

# 中讃地域における大気中窒素酸化物について

## Atmospheric Nitrogen Oxides in Chusan Area

藤岡 博文  
Hirofumi FUJIOKA

三好 健治  
Kenji MIYOSHI

### はじめに

香川県では、中讃地域において48年9月からザルツマン法自動測定機による窒素酸化物濃度を測定している。

今回、昭和52年度から62年度までの11年間のデータを中心に利用し、同地域の窒素酸化物濃度の推移と汚染パターンによる測定点のグループ化等を検討したので報告する。

### 解析方法

#### 1. 測定地点

表1、図1に測定地点を示す。また、国設犬山測定局（岐阜県）、国設倉橋島（広島県）を今回、バックグラウンド値的に取扱い付記している。

#### 2. 測定期間

本県の8測定地点は、昭和52年度から昭和62年度の11年間のデータを用いた。一方、国設測定局については、昭和53年度から昭和61年度のデータを用いた。

#### 3. クラスタ分析による分類

測定値を用いて、ユークリッド距離<sup>1)</sup>を算出しクラスター分析を行った。

表1 測定地点名

記号	測定局	用途地域
A	坂出市役所	商業
B	瀬居町	未
C	林田出張所	未
D	相模坊神社	未
E	宇多津町役場	商業
F	丸亀競艇場	住居
G	城坤小学校	住居
H	多度津町役場	住居
I	国設犬山測定所	未
J	国設倉橋島	未

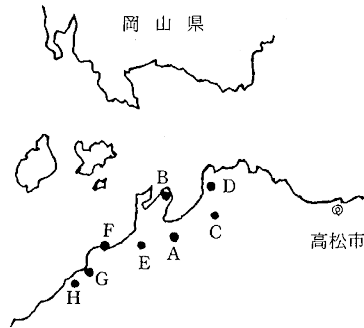


図1 測定地点図

### 結果及び考察

#### 1. 窒素酸化物濃度の推移

##### 1-1 NO

最近11年間の平均値等は、表2・図2に示す。香川県中讃地域（8測定地点）のNOの年平均値の平均値は6～10ppbの範囲になっている。又、同地域では、D地点でNO濃度が一番低くなっている。しかし、この濃度は、国設測定局I、J地点より高い。これらのことから、D地点も全国的なバックグラウンドに比較するとNOの汚染を受けていると考えられる。

表2 NOの年平均値  
(昭和52年度～昭和62年度)

	平均値	最高値	最低値
A	10	14	8
B	7	8	5
C	7	9	6
D	4	5	4
E	9	10	7
F	9	10	7
G	6	10	4
H	8	10	4
I	3	3	2
J	1	2	1

単位：ppb

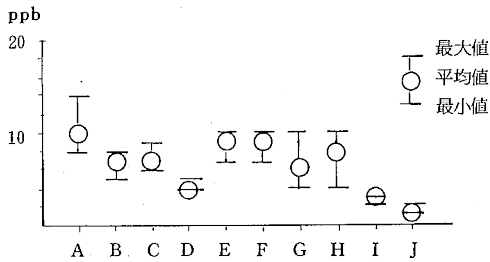


図2 NOの年平均値  
(昭和52年度～昭和62年度)

1-1-1 経年変化

最近11年間の経年変化は、表3・図3に示す。

表3 NOの経年変化

年度	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
A	12	14	11	11	11	11	9	9	8	8	9
B	6	6	5	6	7	6	6	7	8	7	8
C	7	8	8	7	7	6	6	7	7	7	9
D	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	5
E	9	10	7	10	10	8	7	9	8	9	8
F	9	9	9	8	9	7	7	9	8	10	9
G	10	5	5	6	7	5	4	6	7	7	8
H	7	8	7	10	10	8	4	6	7	9	7
I	—	3	3	3	2	2	3	3	3	3	—
J	—	2	2	1	1	1	1	1	2	2	—

単位：ppb

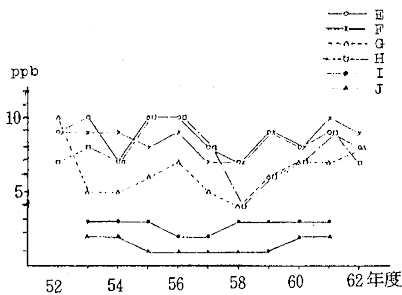
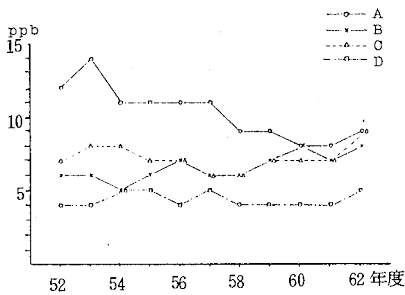


図3 NOの経年変化

香川県中讃地域（8測定地点）は、58年度にNO濃度は減少傾向になっている。また、濃度変動はCとD、EとHがよく似たパターンを呈している。一方、国設測定局のIとJのNO濃度は、共に低く、大きな変動をしていないことがわかる。

1-1-2 経月変化

最近11年間の経月変化は、表4・図4に示す。

香川県中讃地域（8測定地点）は、9月前後にかけてNO濃度は低くなり、12月にNO濃度は高くなっている。また、B、Fの2地点が7月にNO濃度が高くなっており、特異な地域と考えられる。このことは、国設測定局Jと似ている。この3地点の共通点は、測定局舎が、海に近いことである。

濃度変動については、A地点で大きく15ppb、D地点

表4 NOの経月変化

地点	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
A	9	7	7	7	5	5	9	15	20	14	12	12
B	9	8	9	11	5	3	3	5	7	6	6	8
C	6	5	5	6	5	4	7	11	14	9	8	8
D	4	5	4	6	5	3	3	4	5	4	4	5
E	9	8	9	9	5	4	6	10	14	9	9	13
F	10	9	12	15	7	4	5	7	10	7	7	9
G	8	8	9	9	5	4	5	7	9	6	6	7
H	9	8	9	9	5	5	5	8	11	8	8	9
I	2	2	2	2	2	2	3	4	4	3	3	3
J	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	1

単位：ppb

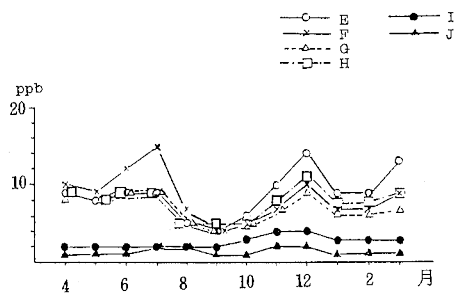
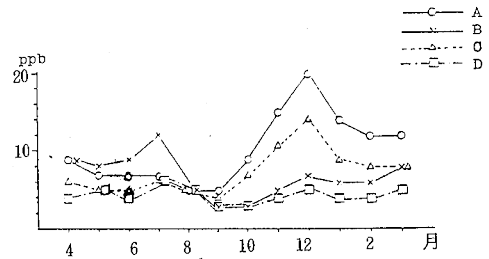


図4 NOの経月変化

で小さく 3 ppb である。

### 1-1-3 経時変化

昭和58年度から昭和62年度の最近5年間の経時変化は、表5・図5に示す。8地点共に、9時にNO濃度のピークがみられるが、A地点で特に顕著である。これは、通勤等による自動車排ガスの影響と考えられる。また、B・F地点において、1～5時のNO濃度が他地点より高くなっている。これは、どちらも海に近いことから、深夜の安定な海上の大気安定度の支配下にあり、同一の発生源の影響を受けていると推測される。一方、D地点において、1日のNO濃度は、他地点に比較して、低濃度でゆるやかに変動している。

### 1-2 NO<sub>2</sub>

最近11年間の平均値等は、表6・図6に示す。

香川県中讃地域（8測定地点）のNO<sub>2</sub>の年平均値の平均

表5 NOの経時変化

時 地点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
A	6	6	5	4	4	5	8	16	23	16	11	8	6	6	6	5	6	8	10	11	11	12	10	8
B	7	7	8	7	7	8	9	12	15	13	10	8	6	5	4	5	5	5	6	5	6	6	7	7
C	6	5	4	4	4	4	7	15	19	12	8	6	5	5	4	4	5	7	8	9	9	9	7	6
D	3	4	3	4	4	4	5	7	8	8	7	6	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
E	7	6	6	5	5	6	8	15	19	15	11	9	6	7	6	6	6	7	7	8	9	9	9	8
F	8	8	8	8	7	7	8	12	17	14	11	8	6	5	5	7	6	7	8	9	10	10	10	10
G	6	6	6	5	5	5	6	9	13	10	8	6	5	4	4	3	3	5	7	8	8	8	7	7
H	6	6	6	5	5	7	8	10	13	10	7	6	4	4	4	3	4	5	7	8	9	8	7	7

単位：ppb

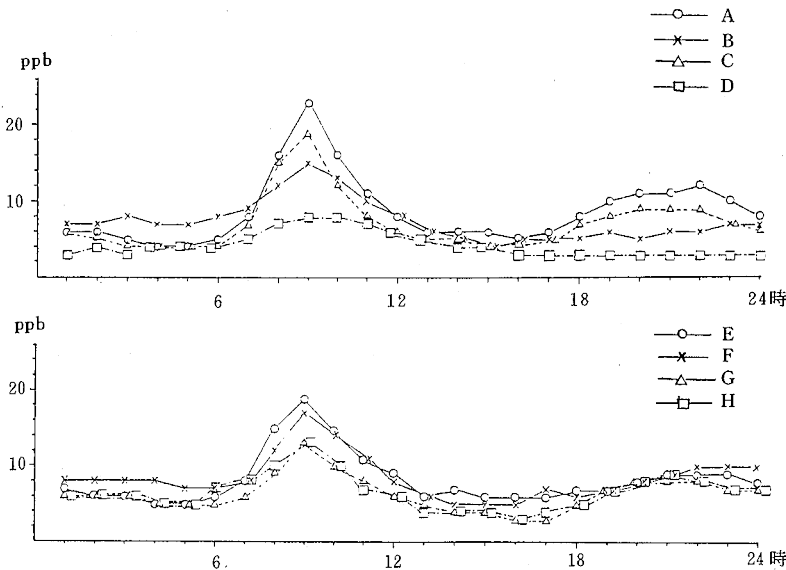


図5 NOの経時変化

値は11～18 ppbの範囲になっている。NOと同じで、D地点でNO<sub>2</sub>濃度が同地域で一番低くなっている。しかし、NOと同じで、国設測定局I・J地点より高い。

表6 NO<sub>2</sub>の年平均値  
(昭和52年度～昭和62年度)

	平均値	最高値	最低値
A	18	21	15
B	14	17	11
C	14	15	12
D	11	12	9
E	15	19	14
F	16	19	14
G	14	16	12
H	15	17	13
I	9	9	8
J	6	7	5

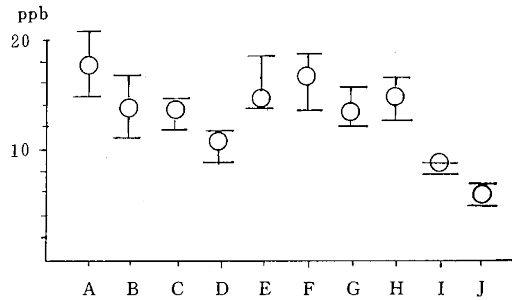


図6 NO<sub>2</sub>の年平均値  
(昭和52年度～昭和62年度)

### 1-2-1 経年変化

最近11年間の経年変化は、表7・図7に示す。香川県中讃地域（8測定地点）は、ほぼ横ばい状態の濃度変動になっている。また、濃度変動はGとHがよく似たパターンを呈している。D地点は、同地域でNO<sub>2</sub>濃度が一番低く、濃度変動も小さくなっている。一方、国設測定局のIとJのNO<sub>2</sub>濃度は、共に香川県中讃地域（8測定地点）より低く、大きな濃度変動をしていないことがわかる。

### 1-2-2 経月変化

最近11年間の経月変化は、表8・図8に示す。香川県中讃地域（8測定地点）は、3～6月と11・12月にNO<sub>2</sub>濃度は高く、8・9月に濃度は低くなっている。NO<sub>2</sub>濃度は、NO濃度の高い12月よりも3～4月の方が、より高くなっている。このことは、B・F地点において、NO濃度が7月に高くなっているのにNO<sub>2</sub>濃度は3～6月の方が高いことと似ている。

これらのことから、中讃地域はNO<sub>2</sub>について12月・7月よりも春の方が、拡散しにくく滞留そして蓄積される気象状況であることが推測される。このことは、同じ瀬戸内海にある国設測定局のJにも3・4月ごろにみられる。

中讃地域（8測定地点）において、F地点が4～6月にNO<sub>2</sub>濃度が一番高くなっている。このことは、同地点が海に近く安定な海上の大気安定度に支配下にあること及び船舶、工場等の発生源に近いことによるものと考えられる。

### 1-2-3 経時変化

最近5年間の経時変化は、表9・図9に示す。8地点共に、9時と20時前後にピークがある二山構造のパターンを呈している。また、ピークもD地点以外、20時のピークの方が9時のピークよりも濃度が高い。NO<sub>2</sub>濃度の較差はB・Dで小さく、それぞれ6 ppb、4 ppbである。その他の地点は、較差が10 ppb前後となっている。

表7 NO<sub>2</sub>の経年変化

年度	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
地点 A	18	20	19	19	21	17	17	16	15	15	16
B	11	11	15	17	15	15	13	15	14	16	16
C	15	14	15	13	15	13	13	13	12	14	14
D	11	11	12	12	12	11	9	10	11	11	11
E	15	15	14	16	19	16	15	15	14	14	14
F	15	16	19	18	17	16	14	17	14	16	18
G	13	13	16	16	15	13	12	13	12	15	14
H	16	14	15	17	17	14	14	14	13	16	14
I	—	8	8	8	9	9	8	9	9	9	—
J	—	7	7	6	6	6	5	6	6	7	—

単位：ppb

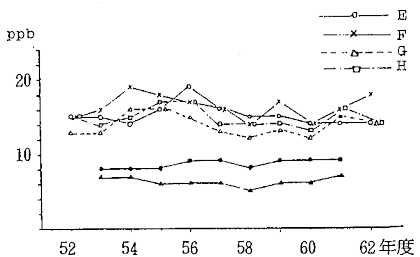
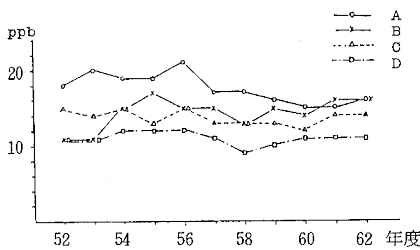


図7 NO<sub>2</sub>の経年変化

表8 NO<sub>2</sub>の経月変化

月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
地点 A	21	20	19	16	13	14	17	18	19	16	17	21
B	18	18	18	16	12	10	11	14	14	12	14	17
C	17	15	14	12	9	10	13	15	16	13	15	17
D	13	12	12	11	10	9	8	11	12	9	11	12
E	19	18	17	15	10	10	13	16	16	14	15	19
F	22	22	22	20	14	12	13	16	17	14	16	21
G	17	17	17	14	9	10	10	14	14	12	13	17
H	20	18	17	14	10	11	13	15	15	12	14	19
I	8	7	7	7	7	7	8	11	13	10	10	9
J	7	6	6	6	6	6	5	7	6	5	7	7

単位：ppb

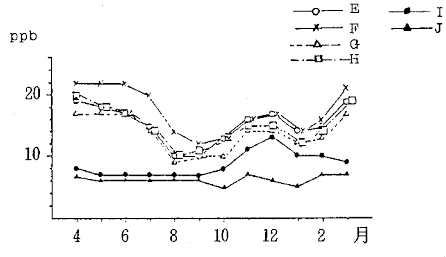
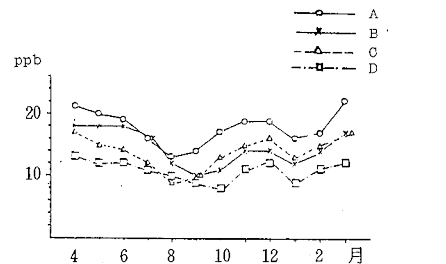


図8 NO<sub>2</sub>の経月変化

る。

## 2. 窒素酸化物濃度による地点分類

### 2-1 NO

#### 2-1-1 経変化による地点分類

クラスター分析によるデンドログラムを図10に示す。  
データは昭和52年度から昭和62年度のデータ132を利用している。

図より、AとB・C・E・F・G・HとDの3つにグループに分類される。

#### 2-1-2 経時変化による地点分類

クラスター分析によるデンドログラムを図11に示す。  
データは、5年間の平均値のデータ24を利用している。  
図11より、A・B・C・E・F・G・HとDの2グループに分類される。

以上のことから、D地点が他地点と大きく異なる濃度変動をしていることがわかる。

表9 NO<sub>2</sub>の経時変化

時 地点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
A	15	14	12	12	11	11	13	17	20	19	17	15	12	12	13	13	15	19	21	22	21	21	19	17
B	15	15	14	13	13	13	14	16	18	17	16	14	12	12	13	14	16	17	17	16	16	16	16	16
C	13	12	11	11	11	10	11	14	16	15	13	11	10	9	9	9	11	16	18	19	18	18	16	15
D	10	10	10	11	10	11	11	12	13	13	12	11	10	9	9	9	10	11	11	11	10	10	10	10
E	13	12	12	10	10	10	12	15	18	18	16	15	12	12	13	13	15	17	18	19	18	18	16	15
F	16	15	13	12	12	12	13	15	18	18	16	15	13	12	14	13	16	18	21	22	22	21	19	18
G	13	12	11	10	10	10	12	15	15	14	12	11	10	10	10	11	15	18	20	20	18	16	15	
H	13	13	12	11	12	13	14	14	16	16	14	13	11	11	11	11	13	17	19	20	20	19	17	16

単位：ppb

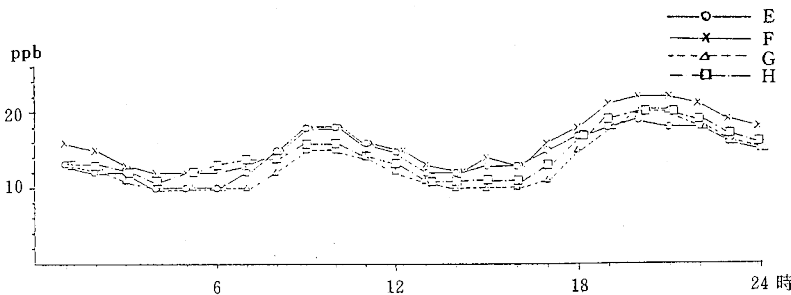
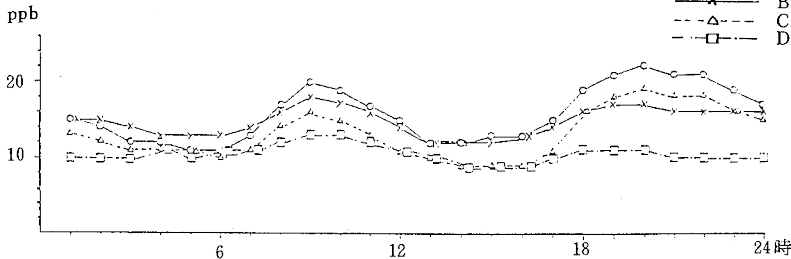


図9 NO<sub>2</sub>の経時変化

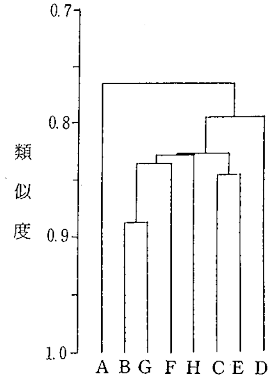


図10 NOの経月変化のデンドログラム

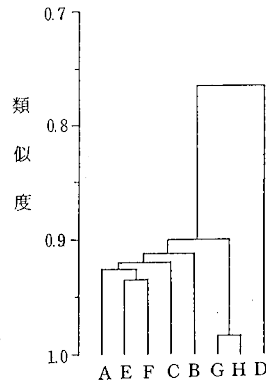


図11 NOの経時変化のデンドログラム

—○— A  
—×— B  
- -△- - C  
- -□- - D

—○— E  
—×— F  
- -△- - G  
- -□- - H

## 2-2 NO<sub>2</sub>

### 2-2-1 経月変化による地点分類

クラスター分析によるデンドログラムを図12に示す。データは昭和52年度から昭和62年度のデータ132を利用している。

図12より、AとB・C・E・G・HとDとFの4グループに分類される。

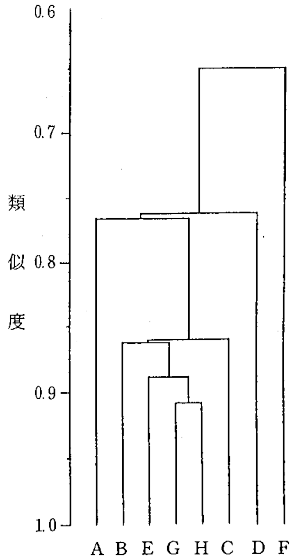


図12 NO<sub>2</sub>の経月変化のデンドログラム

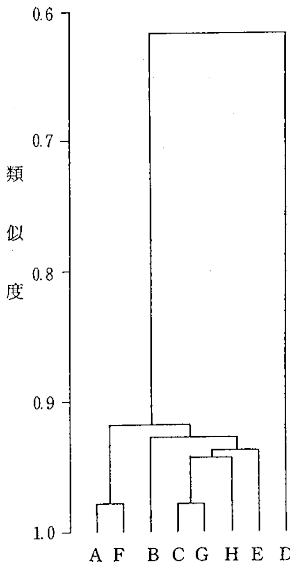


図13 NO<sub>2</sub>の経時変化のデンドログラム

### 2-2-2 経時変化による地点分類

クラスター分析によるデンドログラムを図13に示す。データは、5年間の平均値のデータ24を利用している。図13より、A・B・C・E・F・G・HとDの2グループに分類される。

以上のことから、NO同様に、D地点が他地点と大きく異なる濃度変動をしていることがわかる。

## 3. 高濃度NOの出現状況

### 3-1 経月変化

昭和58年度から昭和62年度の5年間について、月別の高濃度NOの累積出現時間数を、表10、図14に示す。なお、本文では100 ppb以上を高濃度としている。

図・表より7月・12月に出現時間数が多いことがわかる。

7月はB・F・G地点で他地点より著く多く高濃度時が出現している。また、12月はA・C・E地点で多く高濃度が出現している。

7月の発生源は、工場・船舶によるものと推測され<sup>2)</sup>12月の発生源は自動車等によるものと考えられる。このことは次に述べる時間別の出現時間数でより明確になると考えられる。

表10 NOの高濃度の出現時間の経月変化

月 地点	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
A	8	1	0	3	0	0	0	24	64	34	20	2
B	34	23	9	58	1	0	0	0	1	1	18	12
C	11	7	0	5	0	0	0	4	36	24	13	4
D	7	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
E	8	9	11	14	0	0	0	8	28	11	6	10
F	41	27	31	79	1	0	0	1	3	8	16	19
G	16	5	11	44	0	0	0	0	4	6	18	9
H	9	2	10	15	0	0	0	1	5	5	8	2
中畿※ 地域	89	51	48	154	2	0	0	34	100	58	48	37

単位：時間数

※：2地点以上で同時間に高濃度が出現した時間数は1時間として計算している。

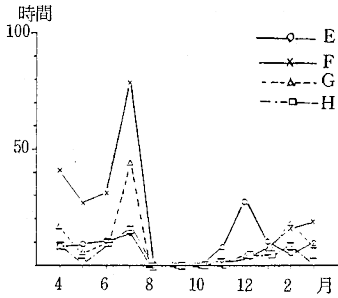
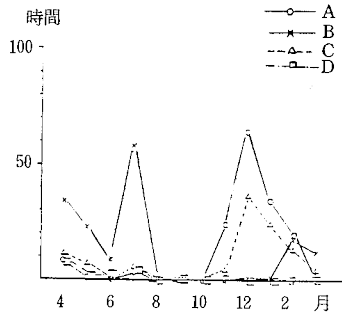


図14 NOの高濃度の出現時間の経月

### 3-2 経時変化

5年間の時間別の高濃度NOの累積出現時間数を、表11・図15に示す。

図・表よりA・C・E地点は、9時に高濃度NOの出現時間数が多くなっていることがわかる。また、B・F地点は24～4時に高濃度NOの出現時間数が多くなっている。

以上のことから、A・C・E地点では12月の9時ごろに高濃度NOが出現しやすく、B・F地点では7月の24～4時に高濃度NOが出現しやすいことがわかる。

表11 高濃度NOの出現時間の経時変化

時 地点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																	
A	2	0	2	0	0	0	1	9	6	8	2	3	0	0	0	0	0	0	4	6	1	4	9	7	4	3															
B	1	4	1	0	1	1	6	1	3	1	0	1	2	1	3	2	2	2	7	3	5	6	8	1	1																
C	3	2	2	2	3	1	2	3	4	5	1	3	3	0	0	0	0	1	1	2	4	5	3	4	3	2															
D	1	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	2															
E	2	4	6	4	7	5	3	2	2	9	1	7	2	0	0	0	0	0	1	2	3	5	3	1	4	5															
F	2	2	2	6	2	1	1	8	1	8	1	2	8	8	1	3	2	0	0	0	0	0	0	2	2	1	4	1	0	1	3	2	6								
G	1	0	9	1	3	1	1	7	9	6	1	3	3	2	1	0	0	1	0	0	1	4	5	6	7	5	9														
H	6	6	9	4	4	3	2	3	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	1	1	0	5															
中濃地域	4	0	2	8	3	8	3	4	2	7	2	5	1	8	2	9	1	1	8	4	4	9	3	0	0	2	5	2	5	1	0	1	6	2	7	2	7	2	6	3	7

### 文 献

- 1) 河口至商：多変量解析入門Ⅱ，26（1978）
- 2) 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）

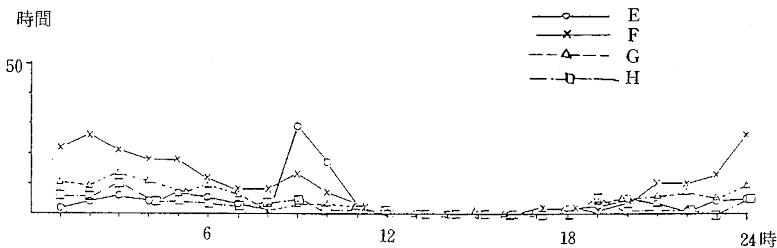
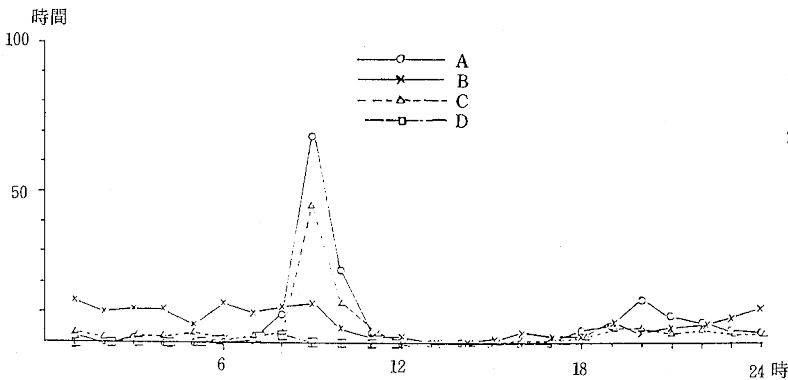


図15 NOの高濃度の時間別出現時間数