

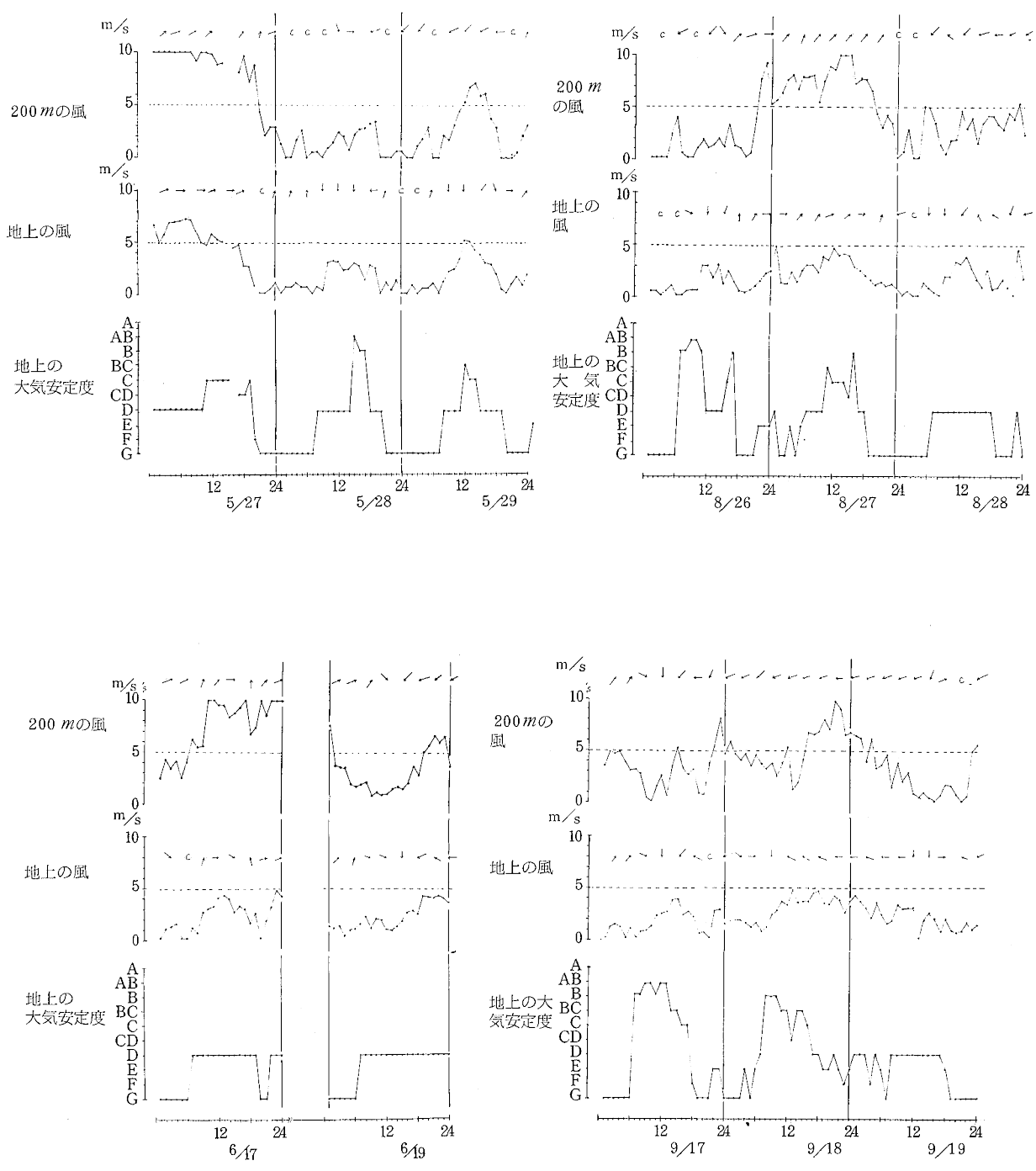
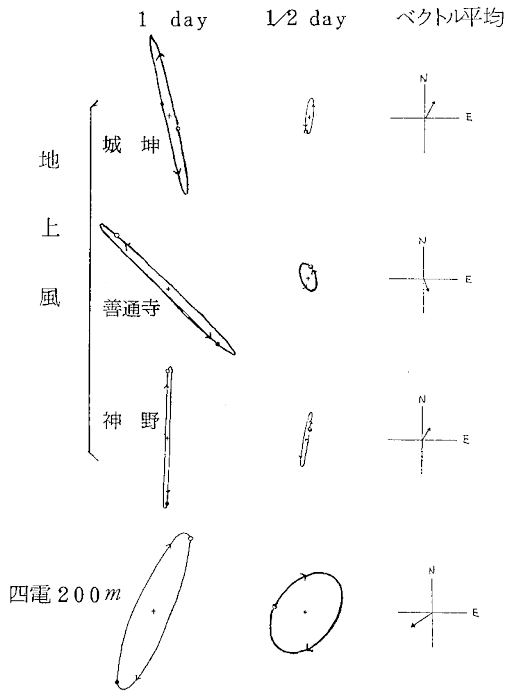
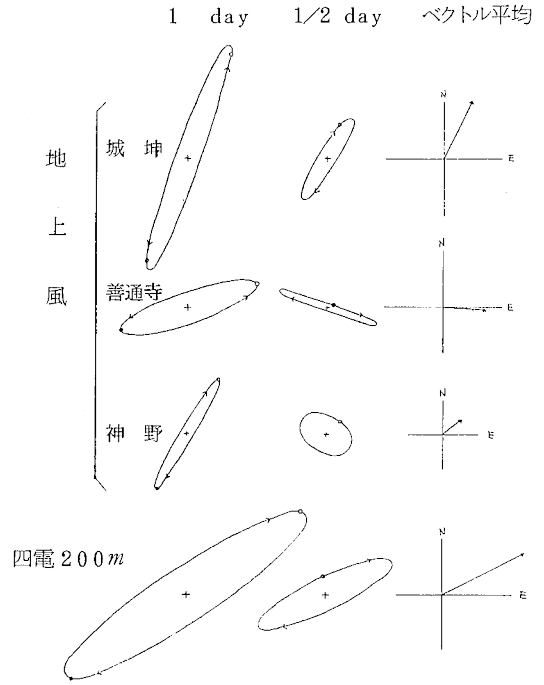


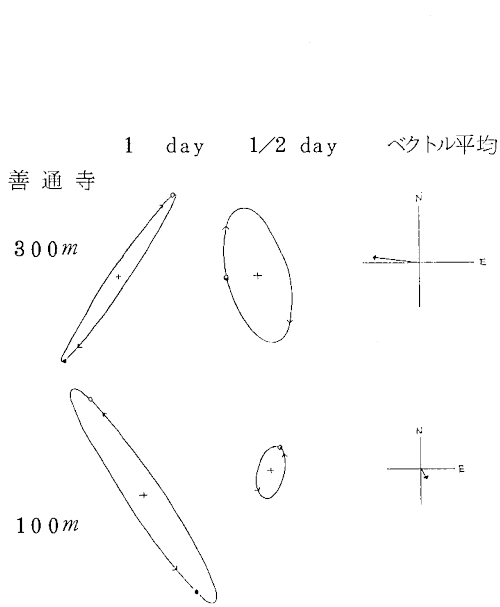
図8. 地上の大気安定度



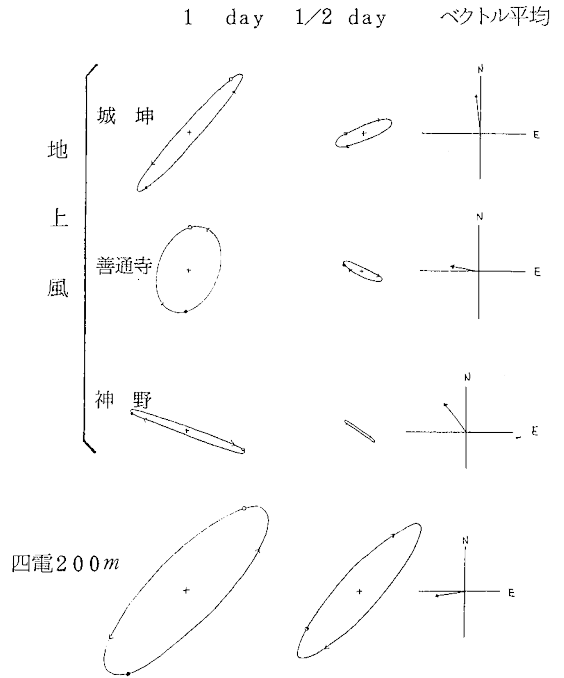
5月27日 20時~5月28日 19時



5月29日 1時~5月29日 24時



5月27日 20時~5月28日 19時



8月26日 1時~8月26日 24時

図9. 調和解析結果

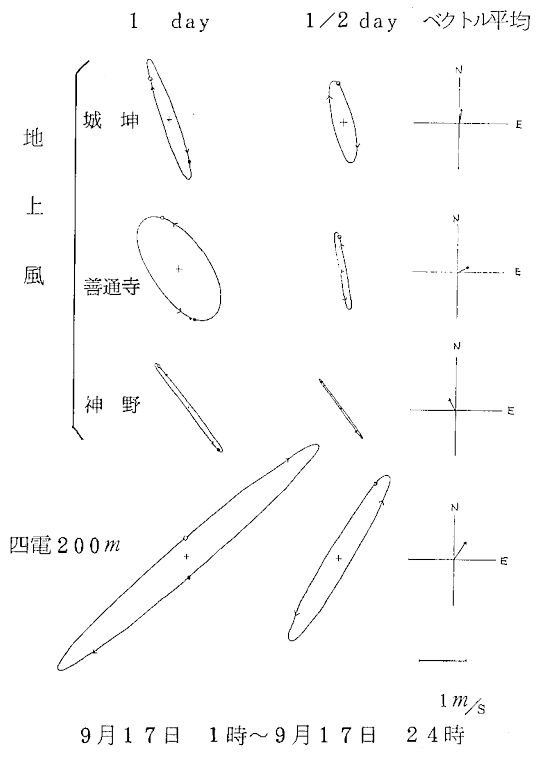


図9. 調和解析結果

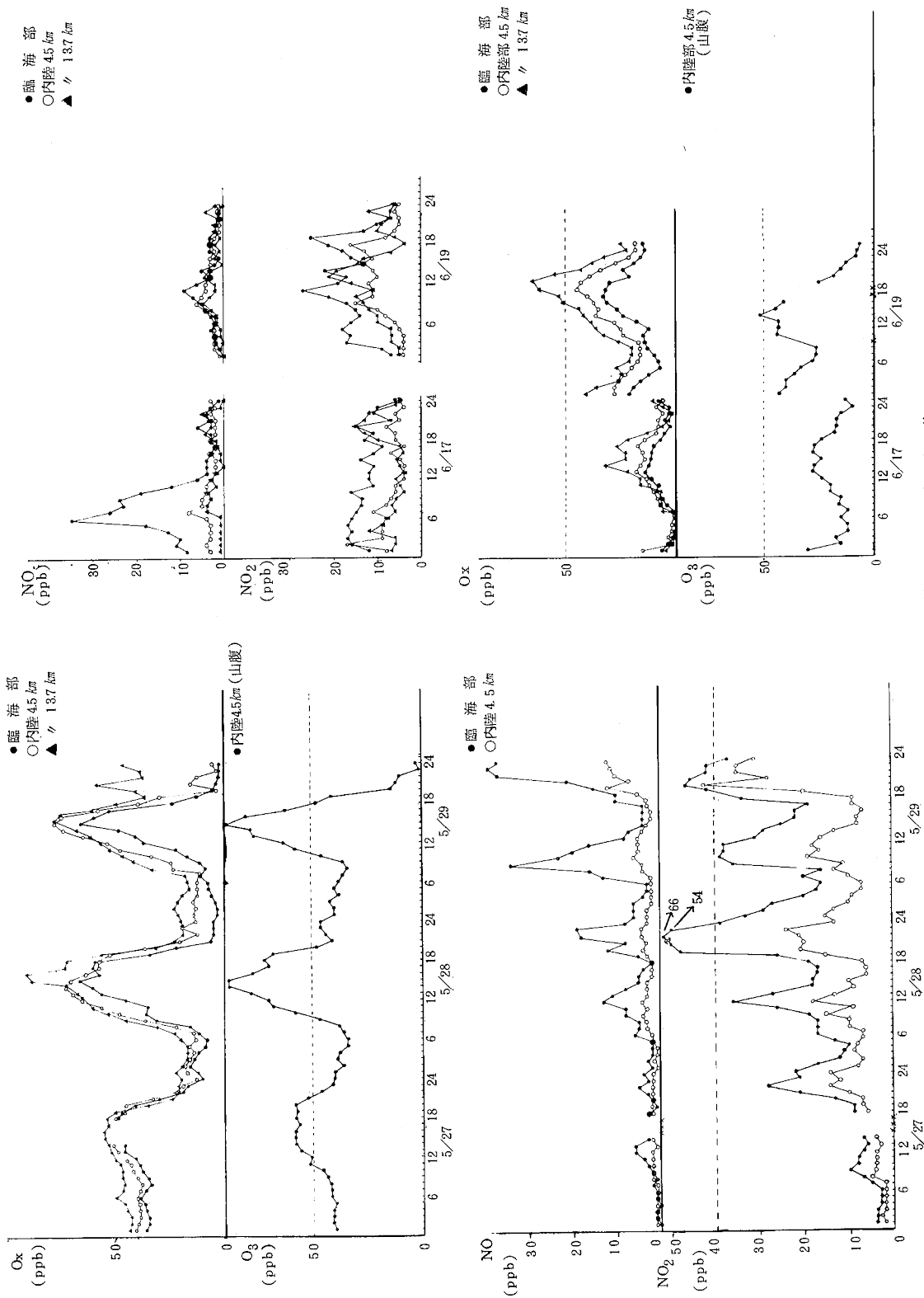


図2. 大気汚染物質の経時変化

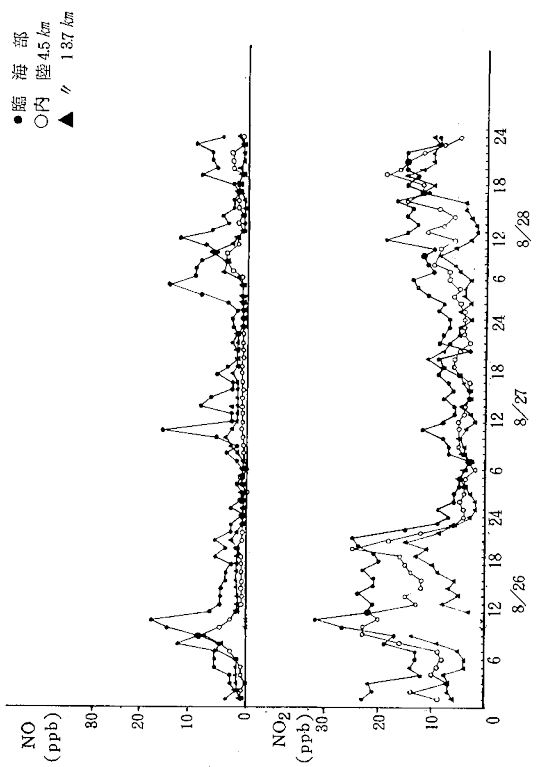
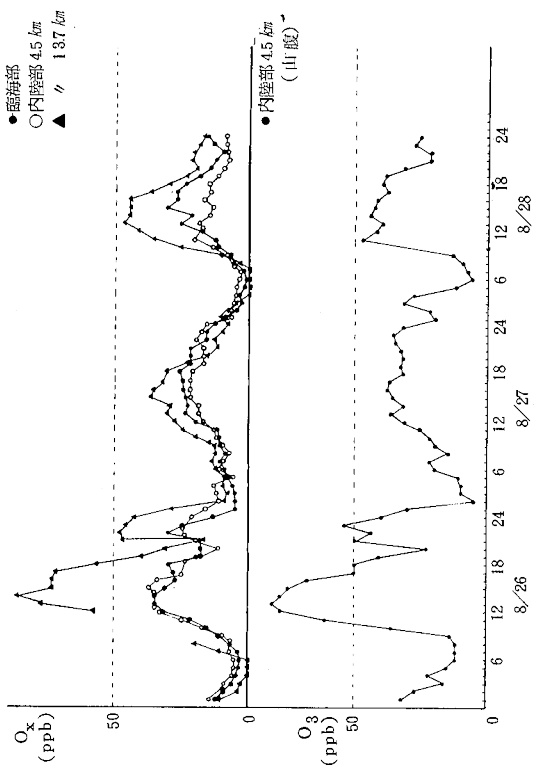
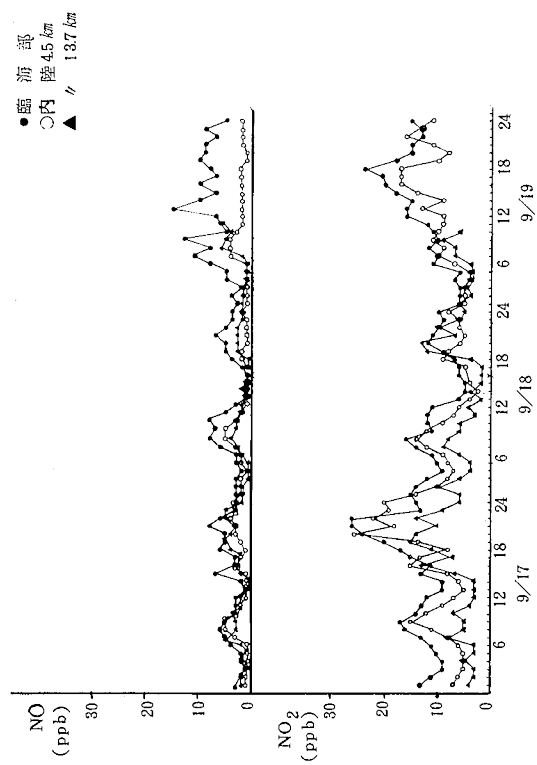
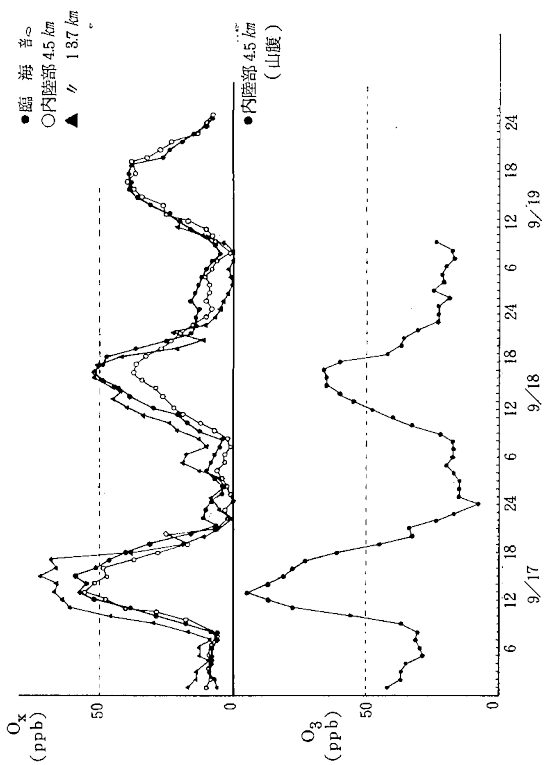
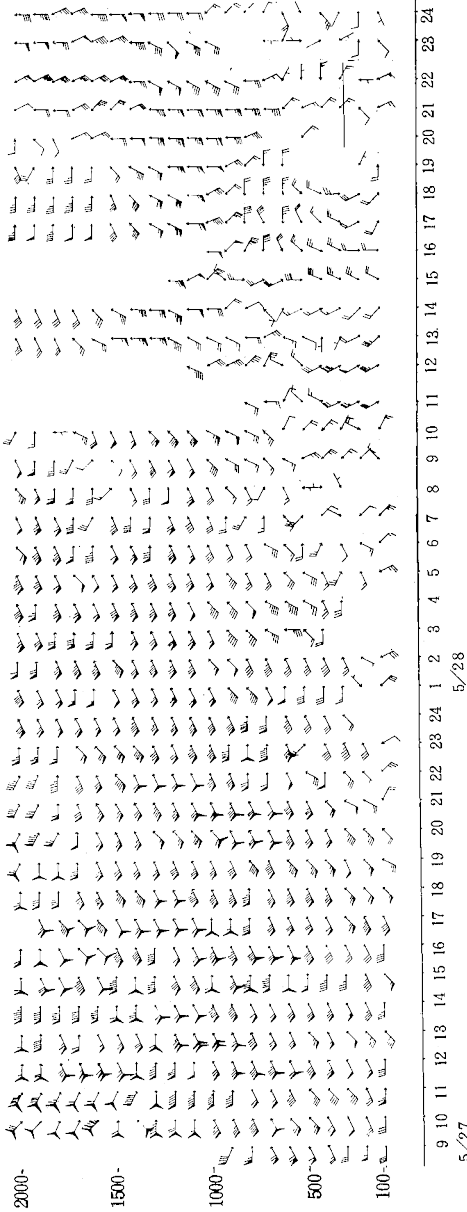


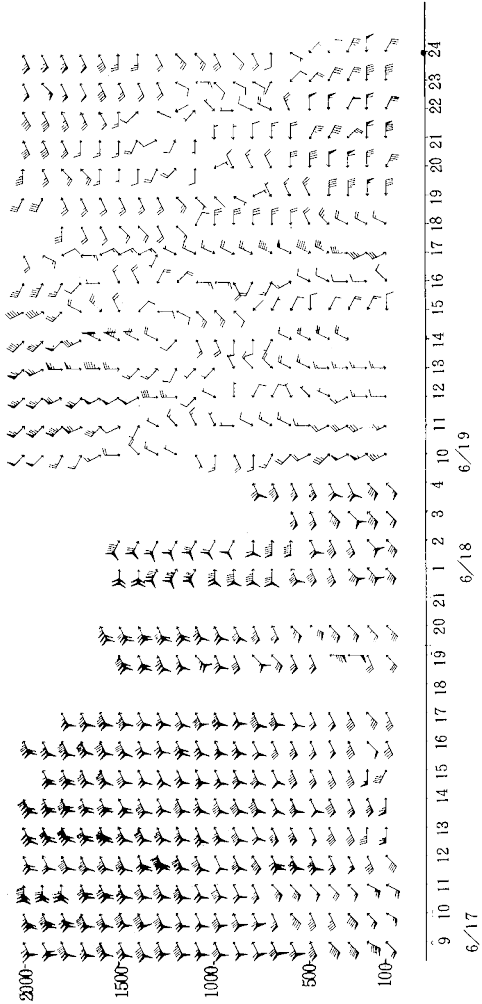
図2 大気汚染物質の経時変化

55年5月  
普通寺



5/27

55年6月



6/17

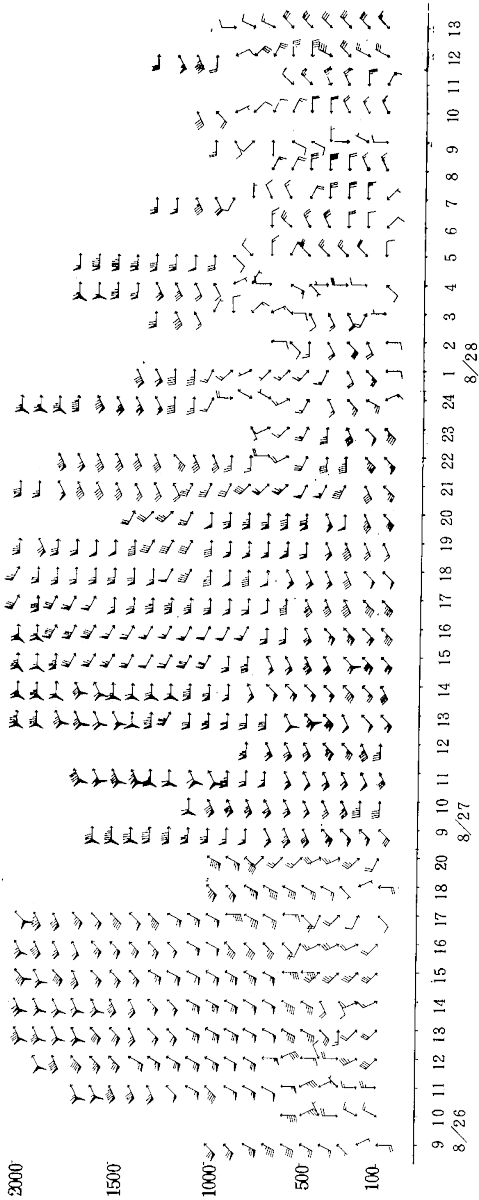
6/18

6/19

図8. 風の鉛直分布



55年8月  
普通寺



55年9月

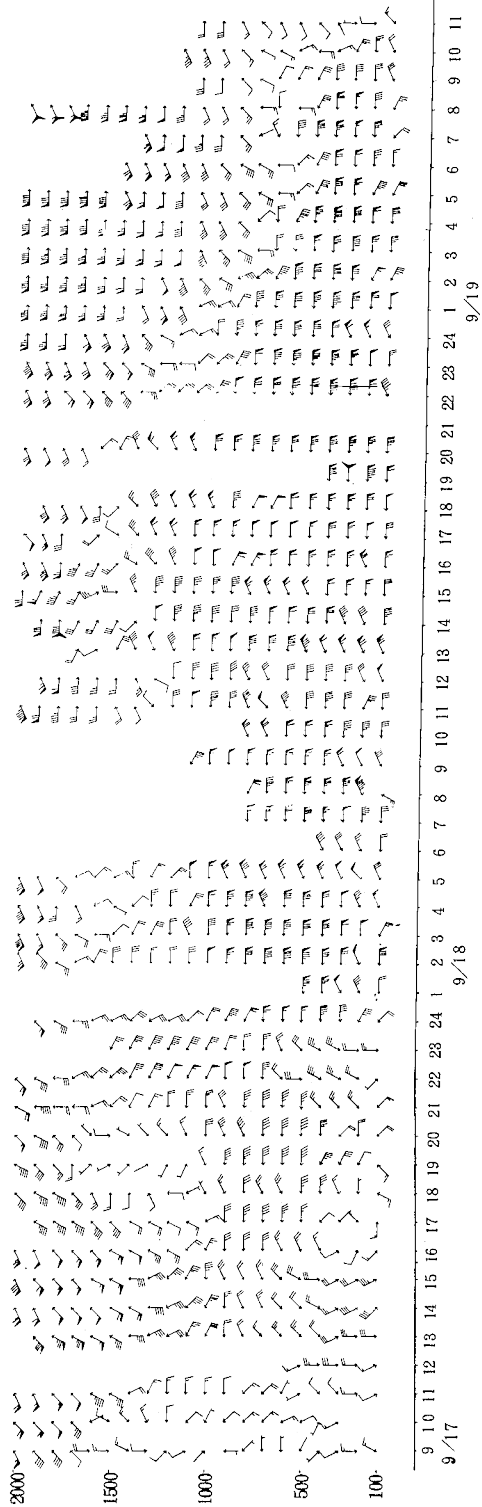


図8. 風の鉛直分布

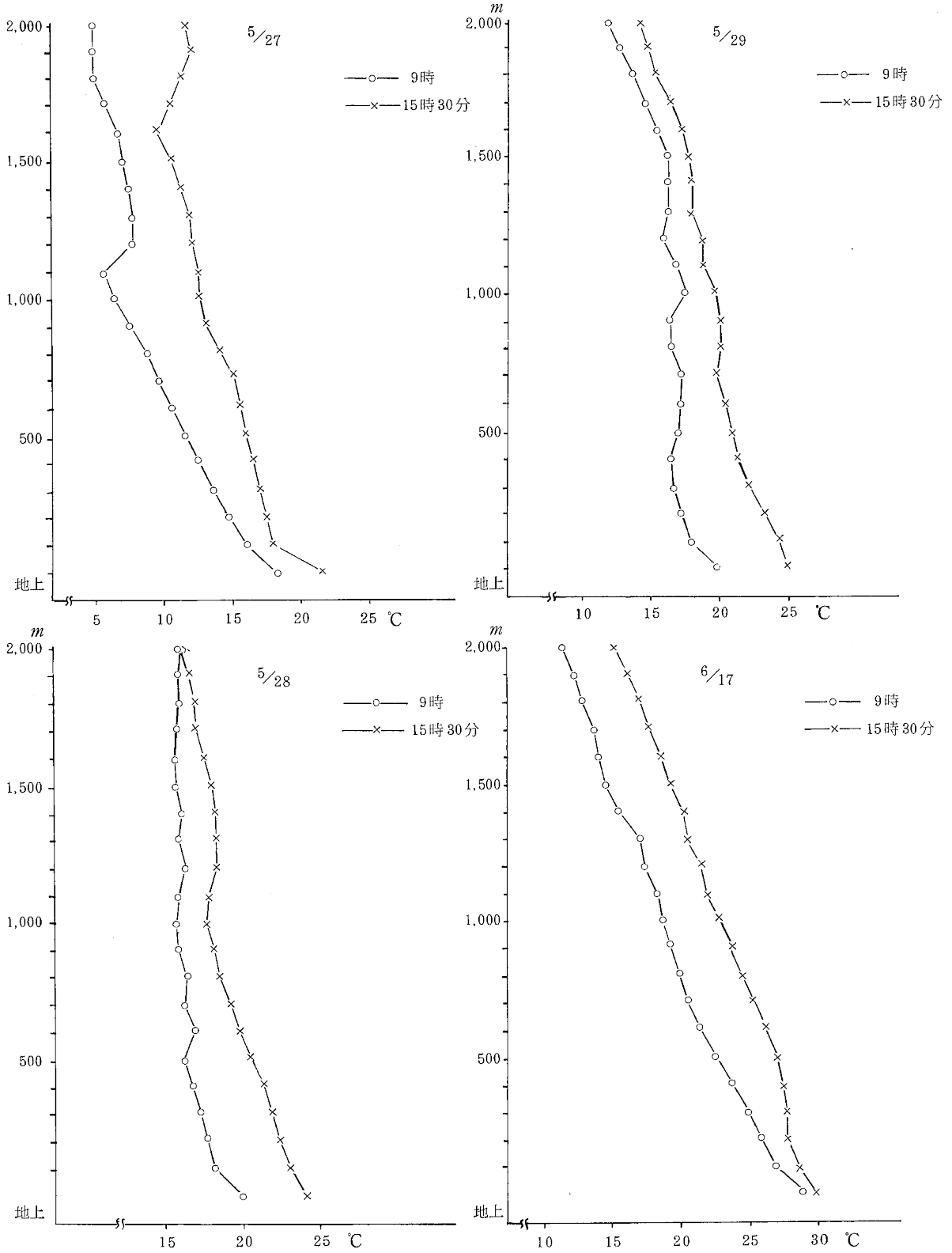


図4. 気温の鉛直分布

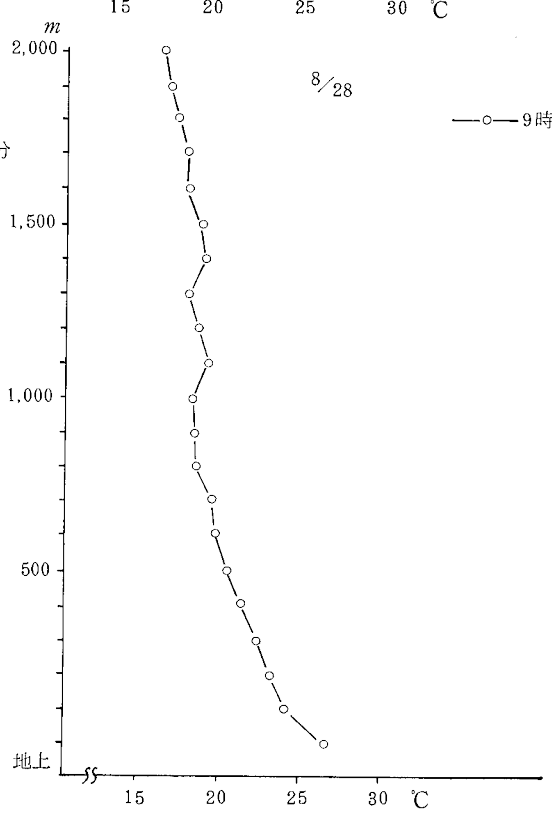
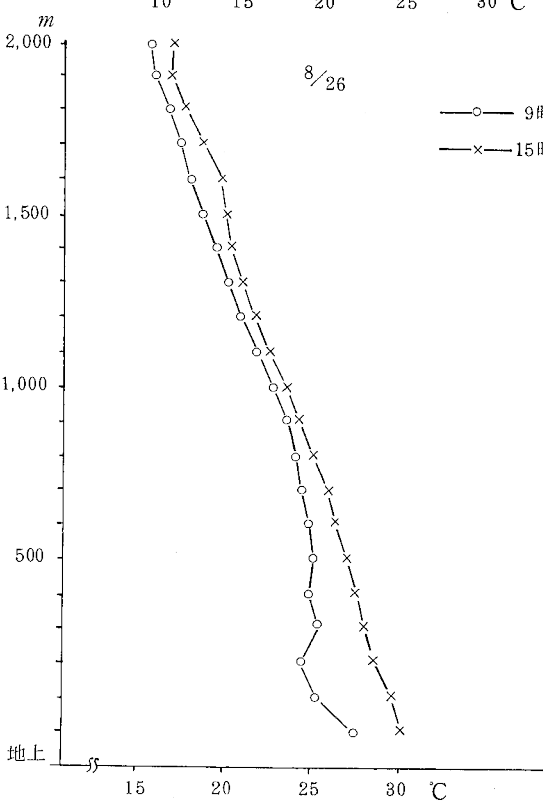
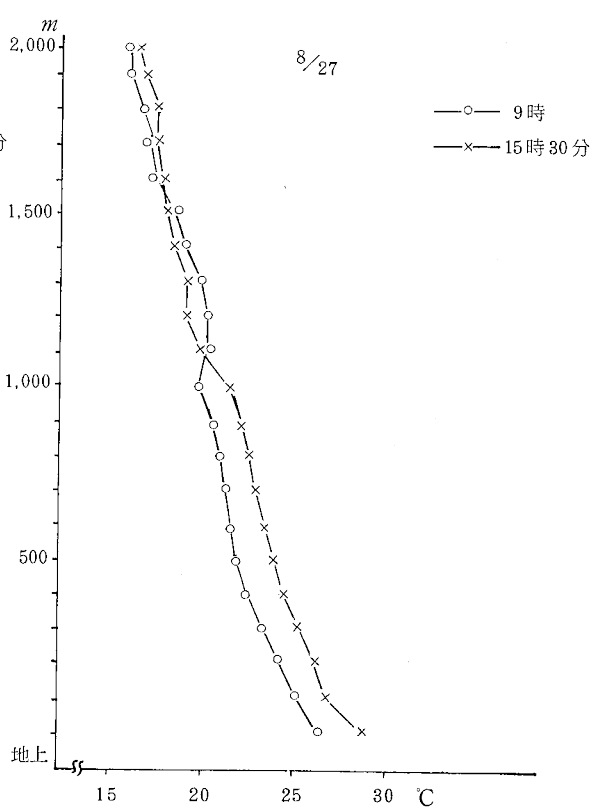
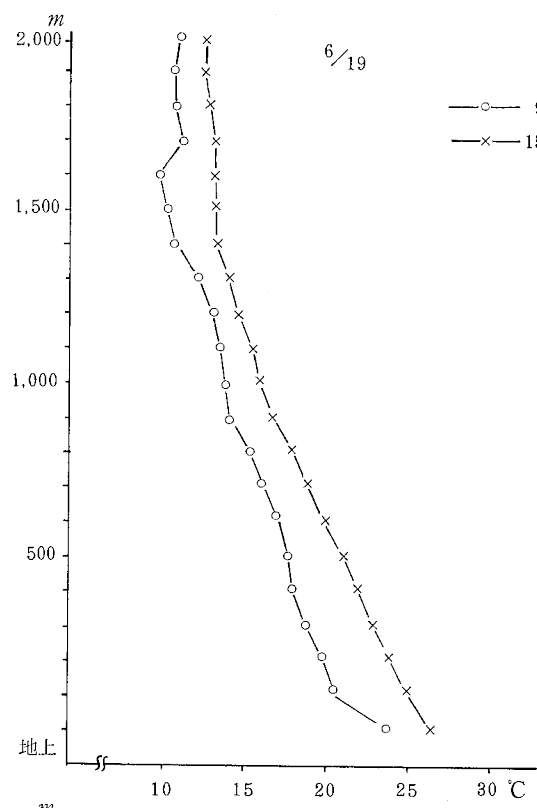


図4. 気温の鉛直分布

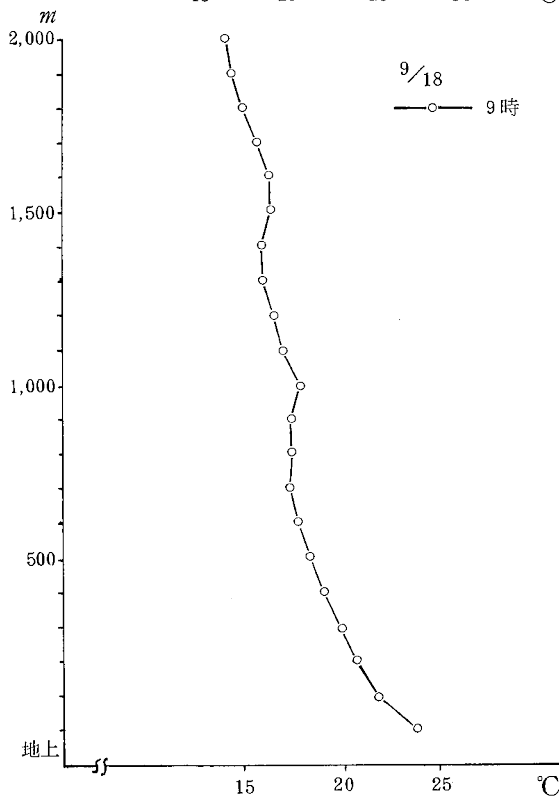
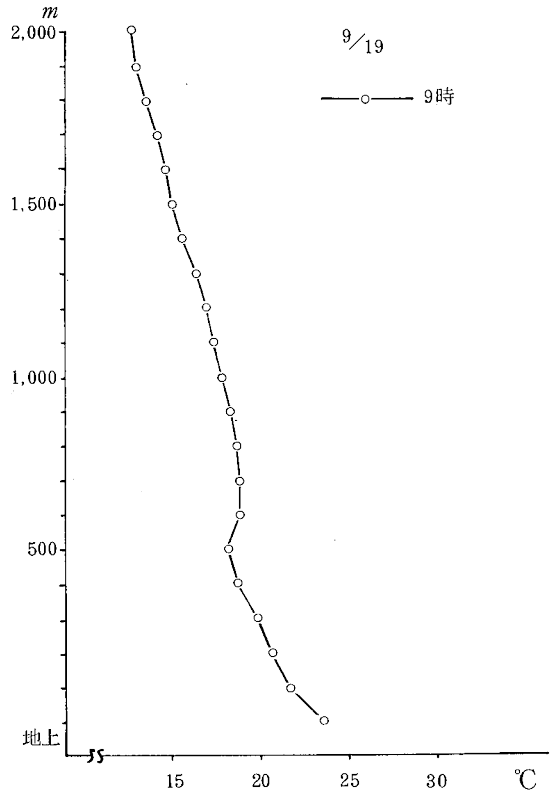
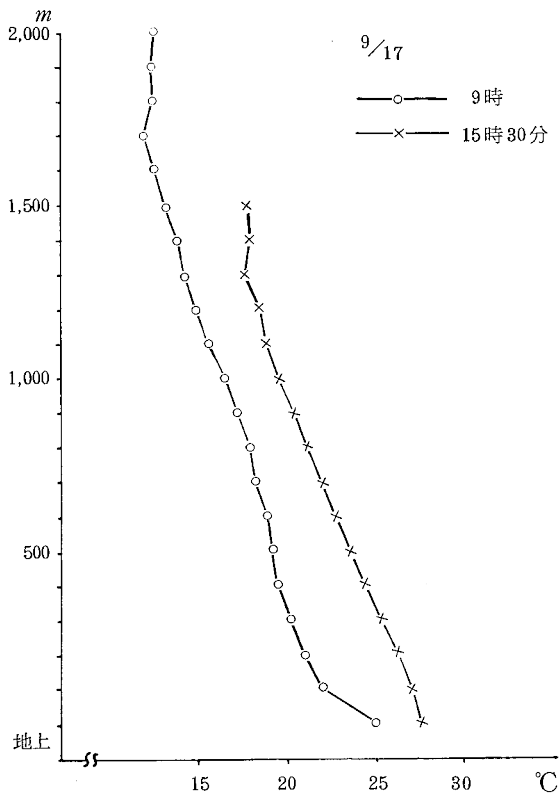


図4. 気温の鉛直分布