

中讃地域の臨海部及び島しょ部における 光化学大気汚染について(第一報)

三好 健治 藤岡 博文 中林 正一
 串田 光祥 山本 務* 岩崎 ふみ代
 高樹 正浩 美澤 誠

はじめに

坂出・丸亀市を中心とした中讃地域は、県下最大の臨海工業地帯をかかえており、毎年光化学大気汚染が問題となっている地域である。

そこで、昭和53年度、54年度の継続調査研究事業として、この地域の臨海部及び島しょ部において光化学大気汚染解明のための立体気象を中心とした特別調査を実施しているが、今回昭和53年度の調査結果がまとまったので、第1報として報告する。

調査方法

1. 調査期間

昭和53年6月6日～6月9日(4日間)

昭和53年8月29日～9月1日(")

2. 調査地点及び調査項目

(1) 気象調査

調査項目	観測方法	観測地点	観測時刻
風の鉛直分布	パイロットバルーンによる。一点観測。	与島・沙弥瀬居・番の州公園	9時,10時 13時,14時
上空300mの気流	ノンリフトバルーンによる。二点観測。	与島-(沙弥瀬居-(番の州公園))	11時,15時
気温の鉛直分布	低層ゾンデによる。	坂出保健所	9時,13時
上空200m風向風速	煙突に設置した風向風速計による。	四電坂出火力	0～24時 連続
地上風	風車型微風向風速計による。	固定観測局(図1)	0～24時 連続
日射量 気温・湿度	エプリー式 白金抵抗・毛髪式	坂出保健所	0～24時 連続

(2) 大気汚染物質調査

調査項目	測定方法	測定地点	測定時刻
オキシダント(オゾン)	2%中性ヨウ化カリウム法による自動測定(紫外線吸収法による自動測定)	与島, 及び固定観測局(図1)	0～24時 連続
窒素酸化物	ザルツマン法による自動測定(係数0.72(酸化率100%)ケミルミネッセンス法による自動測定)		
二酸化硫黄	溶液導電率法による自動測定		

調査結果

1. 気象

(1) 上層風

パイロットバルーンによる観測結果を図2に、ノンリフトバルーンによる観測結果を図3に示した。また、高度200mに設置した風向風速計の結果は図4に示した。

(2) 地上風

図3に11時と15時のデータのみ示した。

(3) その他の気象データ

表1, 表2に示した。

2. 大気汚染物質

図5にオキシダント, 一酸化窒素, 二酸化窒素, 二酸化硫黄の濃度を経時変化で示した。

考察

1. 上層風

上空100mから1,500mまでの風をここでは上層風として扱った。臨海部及び島しょ部において、パイロットバルーン及びノンリフトバルーンを飛揚して観測した上

*香川県環境保健部公害課

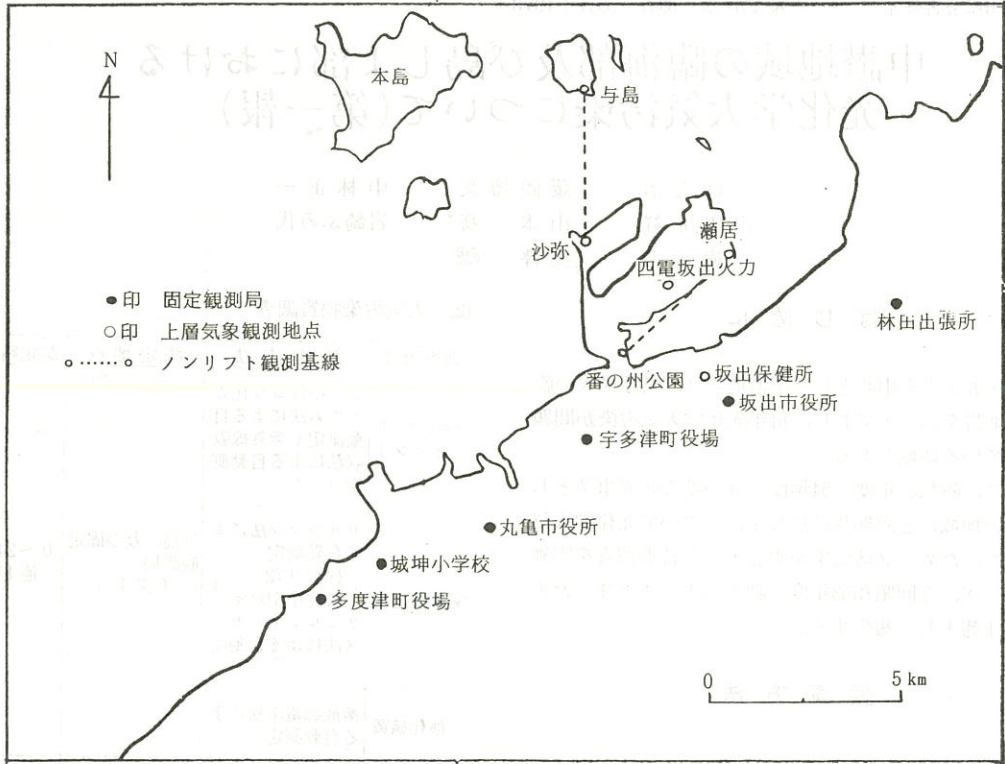


図1 調査地点

層風から、与島上空の瀬戸内海上では、通常中四国に平行な東西流が存在していることが確認された。この東西流の風速の強さや背の高さ、及び風向がE、Wのどちらになるかについては、おそらく一般風の影響によるものと推測される。この東西流が弱いときは、屋間島しょ部から臨海部にかけて海陸風循環が形成され、そこでの上層風は下層から海風、その上に帰還流である陸風、そして一般風という構造をなすと考えられる。しかし東西流の勢力が強いときには、海風の高度は極端に低くなり、またその帰還流である陸風も形成されないようである。

6月6日は、午前中は高度500mくらいまでW方向の東西流が強く、午後になってこの東西流は衰え13時頃には一部海陸風循環が形成されたが、14時頃にはすでにこの循環が消滅した。

6月7日は、東西流の勢力が弱く、10時頃には海陸循環風が吹きはじめたが、午後には、帰還流の陸風は消滅した。

6月8日は、午前中一部W方向の東西流が残っていたが、10時頃形成された海陸循環風が16時頃まで存続したと考えられる。

6月9日は、終日SE系の一般風が強く、上層風はエクマンスパイラルに似た構造をとっている。上層風がこ

うした構造をとった場合は、一般にオキシダント濃度が高くなるようである。

8月29日は、早朝W方向の東西流の勢力が強かったが日射が増すにつれて東西流は弱まり、10時頃からは海陸風循環が形成され、15時頃までは存続したと考えられる。

8月30日からは上層風に台風の影響が現われはじめ、8月31日及び9月1日の上層風はほぼエクマンスパイラル構造となっている。

オキシダントが高濃度となり、緊急時(オキシダント濃度0.1ppm以上)が発令されたのは、この8日間のうち、6月8日と8月29日であり、オキシダント高濃度と結びつきそうな上層風の動向として海陸循環風の形成を挙げることができよう。

また、上空200mに設定した風向風速計のデータから、オキシダントが高濃度になった6月8日と8月29日の昼夜の風向に他の6日間に比べ特異な現象をみることができた。すなわち、図4のホドグラフからわかるように高度200mにおいては、この二日間とも全くE成分の風を含んでいないのである。この動向については、今後オキシダント高濃度日の上層風モデルを考えていくうえで合わせて検討していくつもりである。

2. 地上風

気圧傾度が弱く天気の良い日には、地上では昼夜に海陸風の交替がみられ、夏期には午前8時頃から18時頃まで海風が卓越する。しかしここでいう海風は上層風のところで述べた海陸循環環での海風とは必ずしも一致しない。

8日間の調査期間のうち、昼夜に海陸風の交替が観測されたのは6月6日～6月9日及び8月29日で、8月30日の午後からは台風の接近によりこうした局地風は消滅した。

地上風については、多分に地形や建物の影響を受けるため、詳細な検討はできないが、昼夜に海陸風の交替が起ることがオキシダント発生の必要条件であると考えられる。

3. その他の気象条件

表1、表2からオキシダントが高濃度になった6月8日と8月29日の2日間を他の調査日と比較すると、オキシダント高濃度と関係のありそうな気象条件として上空1,500mの温度を挙げる事ができる。低層ゾンドを飛ばして9時と13時の上空温度を調査したが、地上気象に影響を与える最大高度は1,500mまでと一般に考えられており、この高度での気象は重要視されている。表の中に850mbの天気図を入れているが、この850mbに相当するのが高度約1,500mである。オキシダントが高濃度となった6月8日は1,500mでの温度が9時に13.1℃だったのが13時には17.2℃に、8月29日は9時に16.5℃だったのが、13時には19.5℃と、いずれも他の6日間に比べ温度の上昇が大きくなっており、オキシダント発生に関係しているのではないかと考えられる。

また、6月8日と8月29日は気象指数が大きくなっていることから、地上気象もオキシダントが高濃度になりやすい条件が満たされたと考えられる。

4. 大気汚染物質

オキシダント濃度は今回、島しょ部で1地点、臨海部で7地点測定したが、調査期間中のこれら8地点間のオキシダント濃度の時系列単相関は0.85～0.97で、極めてよい相関を示した。高濃度が出現した6月8日は全測定

地点で一斉に高濃度となっており、汚染が広域的であったと考えられる。しかし8月29日の場合は、中讃地域の東部のみ高濃度となり、局地汚染の様相を呈した。

オキシダントが高濃度になったときの他の汚染物質の動向をみてみると、6月8日の場合、オキシダント高濃度の時間帯の前と後で二酸化窒素の濃度が平常よりかなり高くなっている、が8月29日の場合はこの現象はあまり顕著でない。一酸化窒素、二酸化硫黄については、今回オキシダント高濃度と関係のありそうな動向を見い出せなかった。

ま と め

今回の8日間の調査で、中讃地域のオキシダント濃度は、島しょ部が高濃度の時には臨海部も高くなり、逆に島しょ部が低濃度の時には臨海部も低くなっており、島しょ部での濃度と臨海部での濃度に高い相関が認められた。

オキシダント高濃度と最も関係が深いと思われる上層風の動向については、昼間海陸風循環が形成されることが重要なカギになっていると考えられる。オキシダントが高濃度となった6月8日と8月29日は、いずれも昼間長時間にわたって海陸風循環が島しょ部から臨海部にかけて形成されており、それ以外の日は一般風の勢力が強く、海陸風循環が形成されなかったり、あるいは形成されても非常に短時間であった。したがって、昼間海陸風循環が形成され、これが長時間続くと、この地域のオキシダント濃度は高濃度になりやすいということが言えよう。

また、6月8日と8月29日は昼間上空1,500mでの温度上昇率が他の観測日に比べて大きかったこと、さらには、6月8日の前夜にみられた二酸化窒素の高濃度なども、オキシダント高濃度に寄与した要因として考えられる。

なお、本調査は昭和54年度も継続して実施しており、2年間の調査終了後、より詳細な検討を加えて報告する予定である。

表 1. 気象条件一覧表(6月6日~6月9日)

月/日	地上天気図	上層天気図 (850mb)	最高気温 平均湿度	日射量 Cal/cm ² ・日	1,500m温度		MMD (m)	逆転・等温層 の有無	気象指数
					9時	13時			
6月6日			26.4 56	449	10.9	11.3	1,720	9・13時共 無し	3,260
6月7日			27.1 58	479	11.2	12.0	1,850	9・13時共 無し	4,150
6月8日			28.5 65	447	13.1	17.2	1,780	9時 200~300m (0.1℃) 13時無し	5,400
6月9日			28.2 69	424	14.7	17.0	1,310	9時 100~200m (0.1℃) 13時無し	2,490

表 2. 気象条件一覧表(8月29日~9月1日)

月/日	地上天気図	上層天気図 (850mb)	最高気温 平均湿度	日射量 Cal/cm ² ・日	1,500mの温度		MMD (m)	逆転・等温層 の有無	気象指数
					9時	13時			
8月29日			32.7 70	363	16.5	19.5	1,810	9時 700~800m (0.3℃) 13時無し	7,370
8月30日			31.8 76	329	17.2	16.4	1,200	9時 700~800m 1,100~1,200m (等温) 13時 1,100~1,200m (等温)	4,460
8月31日			31.5 73	357	16.2	18.1	1,660	9・13時共 無し	2,260
9月1日			30.7 61	251	15.9	15.7	1,830	9時 1,200~1,300m (0.2℃) 13時無し	2,400

(注) ○ MMDは9時での最大混合層高度。

○ 気象指数とは、
$$\text{気象指数} = \frac{T_{\max} \times R}{V_9 + V_{12} + V_{15}}$$

T_{max} : 日最高気温
R : 総日射量
V_t : t 時の地上風速(坂出保健所)

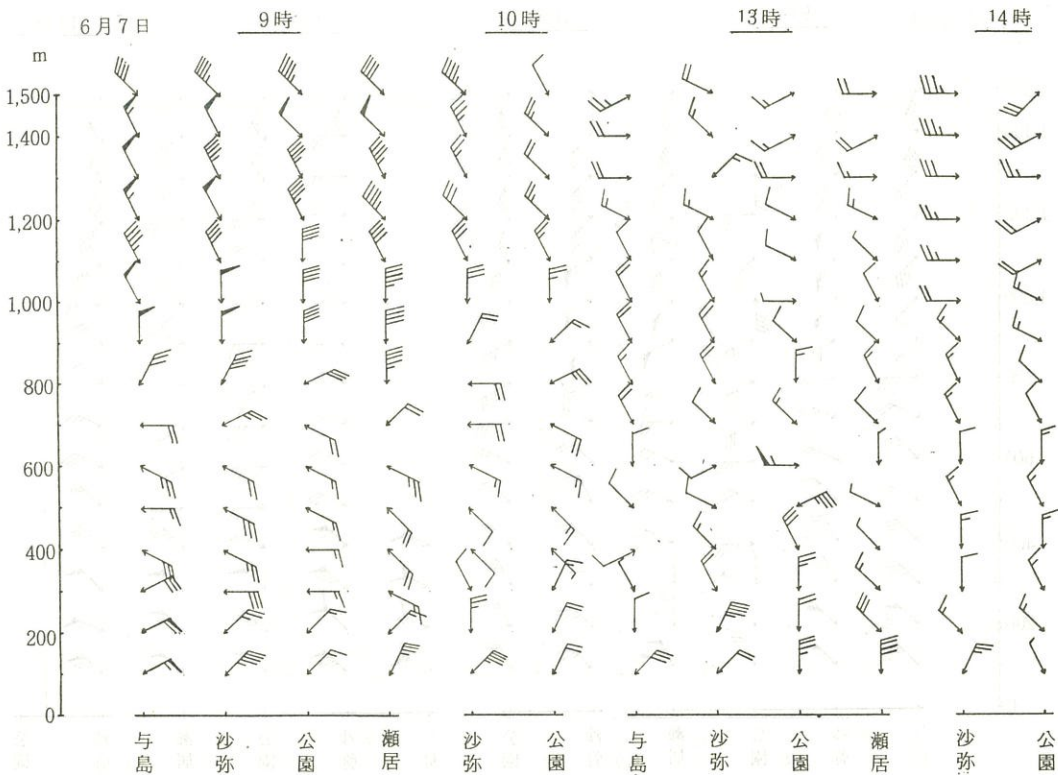
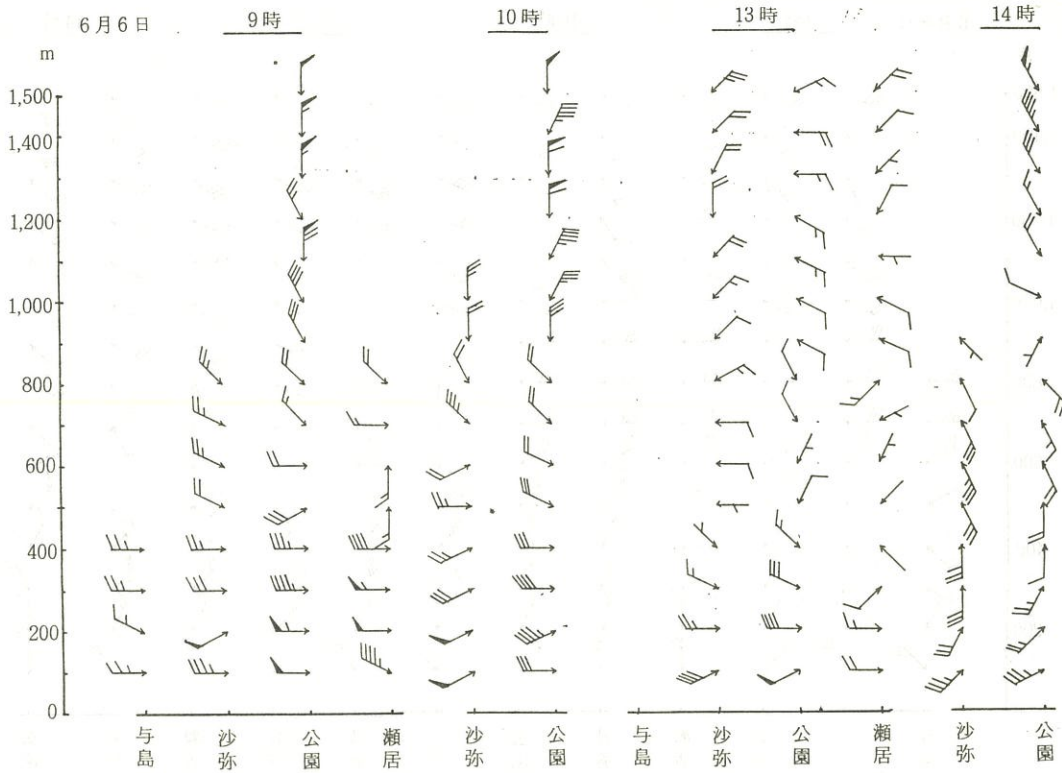


図2 上層風の風向風速

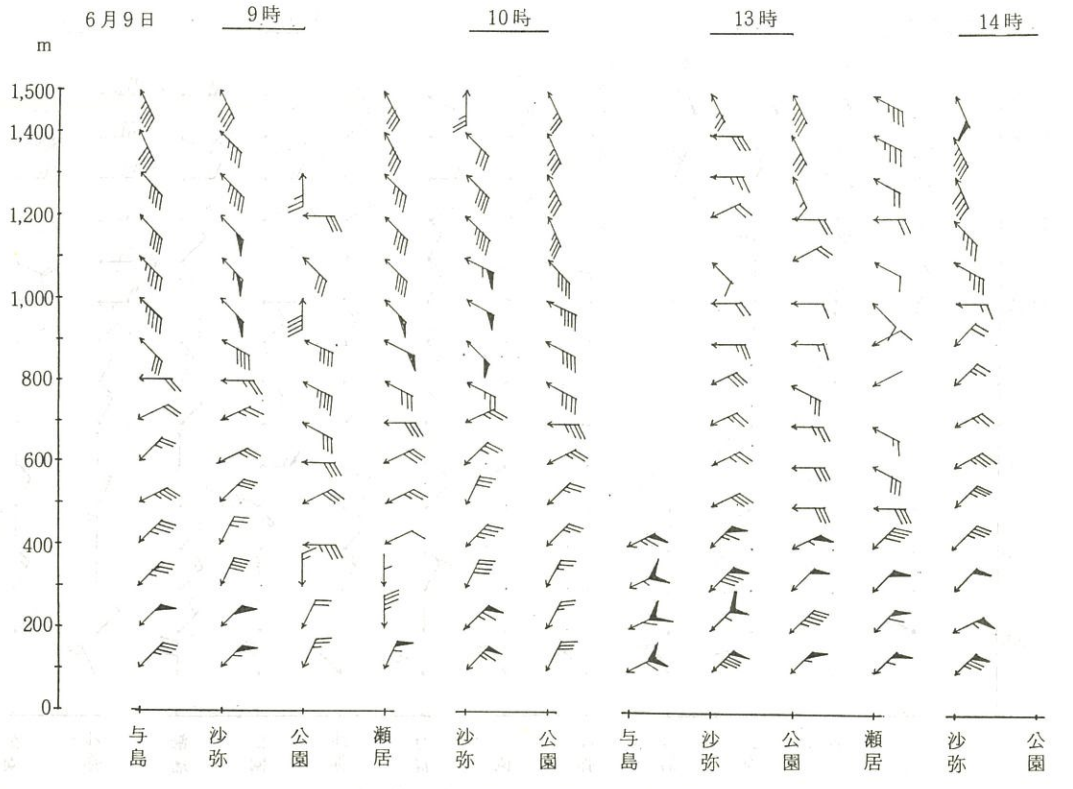
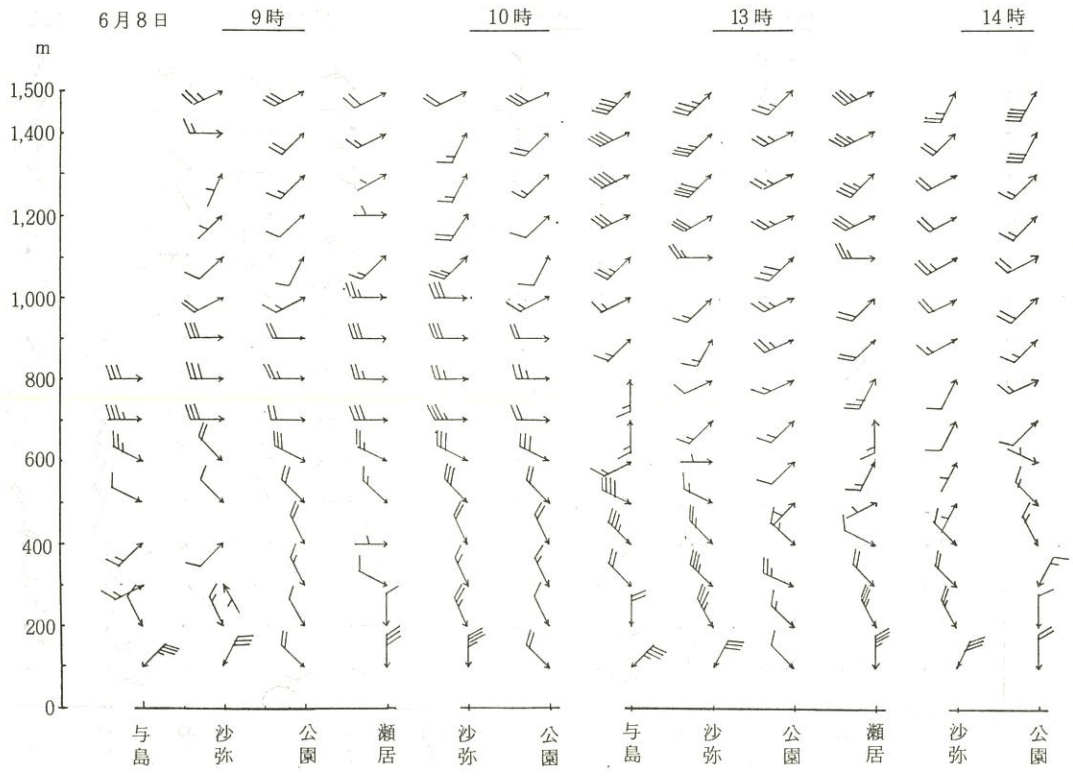


図2 上層風の風向風速

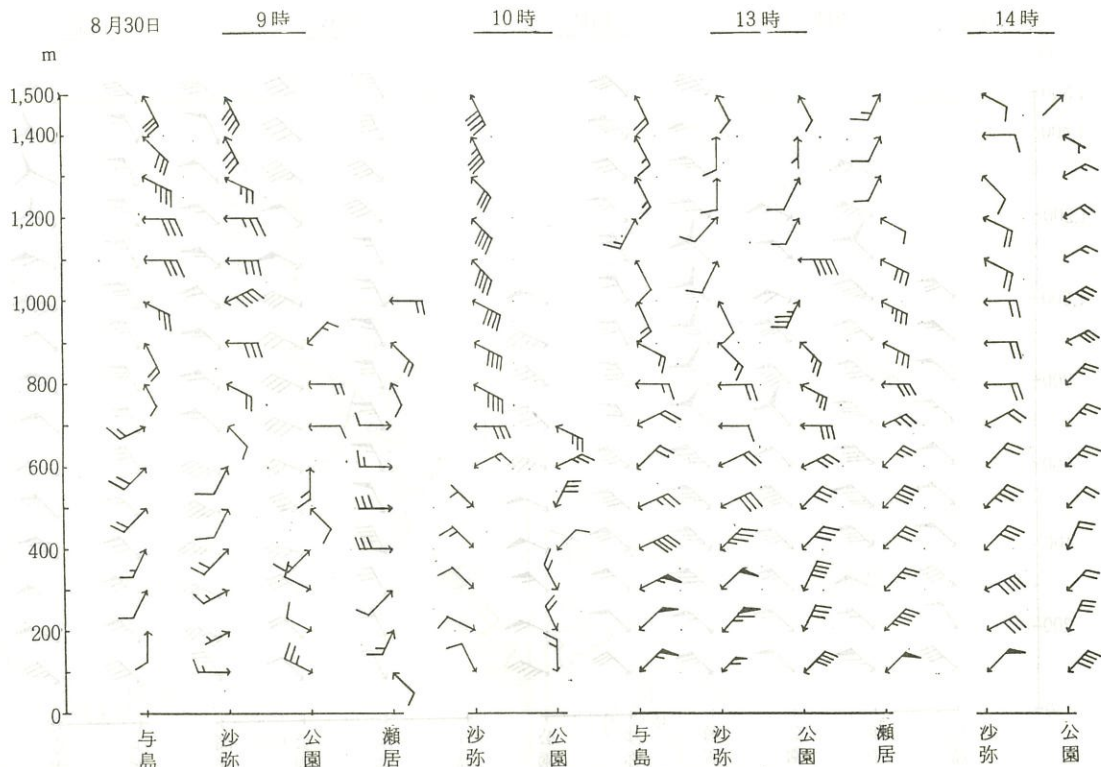
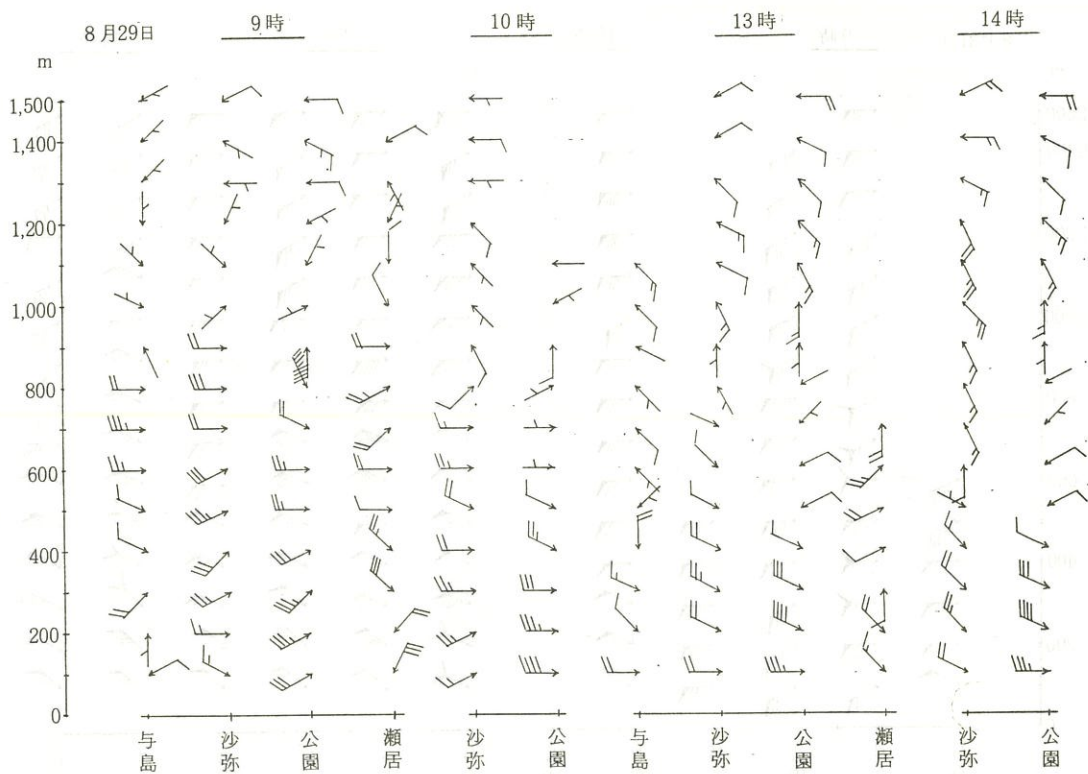


図2 上層風の風向風速

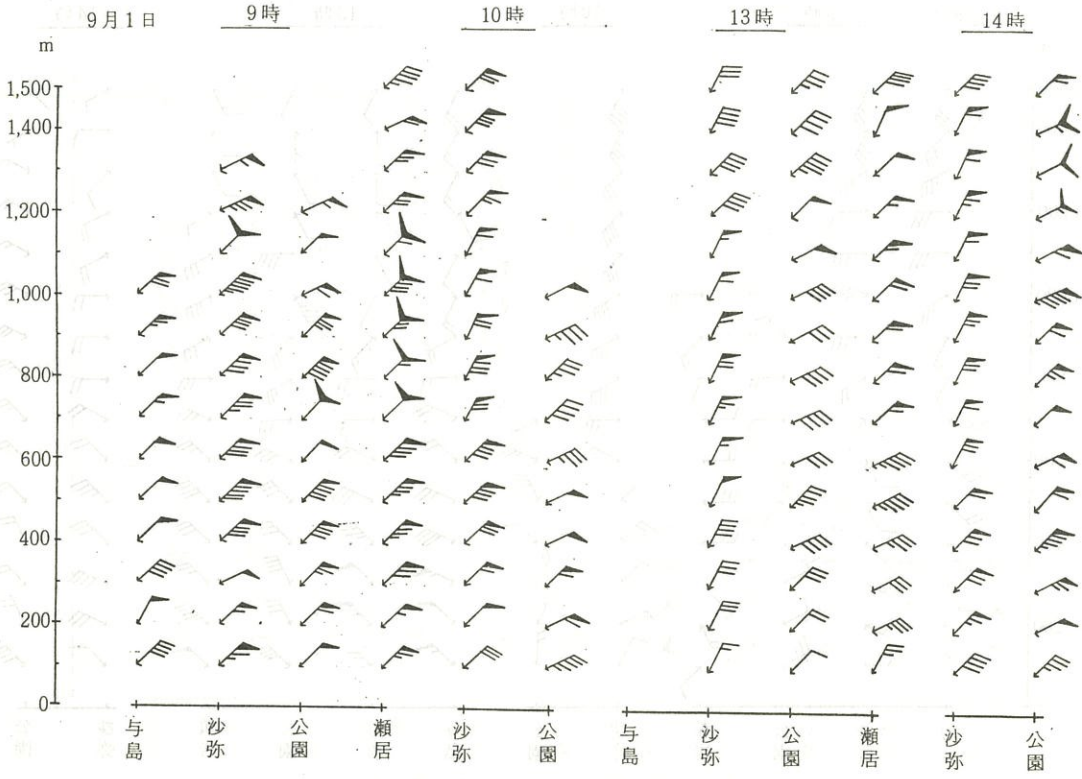
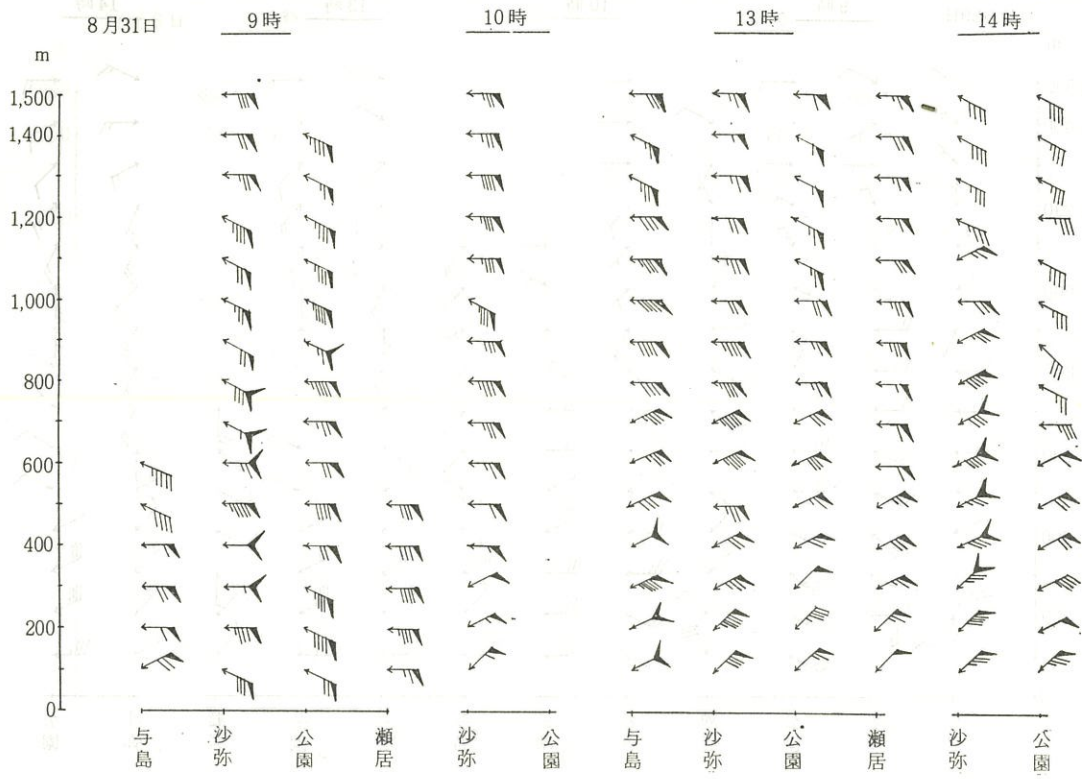


図2 上層風の風向風速

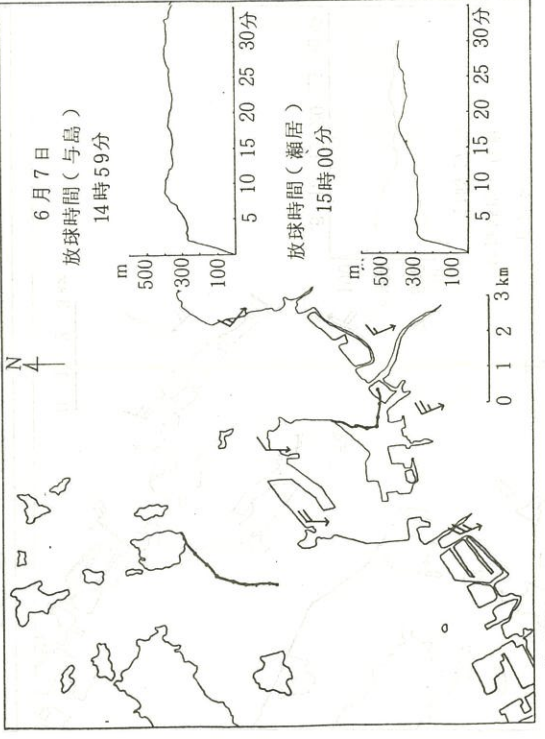
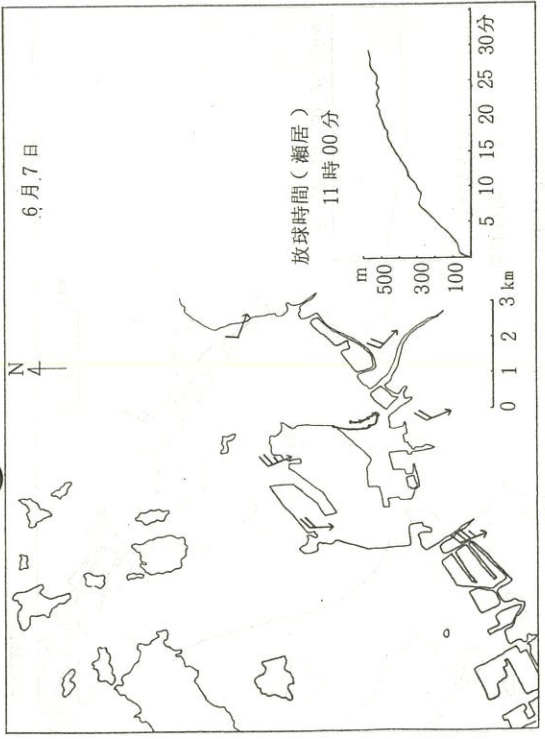
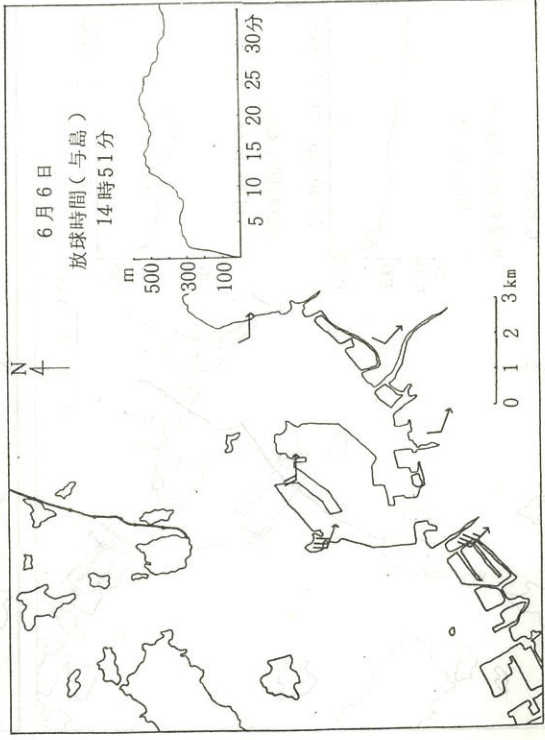
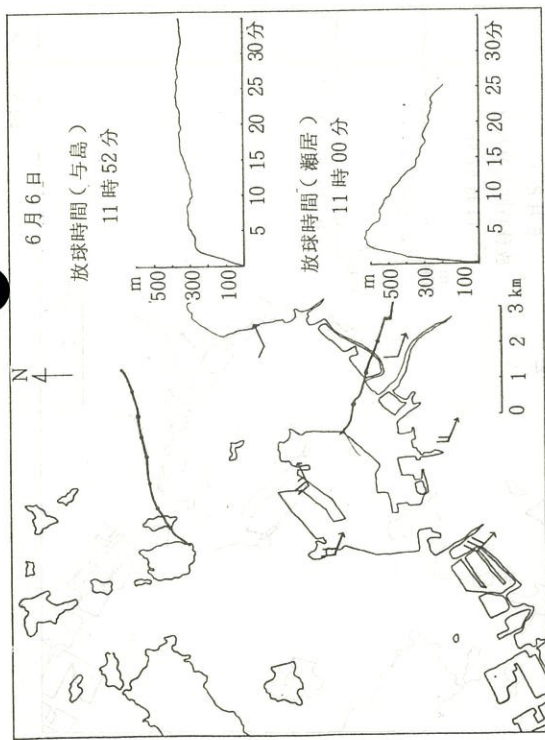


図3 ノンリフトバルーン航跡図

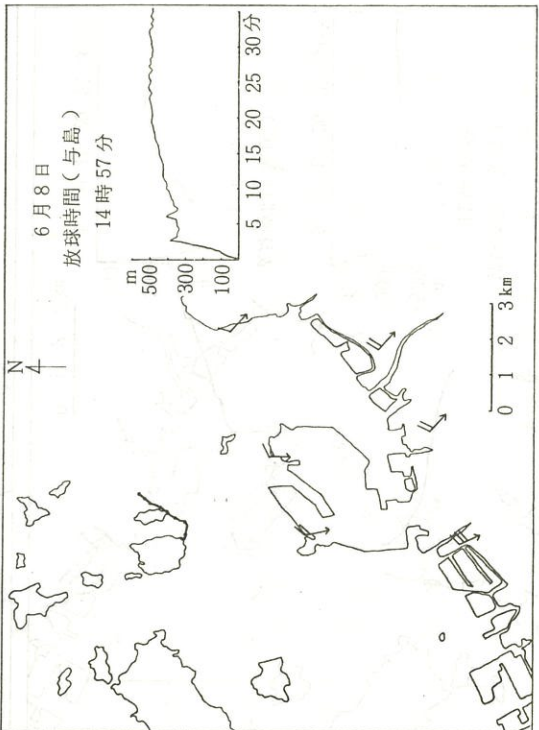
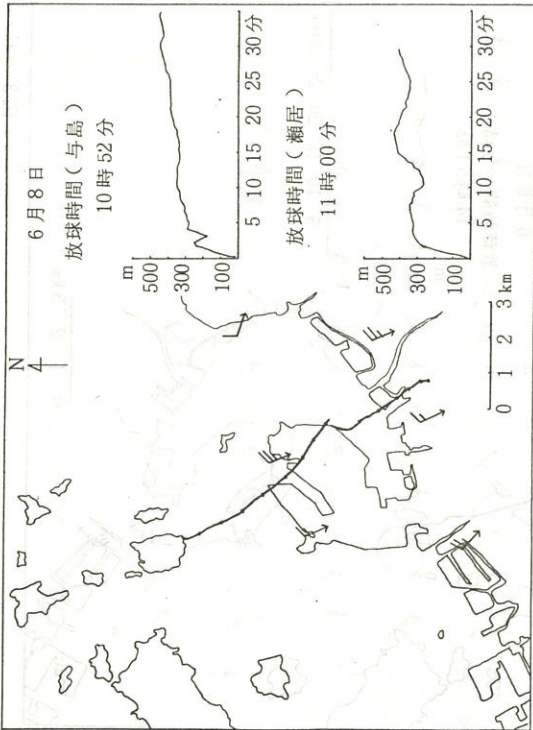
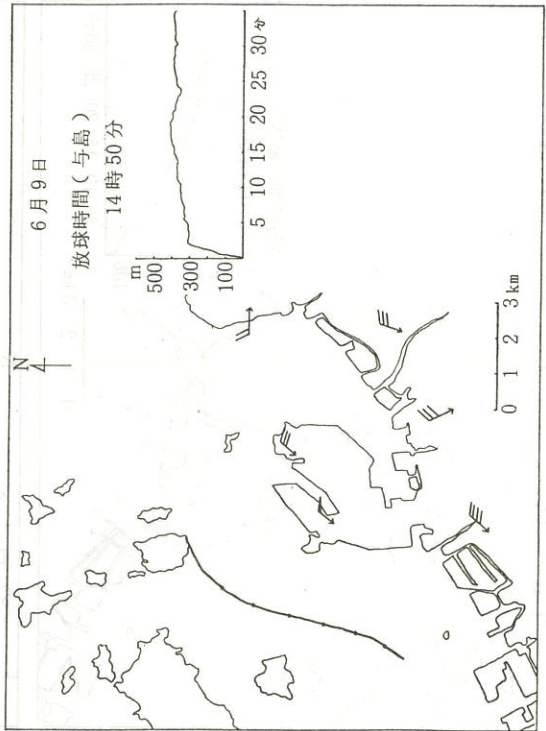
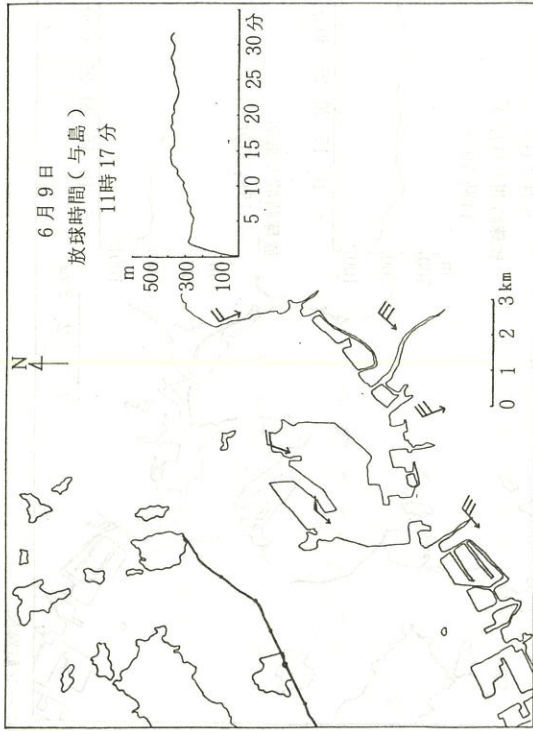


図3 ノリフトマバルーン航跡図

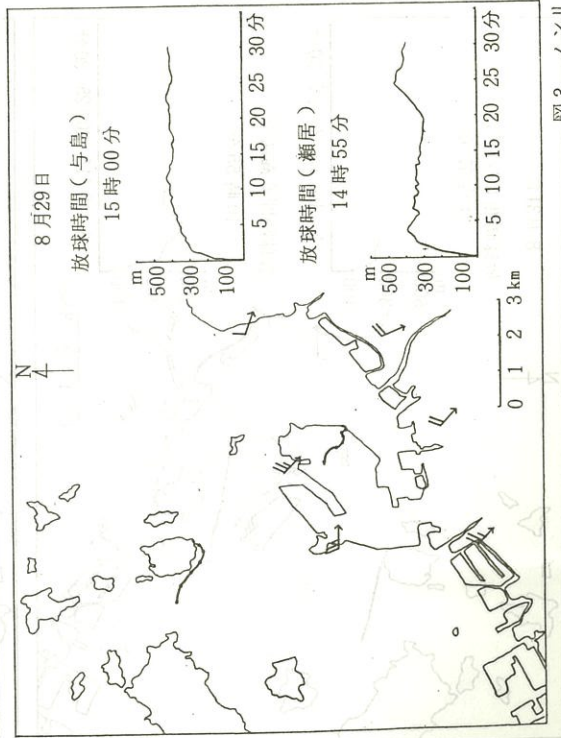
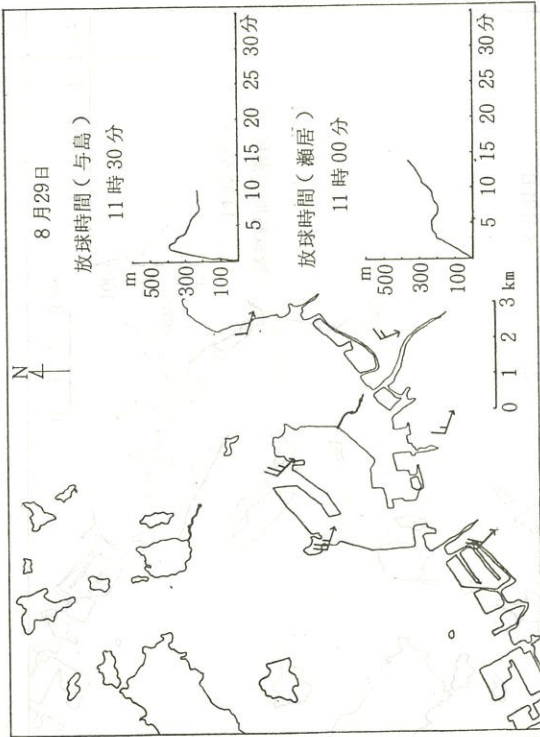
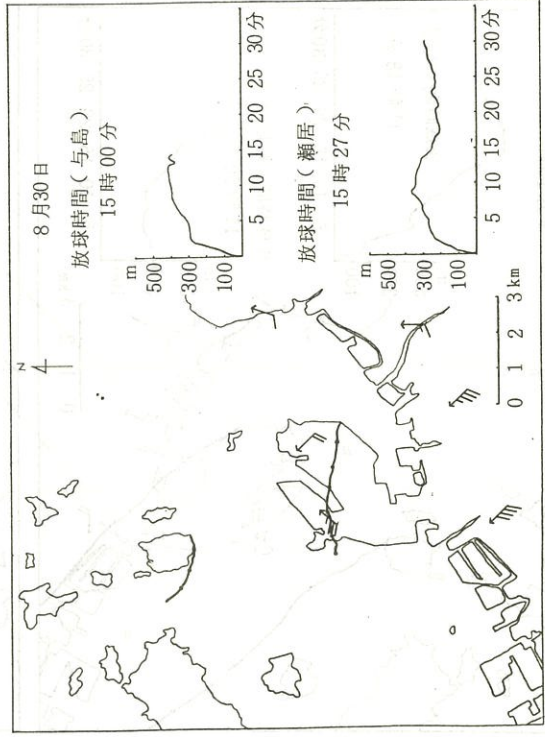
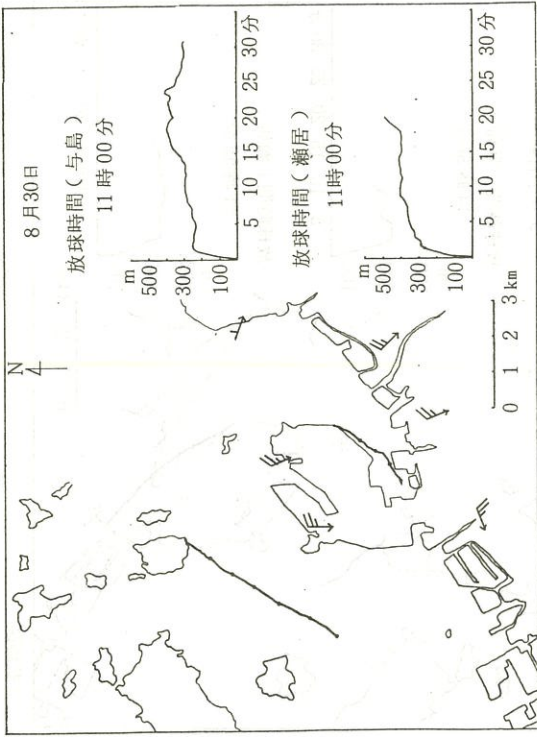


図3 ノンリフトバトバルーン航跡図

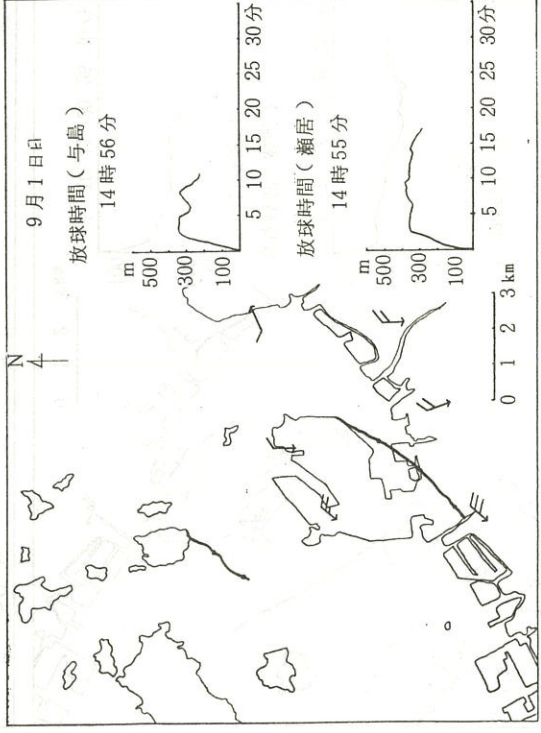
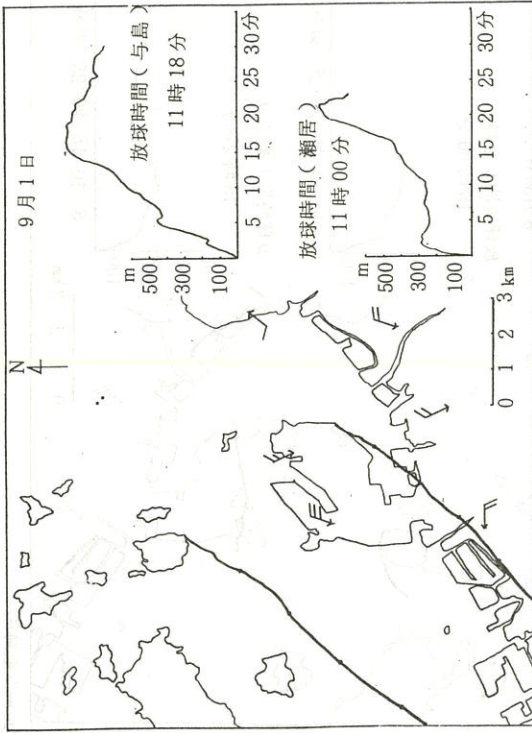
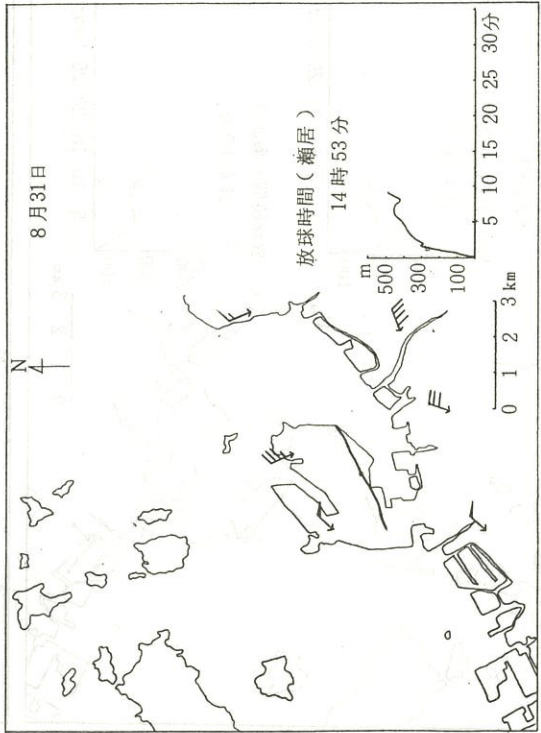
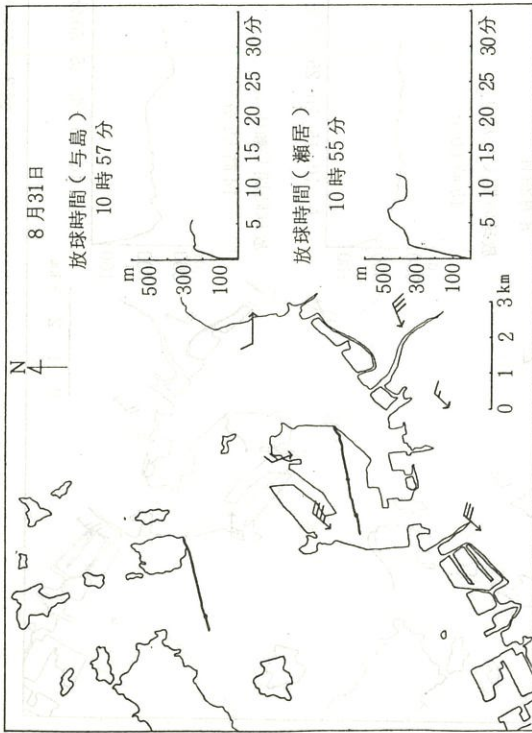
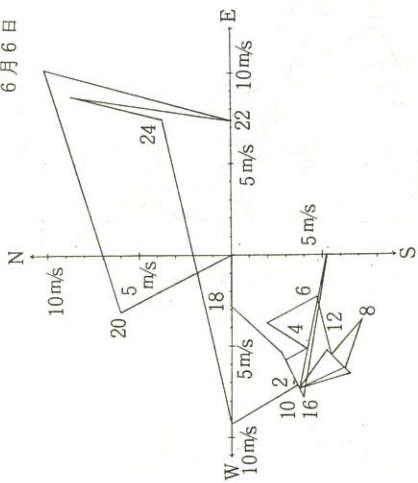


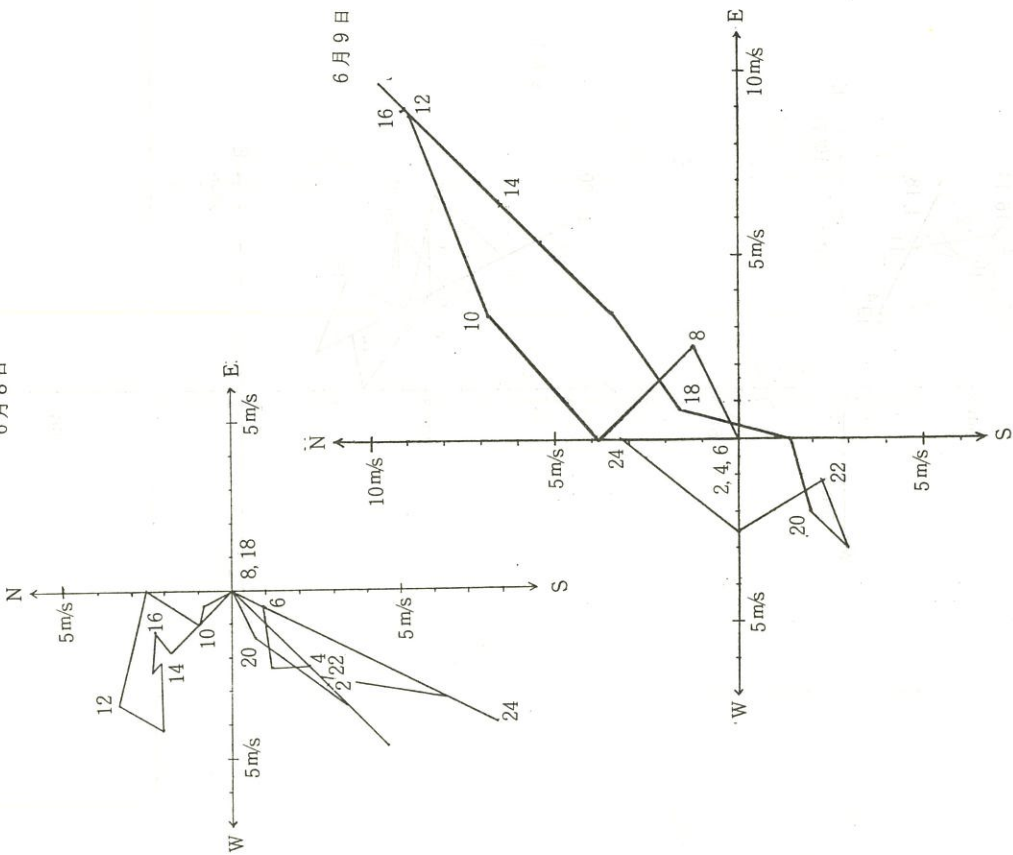
図3 ノンリフトバルーン航跡図



6月6日



6月8日



6月7日

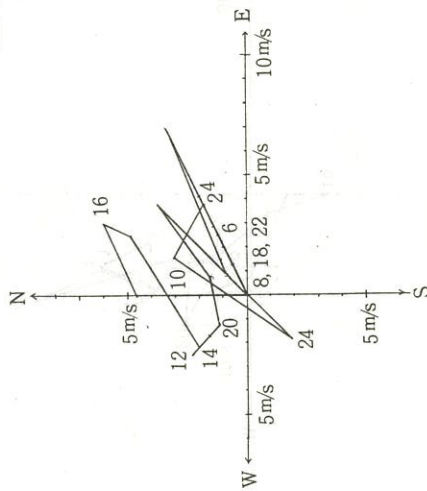


図4 高度200mの風向風速ホドグラフ

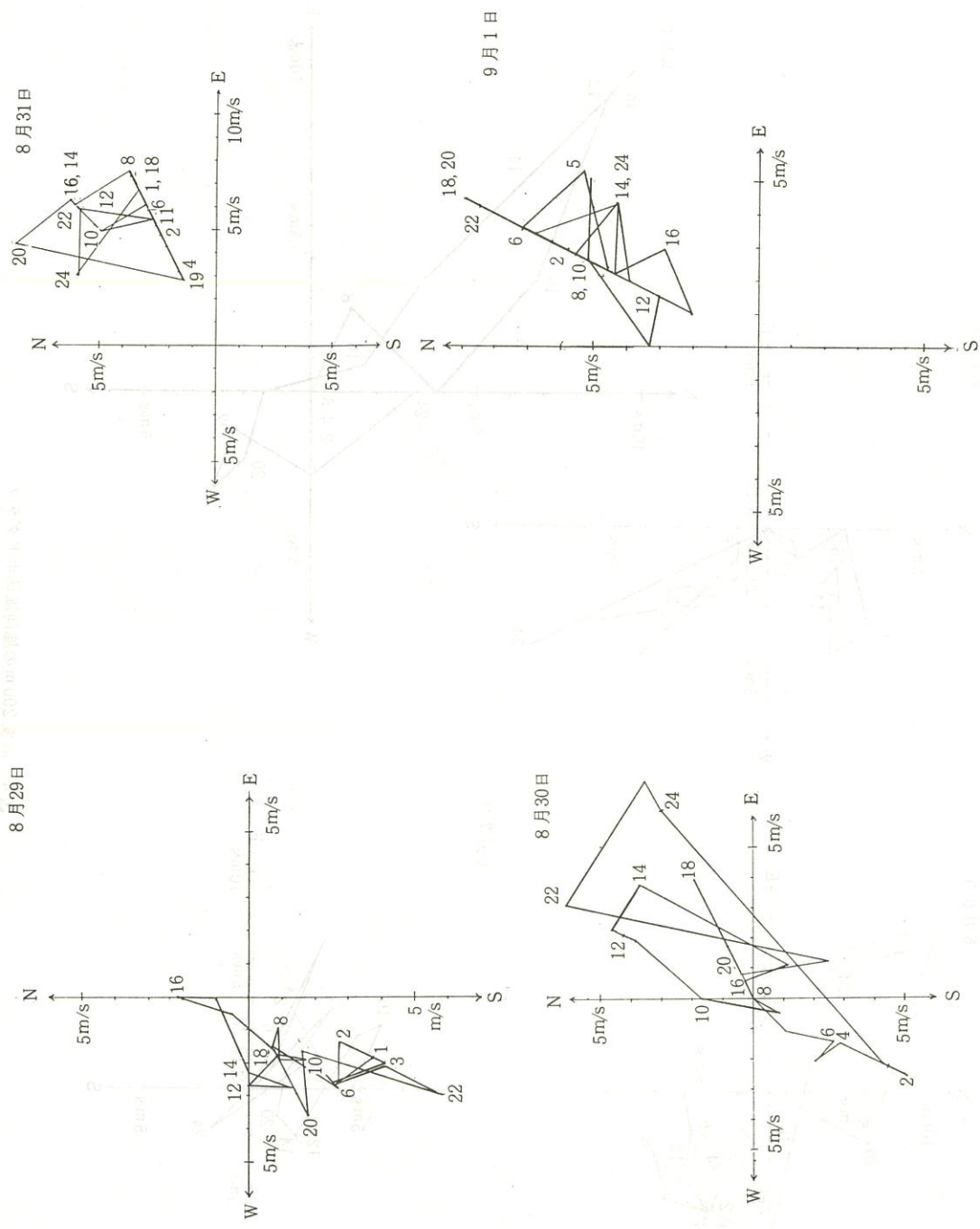


図4 高度200mの風向風速ホドグラフ

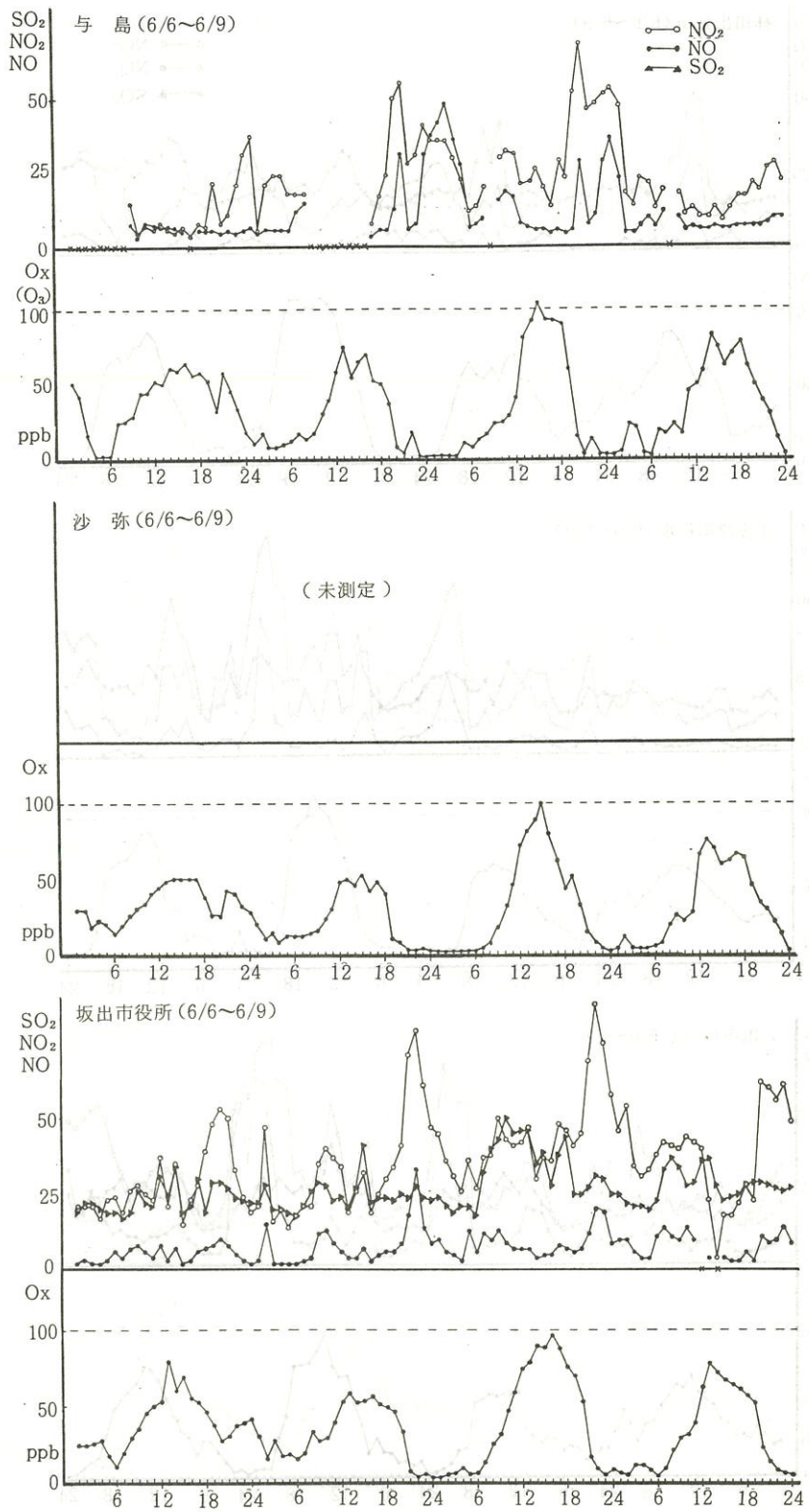


図5. 大気汚染物質濃度の経時変化

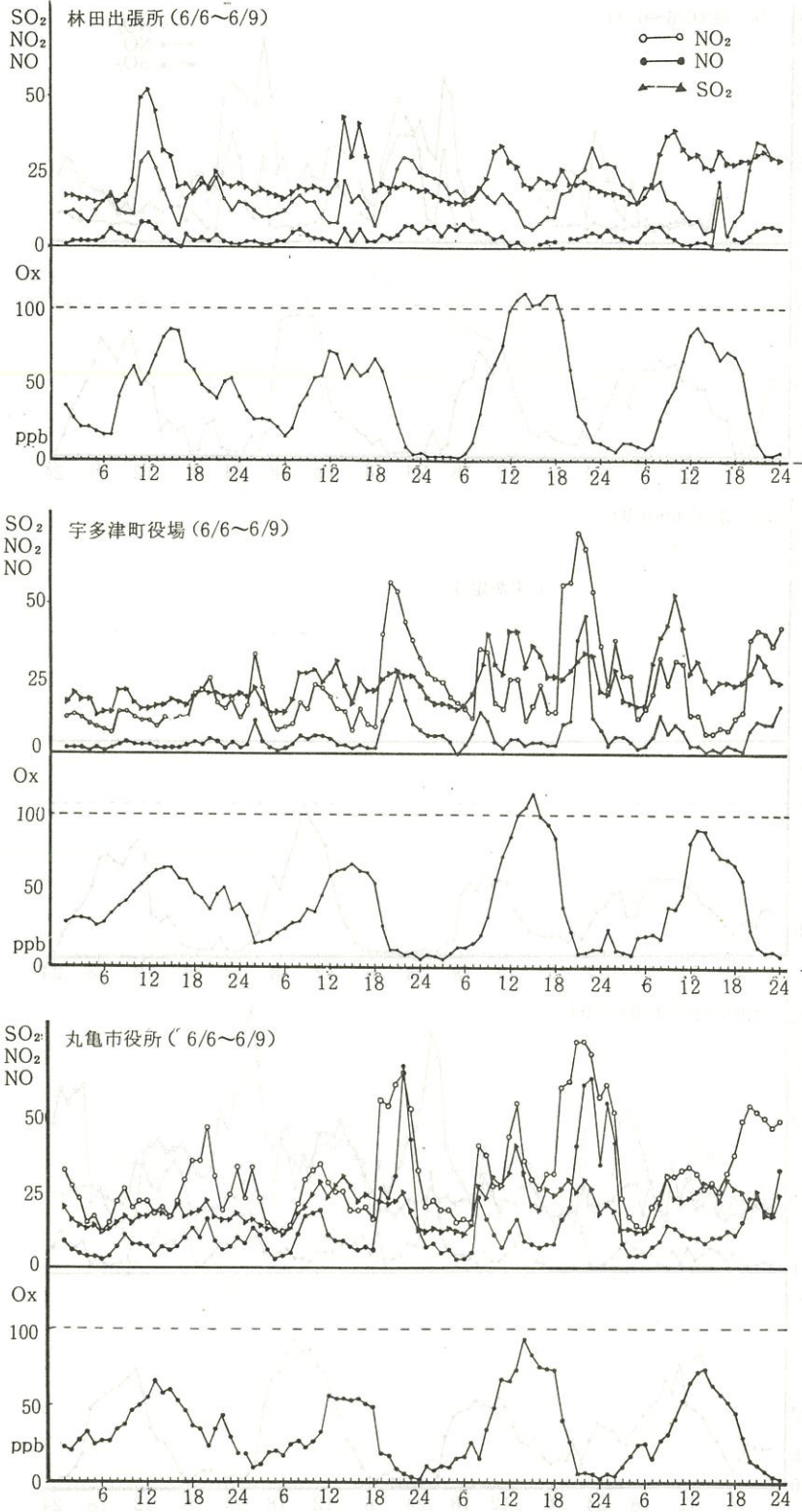


図 5. 大気汚染物質濃度の経時変化

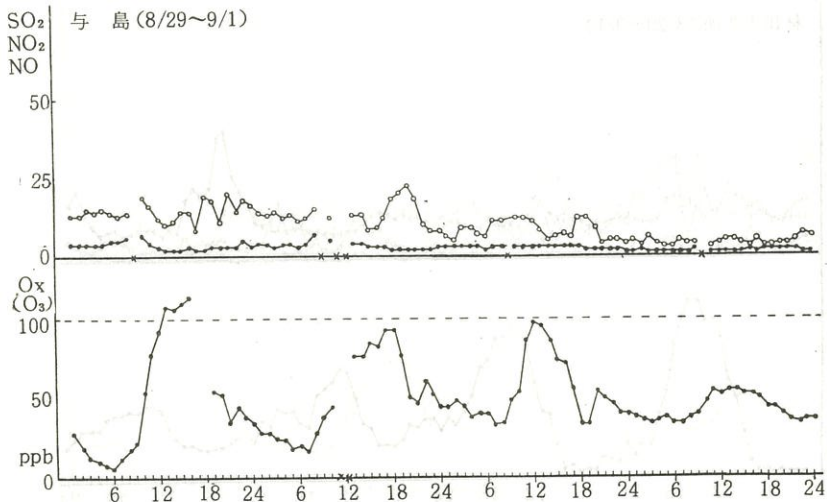
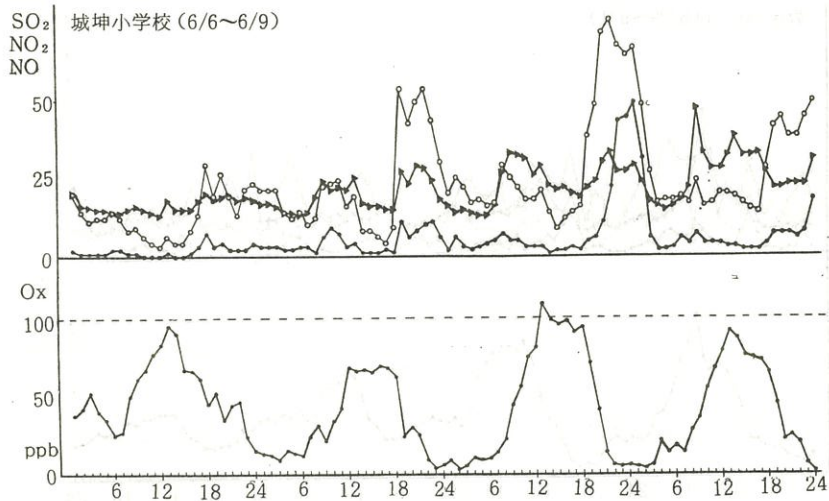
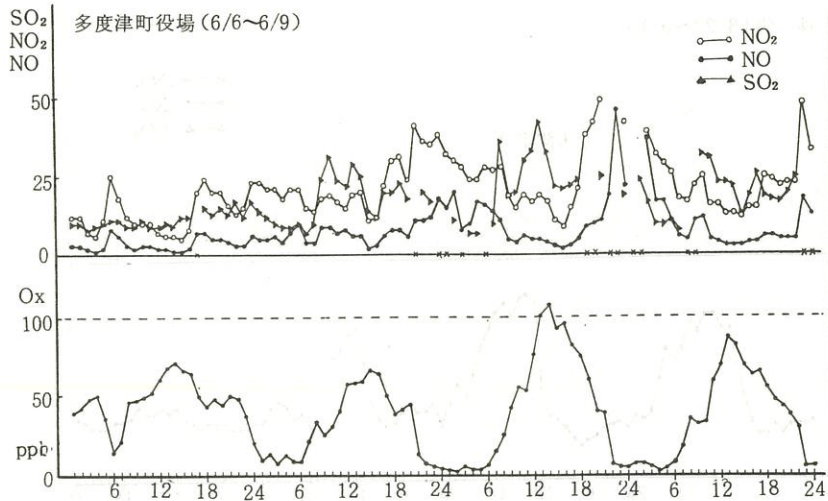


図5. 大気汚染物質濃度の経時変化

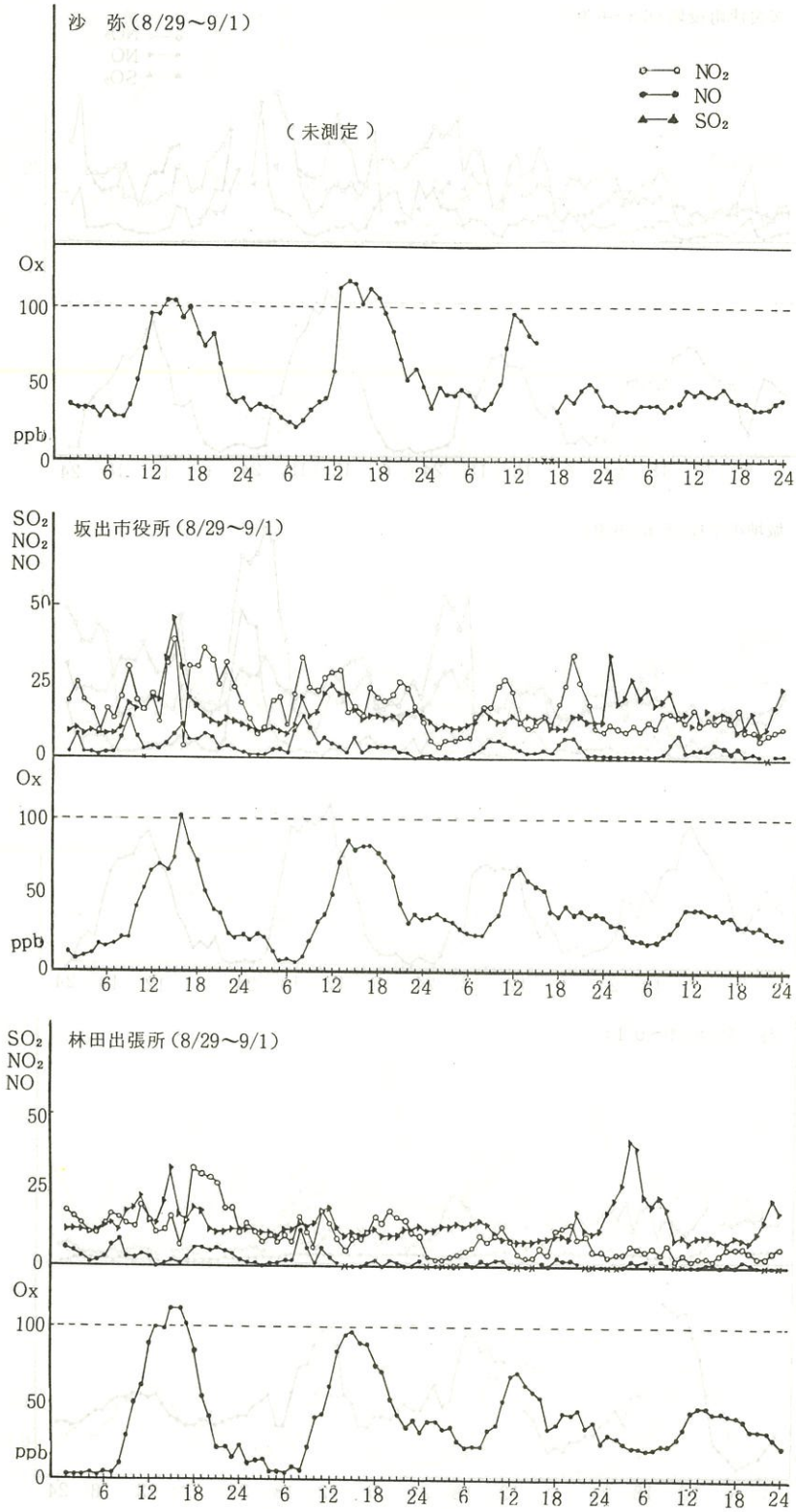


図5 大気汚染物質濃度の経時変化

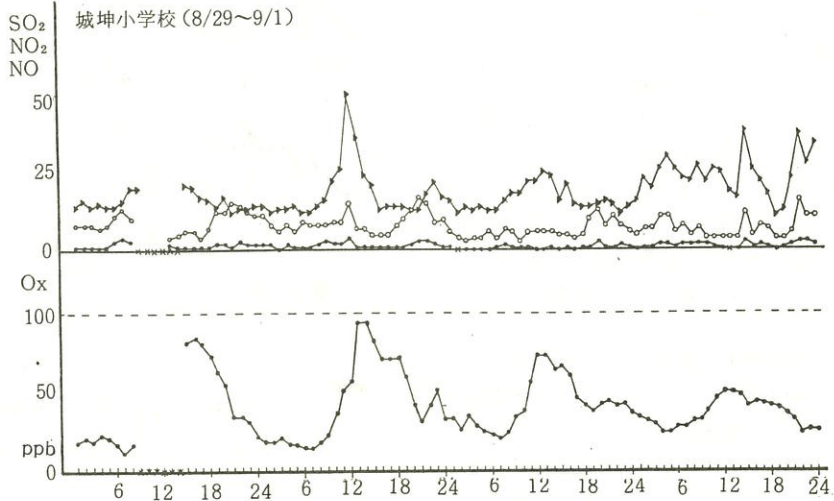
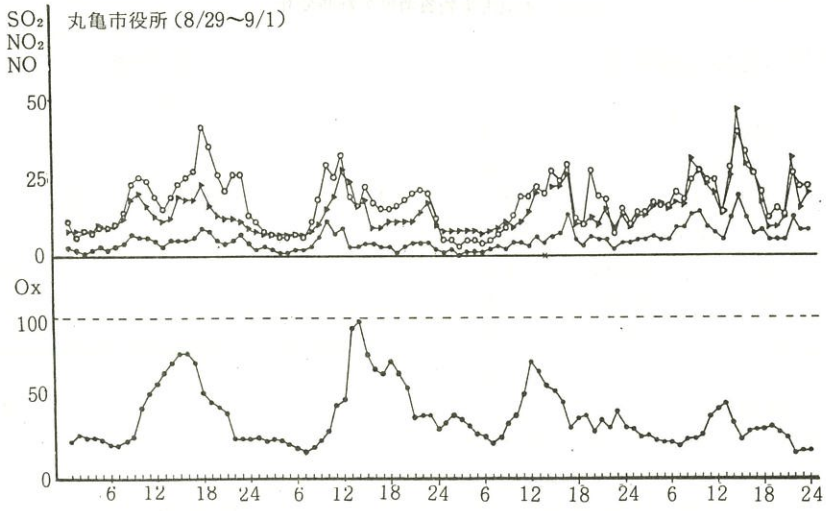
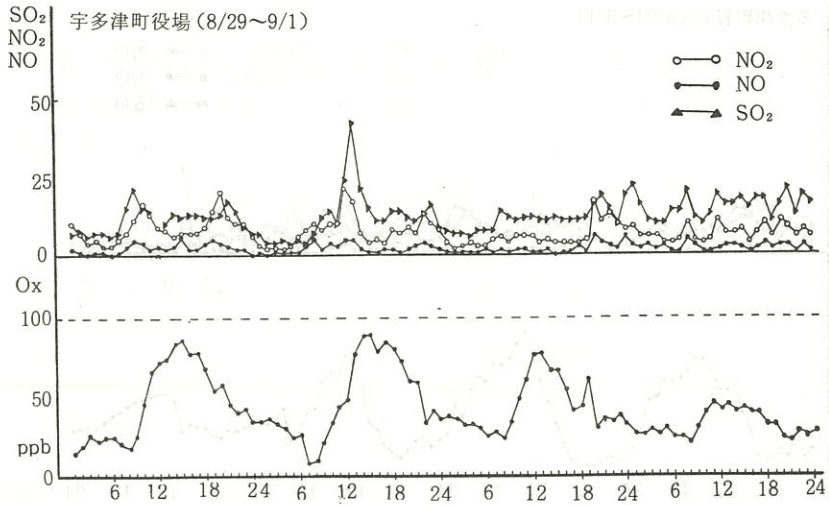


図5. 大気汚染物質濃度の経時変化

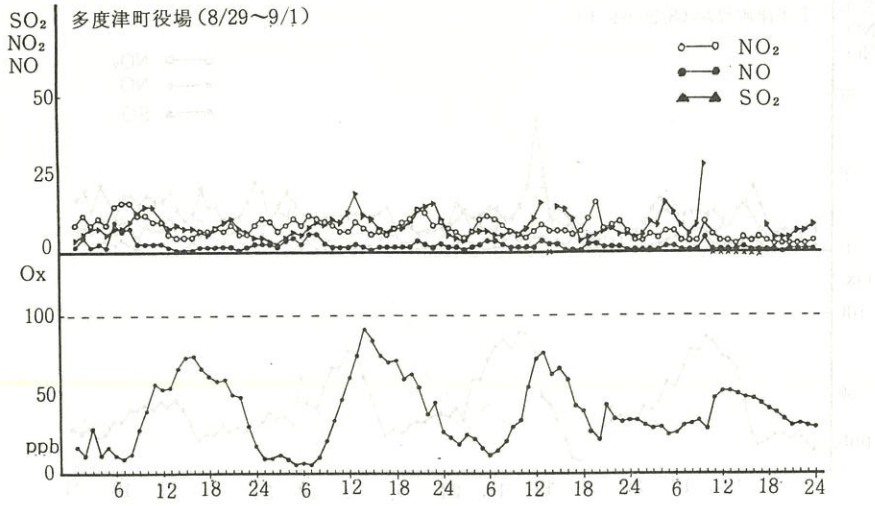


図5. 大気汚染物質濃度の経時変化

