

窒素酸化物高濃度現象に関する研究 (V)

—— 風向別寄与度 ——

Studies on the Phenomenon of the highly Concentrated NOx (V)

—— NOx Concentrations of each Wind Direction ——

橋本 魁躬 冠野 禎男 田村 章 藤井 裕士*
Osami HASHIMOTO Yoshio KANNO Akira TAMURA Hiroshi FUGII

増井 武彦 三好 健治**
Takehiko MASUI Kenji MIYOSHI

本県では、春から梅雨期にかけてしばしば二酸化窒素の高濃度が出現している。この高濃度現象を解明するため、中讃地域の島しょ部、臨海部、内陸部の地域を対象に、平成3年度から5月～7月を調査期間として、自動測定機及び簡易測定法により窒素酸化物の分布調査などを行ってきた。

5年度には、島しょ部及び臨海部に調査地点を追加して詳細な分布調査を行うとともに、時刻別濃度や風向別濃度について解析を行い、高濃度が移流する風向を調査した。その結果、島しょ部や臨海部では航路方面からの風向で高濃度が出現しており、船舶からの影響が推定された。

はじめに

調査方法

中讃地域では、番の州地区などの臨海部に立地する固定発生源（火力発電所、石油精製工場、コークス製造工場、製塩工場など）に加え、国道11号（日交通量35,300台¹⁾：宇多津町東分地点）、四国横断自動車道（16,300台²⁾：坂出JCT～善通寺IC）、瀬戸中央自動車道（同12,600台³⁾）などを通過する自動車や南北備讃航路及び水島航路（日通航量795隻⁴⁾）を航行したり坂出港（日入港量75隻⁵⁾）、丸亀港（同57隻⁵⁾）などに出入港する船舶などの移動発生源から窒素酸化物が排出され、春先から梅雨期にかけて二酸化窒素の高濃度が出現している。

このため、平成3年度から臨海部及び島しょ部を中心に二酸化窒素の濃度分布や風の特性などについて調査^{6)~7)}を実施してきた。

この結果、この時期には、早朝、臨海部に発生する接地逆転層により鉛直方向の拡散が抑制される⁶⁾ため、内陸部に比べ、島しょ部や臨海部に高濃度が出現することなどが確認された。

そこで、本調査では、前年度の23地点に島しょ部3地点及び臨海部6地点を加え、詳細な分布調査を行うとともに、発生源からの影響を風向別濃度より推定した。

1. 調査期間

平成5年5月12日～7月15日

2. 調査地点

大気汚染常時観測局12地点を含む32地点で実施した。地点の概況及び発生源の状況は、表1及び図1の通りである。

3. 調査項目及び測定方法

ザルツマン法及び化学発光法による自動測定機及びTEA試薬及びPTIO試薬を用いた分子拡散法による簡易測定（ろ紙法）により実施した。

なお、簡易測定法の自動測定機への換算係数は、平均値で0.97～1.07^{8)~10)}であり、本調査では1として換算した。

また、常時観測局以外の自動測定機は、空調設備のない場所に設置したため、データの信頼性を確認するため、簡易測定法と平行測定を行った。信頼性が認められた自動測定機データは、経時変化などの解析に用いた。

* 環境保全課 ** (株)香川県浄化槽センター

表 1 調査地点

区分	地点番号	地点名	項目			地上風	備考
			窒素酸化物				
			ザルツマン法	化学発光法	TEA, PTIO法		
島しょ部	1	櫃石島	○			○	瀬戸大橋橋下
	2	岩黒島	●			○	
	3	与島	●				
	4※	本島町甲生			○		
	5※	本島町小坂			○	○	
	6※	牛島			○		
	7	広島町立石			○		
	8	広島町江ノ浦			○		
臨海部	9	沙弥島	●				番の州地区内
	10※	沙弥島南端			○		
	11※	番の州町			○		
	12	大東川事務所	●		○	●	
	13	瀬居島	○			○	
	14※	番の州公園			○		
	15※	乃生岬			○		
	16	相模坊神社	○			○	
	17※	林田町			○		
	18	宇多津町六番町			○		
	19	丸亀競艇場	○			○	
	20	丸亀市蓬来町			○		
	21	丸亀市浄化センター		●	○	●	
	22※	多度津町西港			○		
内陸部	23	林田出張所	○			○	坂出市の郊外, 北 100 m に有料道路
	24	坂出市役所	○			○	坂出市の中心部, 北 100 m に旧国道
	25	川津	○			○	坂出市の郊外, 高速道路 I C の近傍
	26	宇多津町役場	○			○	宇多津町の中心部, 北 50 m に旧国道
	27	丸亀市役所	○			○	丸亀市の中心部, 旧国道南側
	28	城坤小学校	○			○	丸亀市の郊外
	29	多度津町役場	○			○	多度津町の中心部
	30	三野町東久保谷			○		海岸から 500 m の山中
	31	郡家公民館			○		丸亀市郊外
	32	善通寺市役所	○			○	善通寺市の中心部

(注) 1. ※は 5 年度に追加した地点である。
 2. 自動測定機(窒素酸化物計, 風向・風速計)の○は常時観測局, ●は本調査での設置地点である。

結果及び考察

1. 窒素酸化物の濃度分布

簡易測定法では, 概ね 1 週間毎にサンプリングを行っており, 測定時間と濃度を加重平均して期間中の濃度を算出した。(表 2)

1-1 一酸化窒素

4 ppb 毎の等濃度線を描くと, 臨海部から与島, 岩黒島などの島しょ部を中心に高濃度が出現し, 内陸部になるに従って濃度の減衰が見られた。

また, 本島町甲生・小坂, 牛島や近傍に発生源のない臨海部の乃生岬, 林田町, 多度津町西港などでは, 坂出市役所, 丸亀市役所などの市街地と同程度の濃度が出現していた。(図 2-1)

1-2 二酸化窒素

一酸化窒素に比べ近傍の発生源からの影響を受けにくいため, 3 ppb 毎に等濃度線を描いた。一酸化窒素とほぼ同じ傾向を示し, 臨海部から本島町甲生や与島, 岩黒島など, 航路に近接する島しょ部を中心に高濃度が出現した。

また, 本島町小坂や牛島, 近傍に発生源のない乃生岬, 林田町, 宇多津町六番町, 多度津町西港などでは, 坂出市役所, 宇多津町役場, 川津などの市街地と同程度の濃度が出現した。(図 2-2)

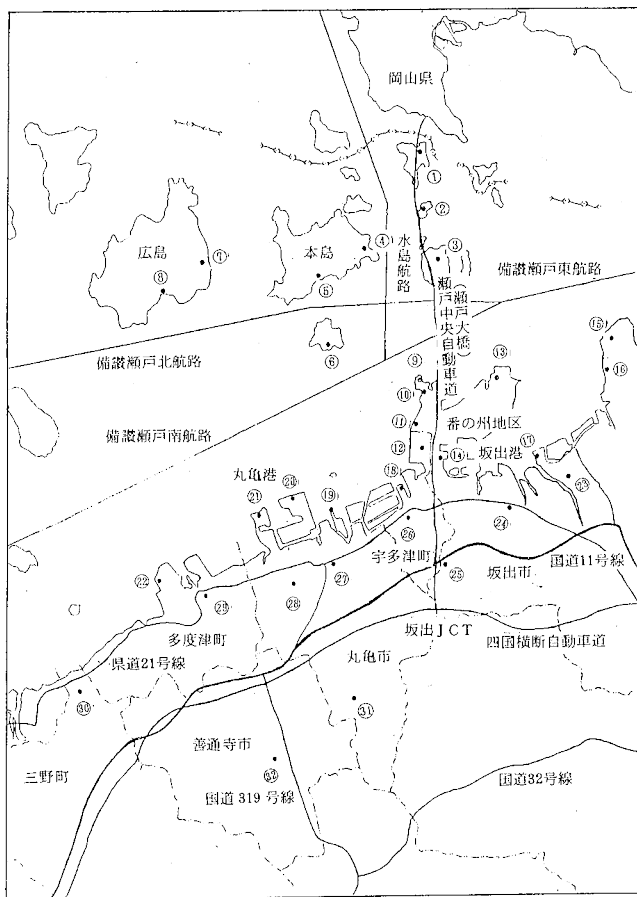


図 1 調査地点

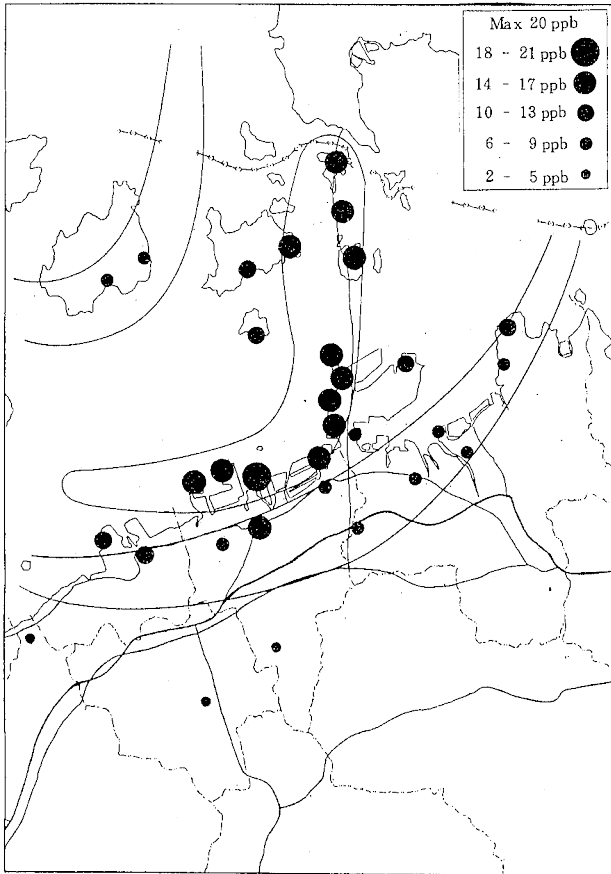


図 2 - 1 一酸化窒素の濃度分布

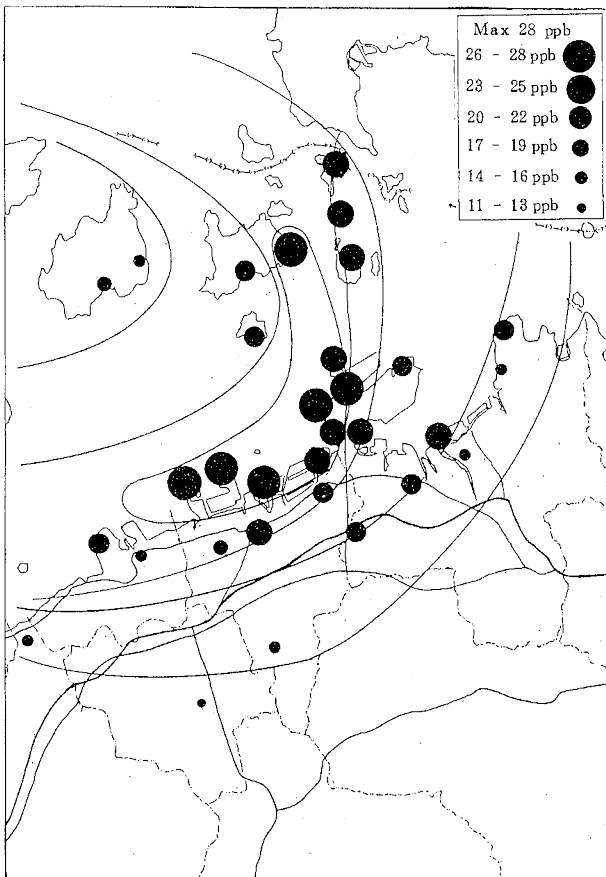


図 2 - 2 二酸化窒素の濃度分布

表 2 調査期間中の窒素酸化物平均濃度 (ppb)

地点番号	地 点 名	一酸化窒素	二酸化窒素
1	横石島	14	23
2	若黒島	16	25
3	写島	17	24
4	本島町甲生	14	26
5	本島町小坂	11	20
6	牛島	12	22
7	広島町立石	7	16
8	広島町江ノ浦	8	17
9	沙弥島	17	24
10	沙弥島南端	14	28
11	番の州町	17	27
12	大東川事務所	14	25
13	瀬居島	12	21
14	番の州公園	9*	24*
15	乃生岬	10	22
16	相模坊神社	6	16
17	林田町	9	23
18	宇多津町六番町	15	25
19	丸亀競艇場	20	28
20	丸亀市蓬萊町	16	28
21	丸亀市浄化センター	14	27
22	多度津町西港	10	22
23	林田出張所	6	15
24	坂出市役所	8	20
25	川津	9	20
26	宇多津町役場	9	21
27	丸亀市役所	14	25
28	城坤小学校	8	18
29	多度津町役場	11	15
30	三野町東久保谷	5	14
31	那家公民館	2	14
32	普通寺市役所	5	11

(注) * の地点は 7 月 1 日 13 時から 7 月 8 日 12 時まで欠測

2. 時刻別濃度推移

自動測定機で測定した 17 地点について、時刻別の濃度推移を解析した。なお、常時観測局以外の地点については、簡易測定法との差が一酸化窒素、二酸化窒素いずれもが ± 3 ppb 以下であった期間について解析を行ったが、化学発光法自動測定機を使用した丸亀市浄化センターでは、全期間に渡って二酸化窒素に大幅な違いが見られたため、一酸化窒素についてのみ解析を行った。(表 3)

表 3 期間毎の自動測定機と簡易測定法の差 (ppb)

サンプリング期間	沙弥島		大東川事務所		丸亀市浄化センター	
	NO	NO ₂	NO	NO ₂	NO	NO ₂
5.12 ~ 5.19	-1	-1	-1	± 0	± 0	-8
5.19 ~ 5.27	± 0	-1	± 0	± 0	+3	-10
5.27 ~ 6. 3	-1	-2	-2	± 0	± 0	-10
6. 3 ~ 6. 8	-2	-2	-3	± 0	-3	-5
6. 8 ~ 6.15	± 0	-3	± 0	-1	-1	-6
6.15 ~ 6.25	+2	-3	-3	+4	-3	-8
6.25 ~ 7. 1	± 0	-5	± 0	± 0	-1	-6
7. 1 ~ 7. 8	+7	-8	+2	-2	-6	-6
7. 8 ~ 7.15	+1	-6	-1	± 0	-6	-8

(注) 差：自動測定機濃度 - 簡易測定法濃度

2-1 一酸化窒素

9時～10時頃にピークが出現する一山型、2時～3時頃（又は22時頃）及び8時～10時頃にピークが出現する二山型、2時～3時頃、9時～10時頃及び22時～23時頃にピークが出現する三山型に分類され

た。最低濃度はいずれも16時～18時頃に出現した。坂出地区の内陸部では一山型、島しょ部及び臨海部では二山型となる特徴が見られた。表4-1に濃度推移を、図3-1に代表例を示す。

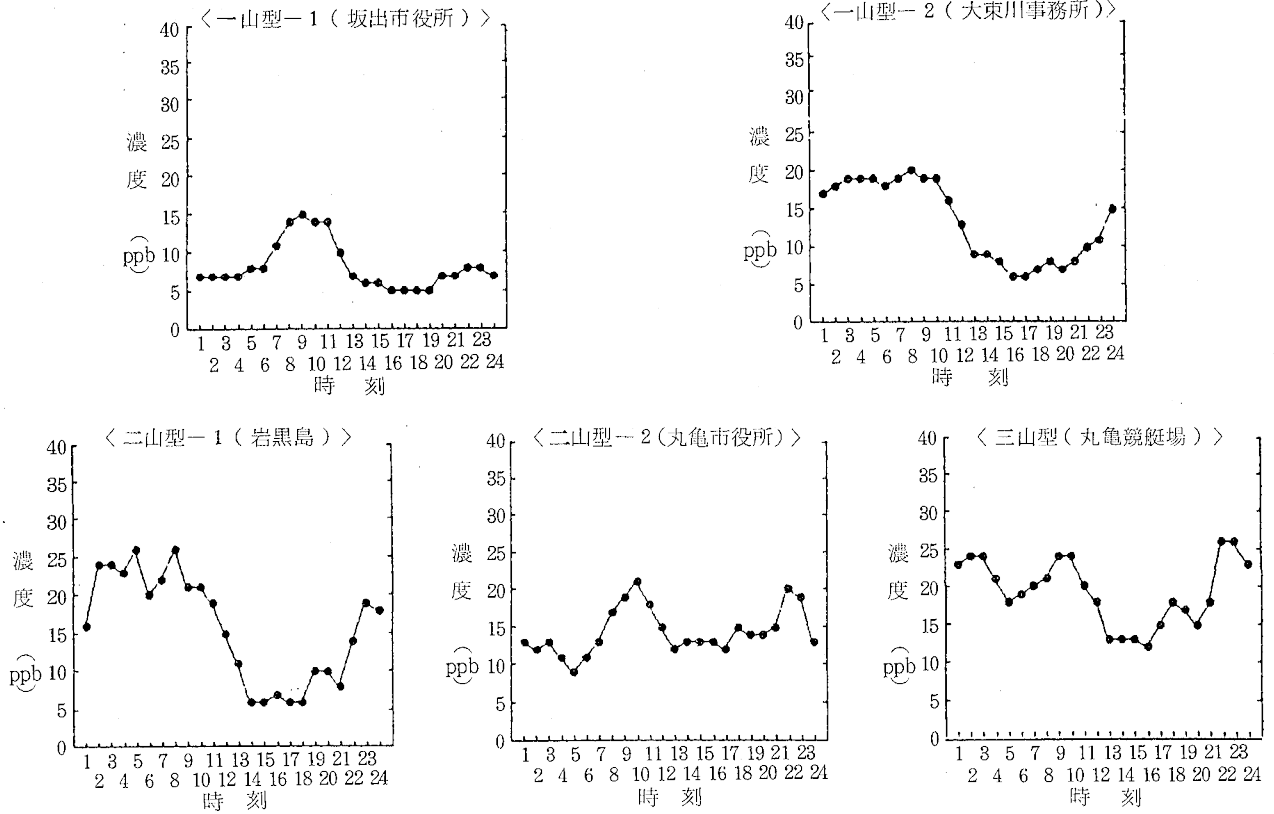


図3-1 一酸化窒素の時刻別濃度推移例

表4-1 一酸化窒素の時刻別濃度推移

区分	地点名	時刻																								平均	特徴等	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
一山型-1	坂出市役所	7	7	7	7	8	8	11	14	15	14	14	10	7	6	6	5	5	5	5	5	7	7	8	8	7	8	9時～10時頃ピークが出現する。
	林田出張所	5	5	5	5	6	7	7	8	11	12	8	7	5	4	4	3	3	4	4	5	4	4	5	4	6		
	相模坊神社	4	6	7	6	5	6	8	10	13	12	11	8	6	4	5	4	5	4	5	4	3	3	4	4	6		
	川津	10	10	8	9	9	11	12	14	16	13	13	9	7	6	6	5	4	6	6	8	10	11	10	11	9		
	櫃石島	13	17	16	18	19	19	21	23	21	20	18	14	12	9	7	6	5	6	8	8	7	9	12	15	13		
	宇多津町役場	7	9	9	9	9	11	13	16	17	16	14	10	8	7	5	4	4	5	5	6	8	8	8	8	9		
善通寺市役所	5	4	4	3	2	3	3	5	11	11	10	6	6	6	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5	0時頃に出現したピークが10時頃まで持続する。		
一山型-2	大東川事務所	17	18	19	19	18	19	20	19	19	16	13	9	9	8	6	6	7	8	7	8	10	11	15	13			
二山型-1	瀬居島	11	17	22	21	14	15	16	19	20	18	15	11	9	7	7	5	6	7	8	7	7	6	9	12	12	2時～3時頃及び8時～9時頃にピークが出現する。	
	岩黒島	16	24	24	23	26	20	22	26	21	21	19	15	11	6	6	7	6	6	10	10	8	14	19	18	16		
	与島	18	30	27	27	28	21	24	28	25	21	18	14	11	8	9	8	7	7	10	10	9	12	21	24	17		
	沙弥島	30	30	34	30	24	20	19	25	26	23	20	14	11	8	7	5	6	11	12	9	12	14	16	24	18		
二山型-2	丸亀市浄化センター	15	16	14	11	11	11	12	12	15	16	13	11	8	7	7	6	5	6	7	7	9	10	13	15	11	9時～10時頃及び22時頃にピークが出現する。	
	丸亀市役所	13	12	13	11	9	11	13	17	19	21	18	15	12	13	13	13	12	15	14	14	15	20	19	13	14		
	城坤小学校	11	10	10	9	7	9	9	11	11	12	10	8	6	5	4	3	3	4	5	6	9	13	11	10	8		
三山型	多度津町役場	13	12	12	9	9	13	13	13	15	14	13	11	8	7	6	5	5	7	8	9	11	13	13	13	11	2時～3時頃、9時～10時頃、22時～23時頃にピークが出現する。	
	丸亀競艇場	23	24	24	21	18	19	20	21	24	24	20	18	13	13	13	12	15	18	17	15	18	26	26	23	19		

(注) 沙弥島：5月12日13時～6月25日12時 大東川事務所：6月15日13時～6月25日12時を除く。
丸亀市浄化センター：5月12日13時～7月1日12時

2-2 二酸化窒素

19時～23時頃にピークが出現する一山型と9時～10時頃、20時～23時頃にピークが出現する二山型に分類され、二山型には、5時頃、14時～16時頃、5時～7時頃と14時～16時頃にそれぞれ最低値が出現

する3つのパターンがあった。

島しょ部では一山型、坂出地区では二山型-1、丸亀地区では二山型-2又は二山型-3となる特徴が見られた。表4-2に濃度推移を、図3-2に代表例を示す。

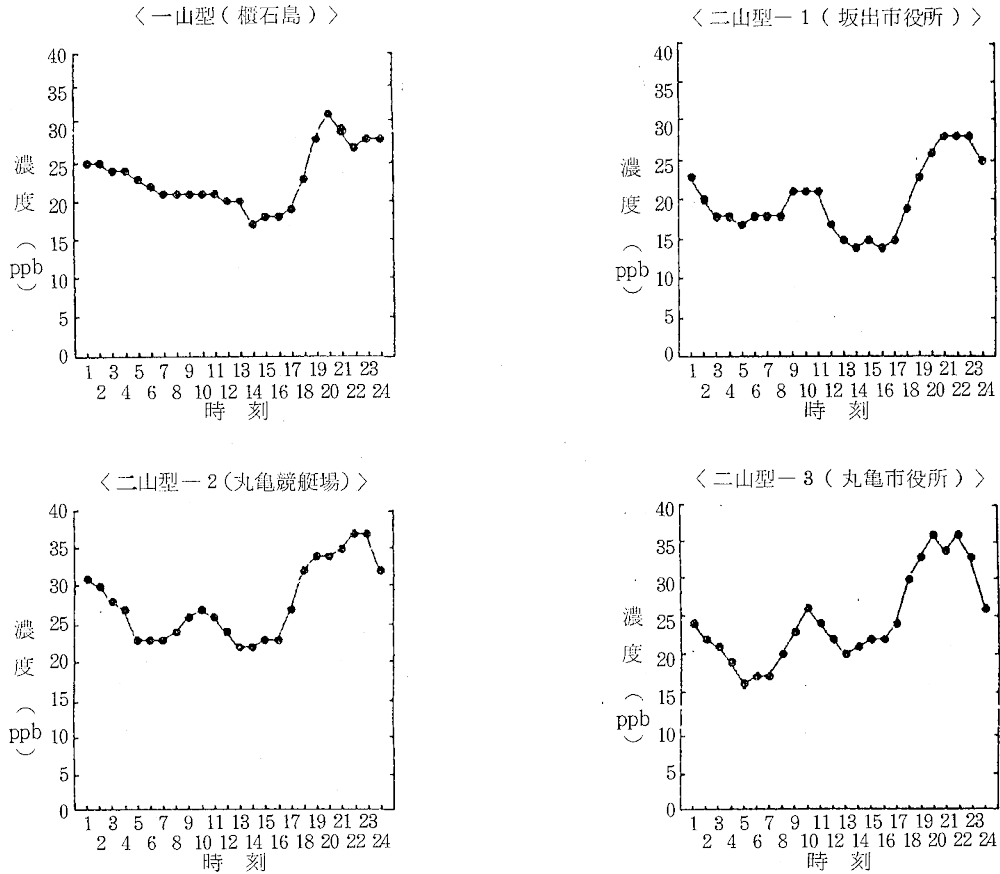


図3-2 二酸化窒素の時刻別濃度推移例

表4-2 二酸化窒素の時刻別濃度推移

(ppb)

区分	地点名	時刻																								平均	特徴等
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
一山型	櫃石島	25	25	24	24	23	22	21	21	21	21	21	20	20	17	18	18	19	23	28	31	29	27	28	28	23	19時～23時頃にピークが出現する。
	与島	28	28	26	25	24	22	22	23	23	23	22	21	19	18	19	18	19	21	27	28	28	29	31	30	24	
	瀬居島	23	24	24	24	21	21	20	20	21	21	20	17	15	15	16	15	16	22	26	23	24	23	25	24	21	
二山型-1	坂出市役所	23	20	18	18	17	18	18	18	21	21	21	17	15	14	15	14	15	19	23	26	28	28	28	25	20	9時～10時頃、20時～23時頃にピークが出現し、14時～16時頃最低となる。
	林田出張所	17	16	15	14	14	14	14	15	17	17	15	13	11	10	10	9	10	14	19	20	20	19	20	19	15	
	川津	25	22	20	19	18	19	17	18	20	19	19	16	15	13	13	13	14	18	22	26	30	29	27	27	20	
	宇多津町役場	24	23	22	20	19	19	19	20	21	21	20	17	15	14	14	13	14	20	24	27	29	29	28	26	21	
	大東川事務所	29	30	27	25	23	23	22	22	23	25	23	22	19	19	20	18	20	23	27	30	29	29	31	30	25	
二山型-2	沙弥島	25	25	25	24	21	19	19	21	22	22	21	18	17	16	17	15	17	25	26	26	25	25	27	25	22	9時～10時頃、20時～23時頃にピークが出現し、5時～7時頃、14時～16時頃に最低となる。
	岩黒島	26	26	26	24	23	21	21	24	24	24	24	23	22	19	19	20	20	23	29	33	30	32	31	27	25	
	相模坊神社	16	16	17	17	15	16	16	17	19	19	18	16	14	13	13	14	15	16	18	16	16	16	15	15	16	
	丸亀競艇場	31	30	28	27	23	23	23	24	26	27	26	24	22	22	23	23	27	32	34	34	35	37	37	32	28	
	城坤小学校	20	18	18	15	14	14	14	15	17	19	18	16	14	13	13	12	12	15	21	25	27	26	24	22	18	
二山型-3	多度津町役場	16	15	15	13	11	12	12	12	14	15	15	13	12	11	12	12	12	14	18	19	21	19	18	17	15	9時～10時頃、20時～23時頃にピークが出現し、5時頃に最低となる。
	丸亀市役所	24	22	21	19	16	17	17	20	23	26	24	22	20	21	22	22	24	30	33	36	34	36	33	26	25	
	善通寺市役所	11	9	9	8	7	8	9	9	12	12	13	12	11	12	11	10	11	12	12	15	16	15	13	11	11	

(注) 沙弥島：5月12日13時～6月25日12時 大東川事務所：6月15日13時～6月25日12時を除く。

3. 風向別濃度

発生源の方向や高濃度がどの方向から移流しているかを把握するため、地点毎に風向別の濃度を解析した。(表5-1~4)

3-1 一酸化窒素

全日(24時間)では、全般に北北西~北北東もしくは南南西~南南東の風向で高濃度が出現していたが、島しょ部の岩黒島、与島、臨海部の沙弥島、大東川事務所、丸亀競艇場では、特定の風向で高濃度が出現した。また、最高濃度が無風時濃度より高濃度となった地点が12地点あった。(図4-1-4)

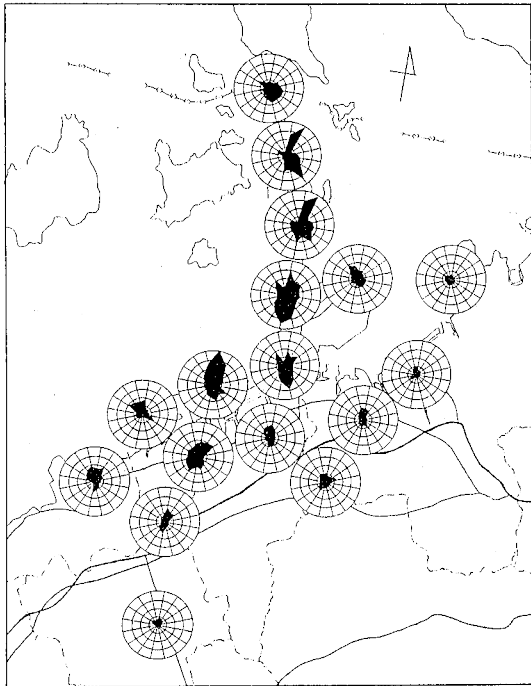


図4-1-1 全日の風向別一酸化窒素平均濃度

島しょ部や臨海部では2時~5時、内陸部では8時~10時に時間別の最高濃度が出現していたことから、これらの時間帯における風向別の濃度を解析して、高濃度時の特徴を調査した。

2時~5時には、平均濃度は沙弥島が最も高く、与島、岩黒島、丸亀競艇場、櫃石島の順となっていた。沙弥島では西北西、北北東、北東などの風向、与島、岩黒島では北、北東、南、南東などの風向、丸亀競艇場では西北西、北などの風向で高濃度が出現しており、川津、宇多津町役場、丸亀市役所、城坤小学校、多度津町役場などの内陸別の地点でも北西~北の風向で高濃度が出現していた。

これらの濃度は、隣の風向濃度と大幅に異なっており、全地点とも最高濃度が無風時濃度より高濃度か同一濃度となる特徴が見られた。(図4-1-2)

8時~10時には、2時~5時と同様、特定の風向で高濃度が出現する特徴があり、岩黒島、与島では

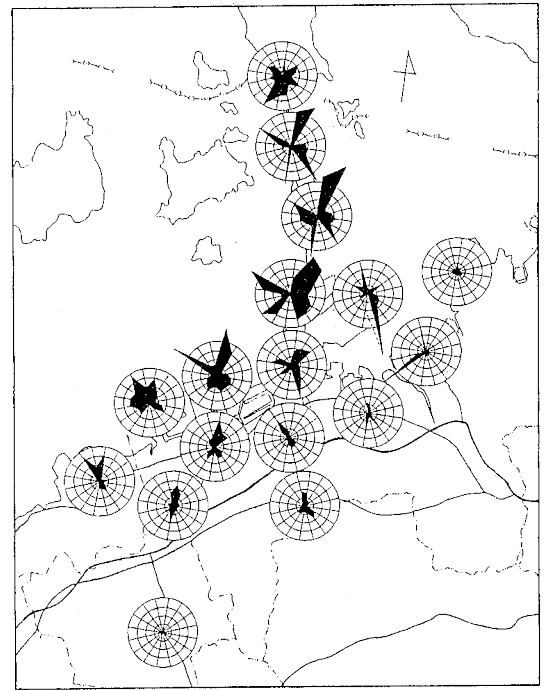


図4-1-2 2時~5時の風向別一酸化窒素平均濃度

2時~5時とほぼ同じ風向で高濃度が出現した。その他の地点では、北系の風向で高濃度が出現する傾向が見られ、臨海部の沙弥島、大東川事務所、丸亀競艇場では特に顕著であった。(図4-1-3)

平均濃度は、与島が最も高く、岩黒島、沙弥島、丸亀競艇場、櫃石島の順となっていたが、2時~5時と8時~10時とを比較すると、備讃航路を挟んだ与島と沙弥島では2時~5時が高く、岩黒島、瀬居島、大東川事務所、丸亀競艇場、丸亀市浄化センターではほぼ同濃度、櫃石島及び内陸部では8時~10

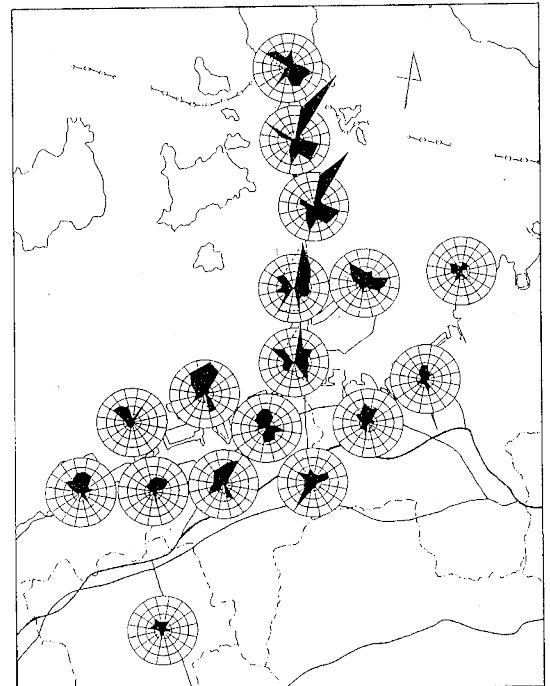


図4-1-3 8時~10時の風向別一酸化窒素平均濃度

時が高濃度となっていた。

また、9地点で無風時濃度が最高濃度となっていたが、岩黒島では5風向、与島では4風向で無風時濃度より高濃度が出現していた。

3-2 二酸化窒素

全日では、一酸化窒素と異なり、特定の風向で高濃度が出現することはなかったが、北北西～北北東及び南南西～南南東の風向で高い濃度が出現する傾向が見られた。岩黒島、与島、丸亀市役所、丸亀競艇場、城坤小学校、多度津町役場、善通寺市役所の7地点では、最高濃度が無風時濃度より高くなっていた。(図4-2-1)

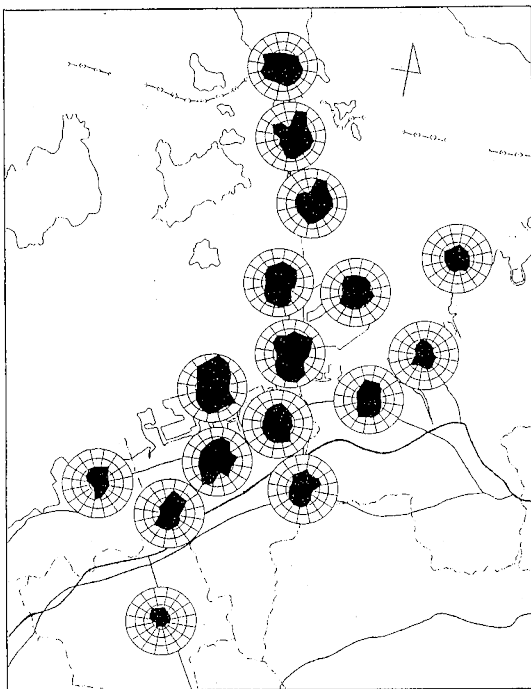


図4-2-1 全日の風向別二酸化窒素平均濃度

また、19時～23時には相模坊神社を除く全地点で時間別の最高濃度が出現しており、海風が侵入し始める8時～10時にも濃度上昇が見られたことから、これらの時間帯における風向別濃度を解析し、高濃度時の特徴を調査した。

陸風が卓越している19時～23時には、岩黒島や与島では東北東～南南東の風向で高濃度が出現しており、櫃石島では南～西北西の風向でも高濃度が出現していた。

また、沙弥島では北北東や南の風向、瀬居島では北西、丸亀競艇場では北、北北東、東南東の風向で高濃度となっており、地点によって異なった傾向が見られた。(図4-2-2)

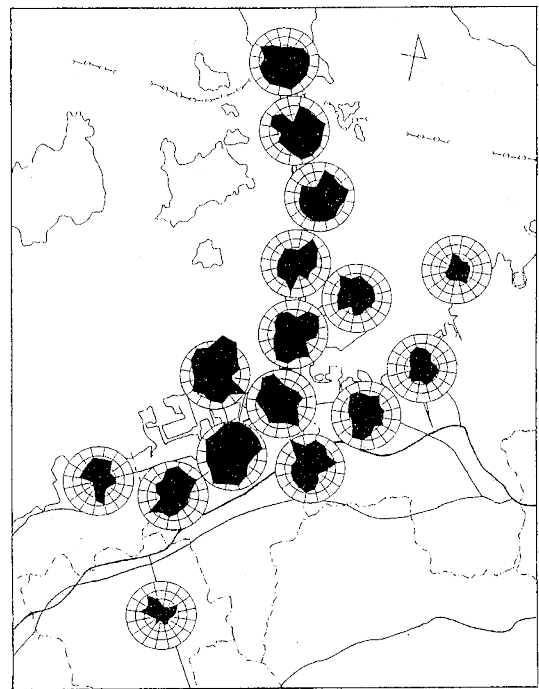


図4-2-2 19時～23時の風向別二酸化窒素平均濃度

8時～10時には、全般に北～北北東の風向で高濃度が出現しており、島しょ部では19時～23時と同様に、東～南東の風向でも高濃度が出現していた。

(図4-2-3)

また、8時～10時には13地点、19時～23時には9地点で最高濃度が無風時濃度より高くなっており、特定の発生源から影響を受けていることが推定された。特に、19時～23時には、岩黒島では4風向、与島及び沙弥島では3風向、櫃石島では2風向で無風時濃度を超える濃度が出現しており、島しょ部では特定発生源からの影響が大きいことが推定された。

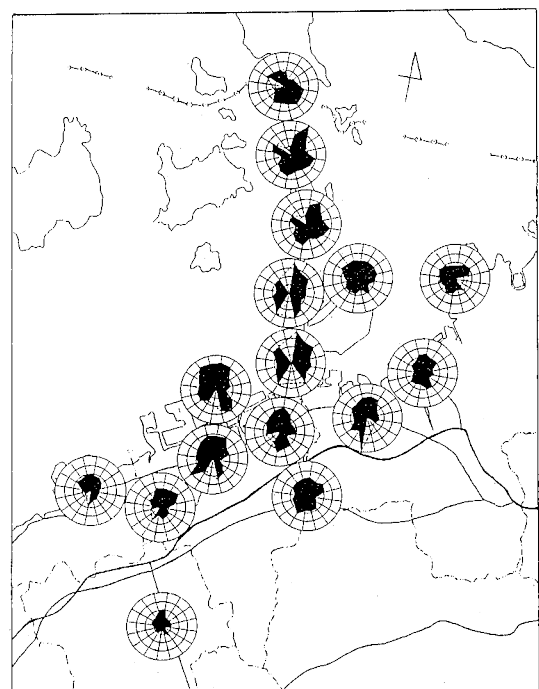


図4-2-3 8時～10時の風向別二酸化窒素平均濃度

4. 風向別寄与度

風向別の濃度は、高濃度の移流の方向や発生源を推定する上で有効であるが、出現頻度の多少により同一濃度でもその地点への寄与度が異なってくる。

そこで、風向別濃度と出現頻度を乗じ合わせて、地点毎の風向別寄与率を算出するとともに、全日及び高濃度が出現する時間帯について、島しょ部、臨海部、内陸部毎に寄与率の高い4風向を抽出し、地区毎に風向の出現頻度(寄与度)を調査した。(表6)

4-1 一酸化窒素

島しょ部や臨海部では2時～5時、内陸部では8時～10時に最高濃度が出現していた。

島しょ部では、2時～5時には北北東、東北東、東及び無風、8時～10時には北北東、東、東南東及び無風、全日では北北東、東及び無風からの寄与度が高く、いずれも北北東～東南東の方向となっていた。(図5-1-1)

寄与率では、2時～5時には全地点とも無風時が

最も高くなっていたが、8時～10時には全地点とも東の風向が高くなるという違いが見られた。

次に、臨海部では、2時～5時には無風時での寄与度が高く、西南西～西北西を除く風向で平均した寄与が認められた。一方、海風が卓越し始める8時～10時には、西南西～北の風向からの寄与度が高くなり、無風時での寄与度は低下した。全日では、無風時、次いで北東及び西北西～北東の風向の寄与度が高くなっていた。(図5-1-2)

寄与率では、2時～5時には6地点中4地点で無風時が高かったが、8時～10時には北系の風向で高くなり、無風時は低下した。全日では、坂出地区では無風時、丸亀地区では北西～北北東の風向からの寄与率が高かった。

内陸部では、2時～5時には南東の風向及び無風時の寄与度が高かったが、8時～10時には西北西～北の風向からの寄与度が高くなっていた。全日では無風時が最も高く、西～北の風向での寄与度も高かった。(図5-1-3)

表6 上位4風向及び寄与率

区分	地点名	時間帯	一酸化窒素												二酸化窒素														
			2時～5時				8時～10時				全日				8時～10時				19時～23時				全日						
			順	位	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
島しょ部	櫃石島	風向	17	5	13	3	4	5	6	15	5	4	17	6	4	5	6	15	17	5	4	6	5	4	6	5	4	6	17
		寄与率%	16.1	12.8	10.2	8.9	24.9	15.6	12.8	5.9	15.9	13.6	10.8	10.4	20.3	17.3	13.6	9.4	12.5	11.1	10.1	8.7	13.8	11.8	9.6	8.0			
	岩黒島	風向	17	4	1	3	4	17	5	1	17	4	1	3	4	17	5	12	4	17	3	13	4	17	3	5			
		寄与率%	43.9	17.7	7.3	6.9	34.9	14.9	11.8	8.1	26.4	25.9	6.4	6.4	34.3	13.1	10.8	6.7	24.5	23.4	12.0	4.7	28.5	20.2	8.1	6.0			
	与島	風向	17	4	1	3	4	17	5	1	17	4	1	11	4	17	5	3	4	17	3	8	4	17	3	11			
		寄与率%	41.7	17.8	8.0	6.0	36.5	15.0	10.8	6.5	25.0	25.0	5.6	5.4	34.5	13.1	10.4	7.3	23.9	22.9	12.2	6.5	27.1	20.7	8.6	6.3			
臨海部	瀬居島	風向	17	15	4	5	14	17	15	12	17	14	15	1	15	14	17	12	17	4	2	15	17	15	14	1			
		寄与率%	54.9	6.0	5.8	5.7	21.4	16.9	16.3	7.8	28.9	11.3	11.0	6.3	19.4	13.7	10.2	9.4	31.9	8.0	7.5	6.9	22.6	8.9	7.9	7.7			
	沙弥島	風向	17	10	4	9	11	4	14	16	17	2	4	9	4	11	2	12	17	9	10	4	17	2	4	12			
		寄与率%	28.5	14.2	10.4	8.9	12.7	10.5	9.7	9.3	21.3	10.5	9.0	8.4	11.8	11.8	11.4	10.6	26.3	9.2	9.0	8.8	16.3	11.2	9.3	7.9			
	大東川事務所	風向	17	10	2	7	2	4	11	14	17	2	4	11	2	4	11	14	17	9	2	3	17	2	4	11			
		寄与率%	39.0	9.1	8.5	7.1	12.5	11.6	10.8	10.4	21.1	13.7	7.3	7.2	12.7	12.7	11.4	10.8	25.8	10.4	9.6	8.9	16.3	13.4	8.9	8.0			
	相模坊神社	風向	6	17	2	5	13	12	17	9	17	13	6	2	13	12	14	17	6	3	17	5	17	6	3	13			
		寄与率%	15.7	14.8	14.2	12.5	20.5	14.5	12.1	8.7	12.5	10.4	7.6	6.9	16.8	14.5	9.2	8.5	14.2	12.7	12.0	10.8	9.0	8.6	8.1	7.9			
	丸亀競艇場	風向	16	17	7	1	16	13	1	12	14	16	1	17	13	16	13	12	1	16	17	1	10	16	1	17	13		
		寄与率%	17.7	17.6	14.6	8.8	42.1	13.4	10.5	7.5	31.7	11.1	10.7	7.6	31.7	15.4	12.1	9.4	16.2	14.0	10.3	9.3	21.4	10.0	8.9	8.9			
	丸亀市浄化センター	風向	17	15	9	14	15	14	13	8	15	14	13	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
		寄与率%	16.4	13.2	9.6	7.8	26.5	21.5	19.9	8.7	22.7	10.6	8.4	7.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	内陸部	坂出市役所	風向	17	4	6	9	15	17	16	14	17	15	16	12	16	15	17	12	17	4	9	11	17	12	15	4		
			寄与率%	55.4	6.8	5.4	5.4	18.0	15.6	14.3	9.2	29.8	10.9	9.4	7.7	14.7	12.9	10.7	9.6	40.5	8.3	7.7	6.4	28.8	8.0	7.6	7.5		
林田出張所		風向	6	7	15	10	16	14	15	13	17	14	15	6	16	14	13	15	17	6	7	5	6	7	17	14			
		寄与率%	18.0	12.9	11.9	9.0	16.9	13.9	13.6	9.5	11.3	11.1	10.0	9.3	15.6	11.8	10.8	10.6	16.5	14.2	13.0	8.0	11.7	11.6	10.4	8.8			
川津		風向	17	9	8	6	17	15	13	2	17	15	13	9	15	17	13	2	17	15	12	9	17	15	12	16			
		寄与率%	41.4	9.3	7.1	6.0	15.1	14.7	12.4	9.1	25.7	9.8	6.4	5.7	13.9	12.7	8.3	7.6	26.1	8.1	7.2	6.4	24.2	9.2	6.7	5.8			
宇多津町役場		風向	17	6	7	13	16	15	14	13	17	13	14	15	16	15	14	13	12	11	17	6	12	17	13	6			
		寄与率%	25.3	18.1	8.8	7.8	15.9	14.5	12.6	11.6	12.2	10.3	9.8	9.6	16.8	13.1	11.1	11.0	15.5	10.4	10.4	10.1	10.9	10.1	9.2	7.8			
丸亀市役所		風向	17	7	6	16	16	1	15	6	17	16	12	1	16	15	1	13	17	16	12	6	17	16	12	1			
		寄与率%	23.5	20.0	12.1	11.7	25.7	15.4	14.5	7.9	14.3	12.9	10.1	9.6	22.0	16.8	11.1	7.5	16.4	10.1	9.8	8.7	12.8	12.4	11.0	8.1			
城坤小学校		風向	8	17	6	16	1	2	15	14	1	16	17	2	1	2	15	14	12	16	1	13	1	12	16	5			
		寄与率%	16.2	10.9	10.1	9.7	21.6	15.7	11.6	9.6	14.7	9.9	8.4	7.7	18.6	13.7	12.9	8.3	10.9	9.3	9.1	7.6	13.7	8.3	7.6	7.1			
多度津町役場		風向	17	6	3	16	15	13	16	12	17	12	15	16	15	13	16	12	12	17	4	15	12	16	15	17			
		寄与率%	25.4	19.1	8.6	8.2	22.6	15.9	14.8	9.4	13.2	12.8	12.2	10.2	19.5	14.2	11.5	10.7	18.2	9.1	7.6	7.4	13.3	9.8	9.7	8.3			
普通寺市役所	風向	17	5	6	4	4	17	12	3	17	4	10	13	4	10	3	15	17	9	4	14	17	4	10	14				
	寄与率%	35.3	22.5	13.1	8.8	16.7	11.8	11.1	9.9	18.2	11.5	10.3	7.8	16.5	9.9	9.6	9.1	24.0	12.0	11.9	8.2	17.5	13.0	10.8	9.0				

寄与率では、2時～5時には無風時、8時～10時には北北西～北の風向で高くなる地点が多数を占めていた。全日では無風時の寄与率が最も高い地点が

多数を占めていたが、2時～5時に比べて低く、北系の風向を中心に平均的な寄与率となっていた。

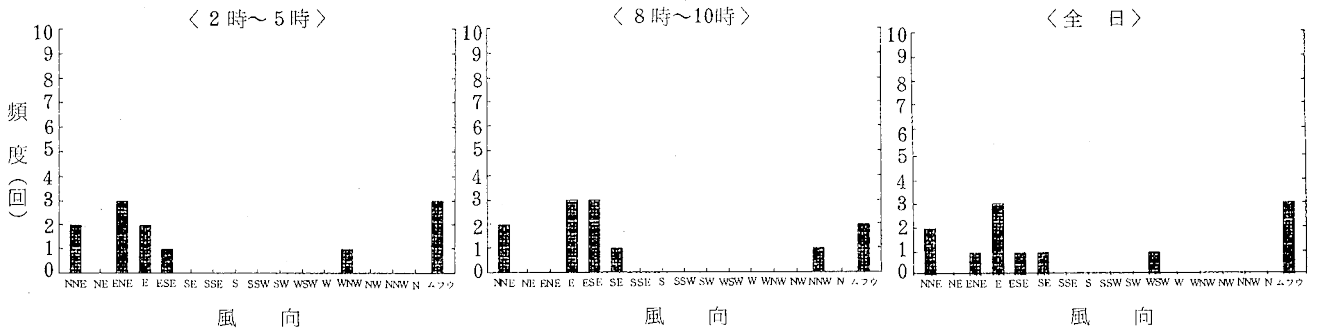


図5-1-1 島しょ部の一酸化窒素寄与率上位4風向出現頻度

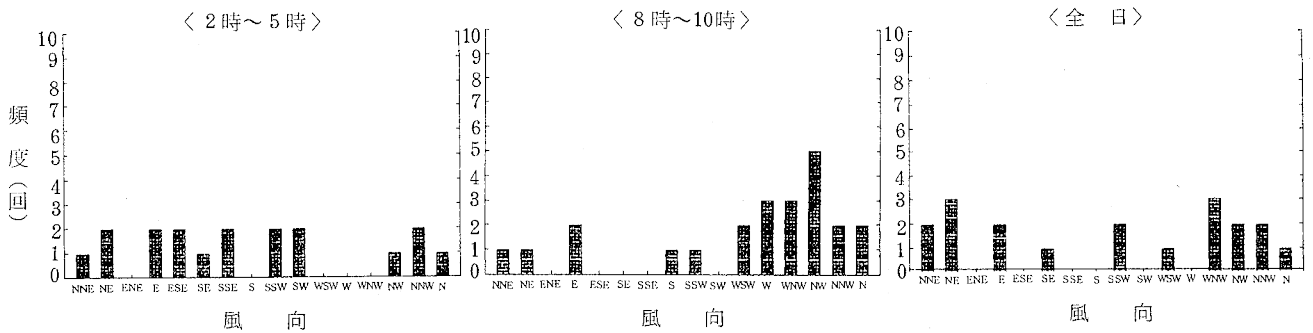


図5-1-2 臨海部の一酸化窒素寄与率上位4風向出現頻度

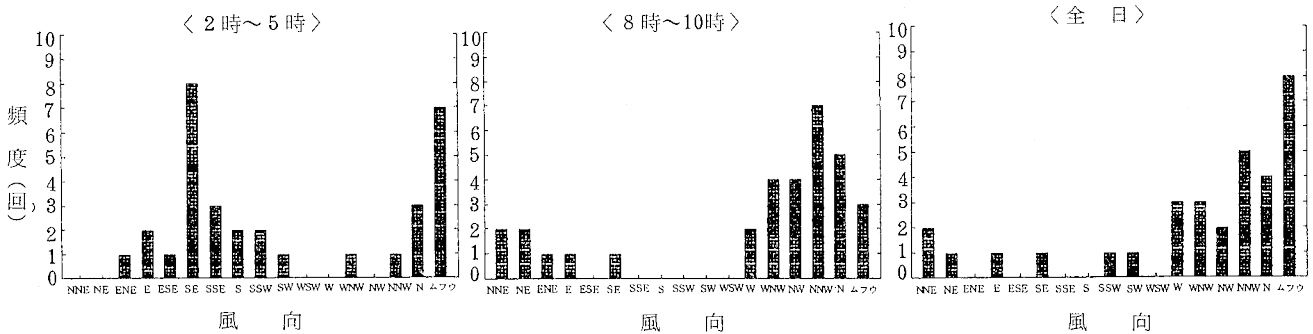


図5-1-3 内陸部の一酸化窒素寄与率上位4風向出現頻度

また、地点毎に特徴を見てみると、岩黒島と与島では同じ傾向にあり、2時～5時には無風、8時～10時には東、全日には無風時と東の寄与率が極めて高かった。瀬居島、沙弥島、大東川事務所では、全日及び2時～5時には無風時の寄与率が高くなっており、瀬居島では、2時～5時が特に高かった。

丸亀競艇場では、どの時間帯も北の風向の寄与率が高く、8時～10時が顕著であった。

坂出市役所、川津などの市街部では、2時～5時には無風時の寄与率が高く、逆に、発生源のない林田出張所、城坤小学校では、南系の風向の寄与率が高かった。図6-1に代表例を示す。

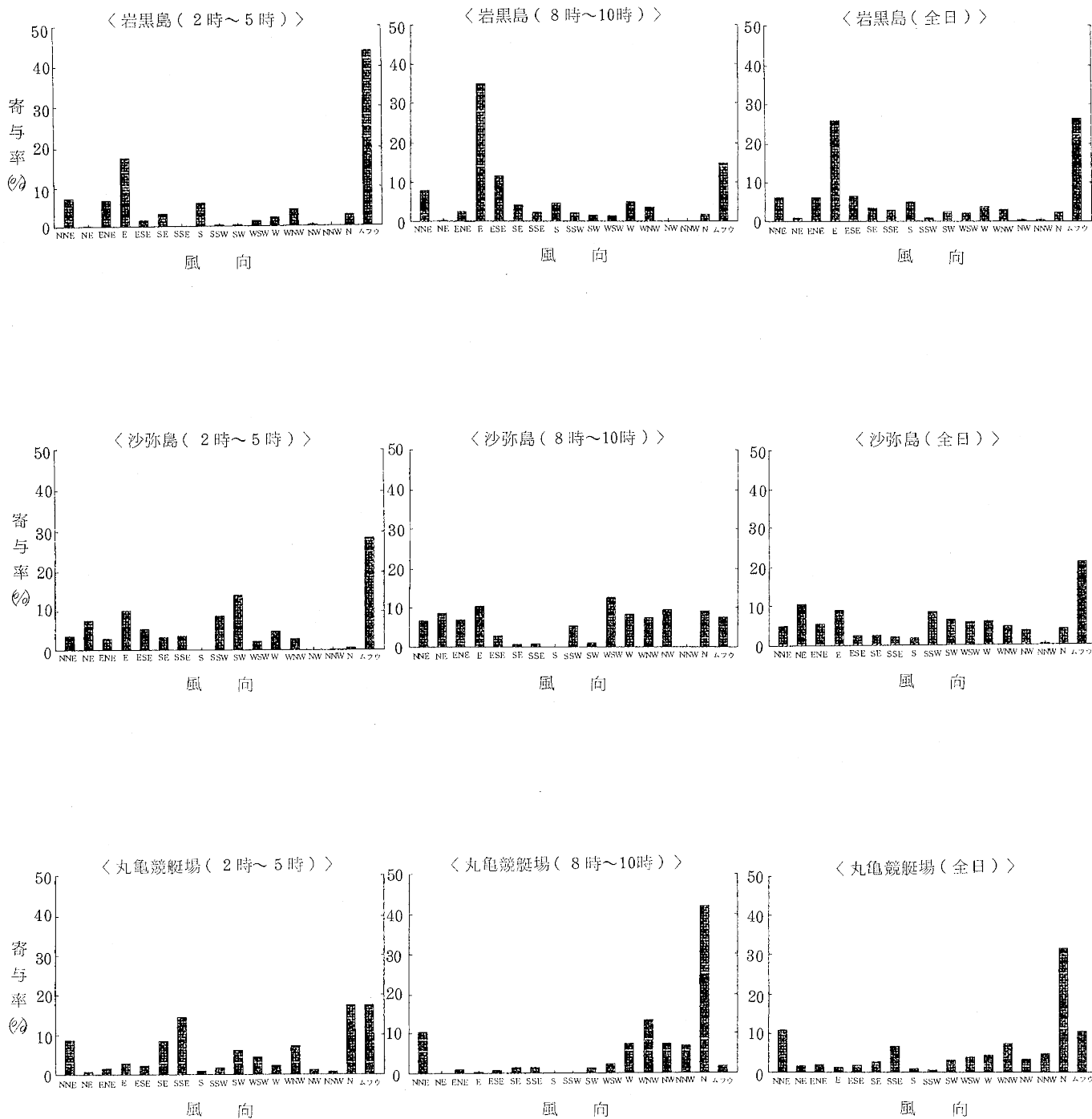


図6-1 一酸化窒素の風向別寄与率例

4-2 二酸化窒素

1日の最高濃度が出現する19時～23時に加え、海風の侵入により濃度が上昇する8時～10時、及び全日について一酸化窒素と同様の解析を行った。

島しょ部では、いずれの時間帯も無風及び東北東～東南東からの寄与度が高くなっていた。(図5-2-1)

また、寄与率で見た場合、19時～23時及び全日には東系の風向と無風時が高かったが、8時～10時には東系の風向からの寄与率が高くなっていた。

次に、臨海部では、19時～23時には無風時の寄与度が高く、西系の風向を除く風向で同程度の寄与度となっていた。全日も無風時の寄与度が最も高く、西北西～東の風向の寄与度も高かった。8時～10時

には無風時の寄与度は低下しており、西南西～北北西の風向の寄与度が高くなっていた。(図5-2-2)

寄与率で見た場合、坂出地区では19時～23時、全日とも無風時の寄与率が高かったが、丸亀地区では無風時の寄与率はそれほど高くないという違いが見られた。

内陸部では、19時～23時には無風時の寄与度が最も高く、西、南東、東、南南西などの風向の寄与度も高かった。8時～10時になると無風時の寄与度が低下し、西北西～北の風向の寄与度が高くなった。一方、全日では、無風時及び西、北の風向からの寄与度が高かった。(図5-2-3)

寄与率で見た場合、19時～23時には無風時で高い

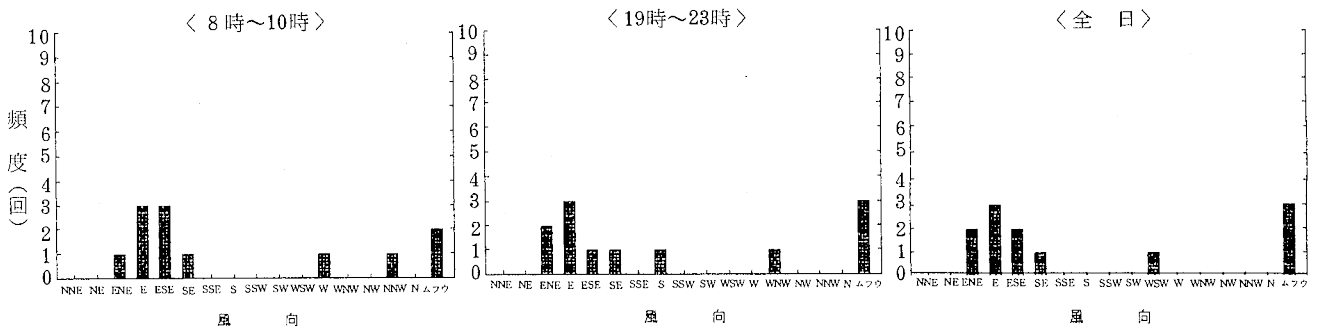


図5-2-1 島しょ部の二酸化窒素寄与率上位4風向出現頻度

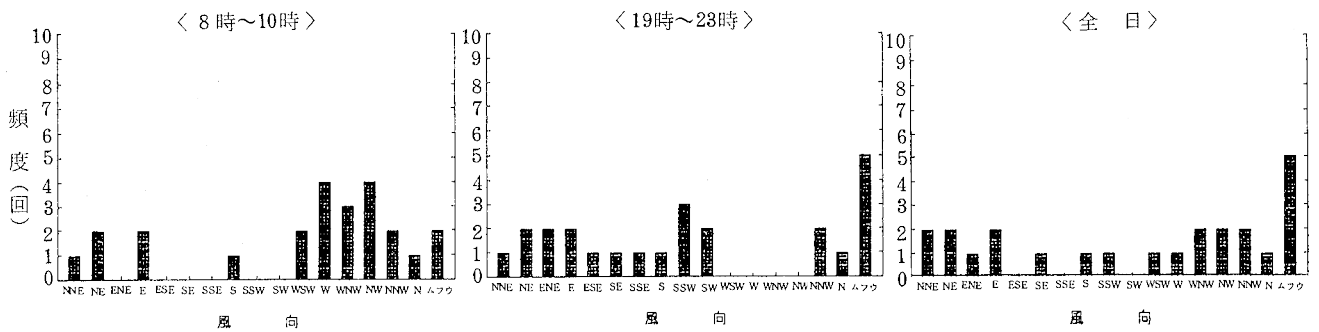


図5-2-2 臨海部の二酸化窒素寄与率上位4風向出現頻度

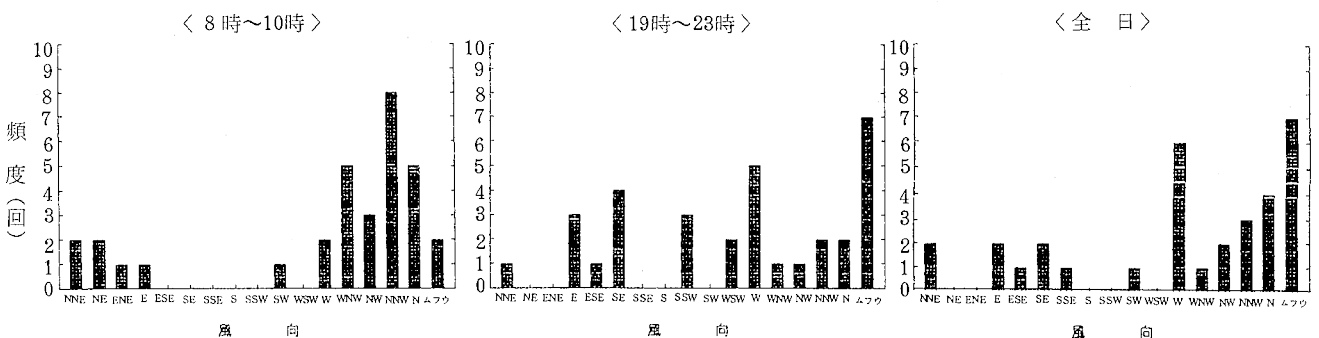


図5-2-3 内陸部の二酸化窒素寄与率上位4風向出現頻度

地点もあったが、どの風向でも同程度の寄与率となっているところが多かった。8時～10時では、全般に西～北の風向の寄与率が高くなっていた。

地点毎に特徴を見てみると、岩黒島と与島では、どの時間帯も東からの寄与率が極めて高かった。瀬

居島では、どの時間帯も南東～南西の風向の寄与はほとんど見られなかった。丸亀競艇場では、どの時間帯も北からの寄与率が高く、坂出市役所では無風時の寄与率が顕著であるという特徴が見られた。図6-2に代表例を示す。

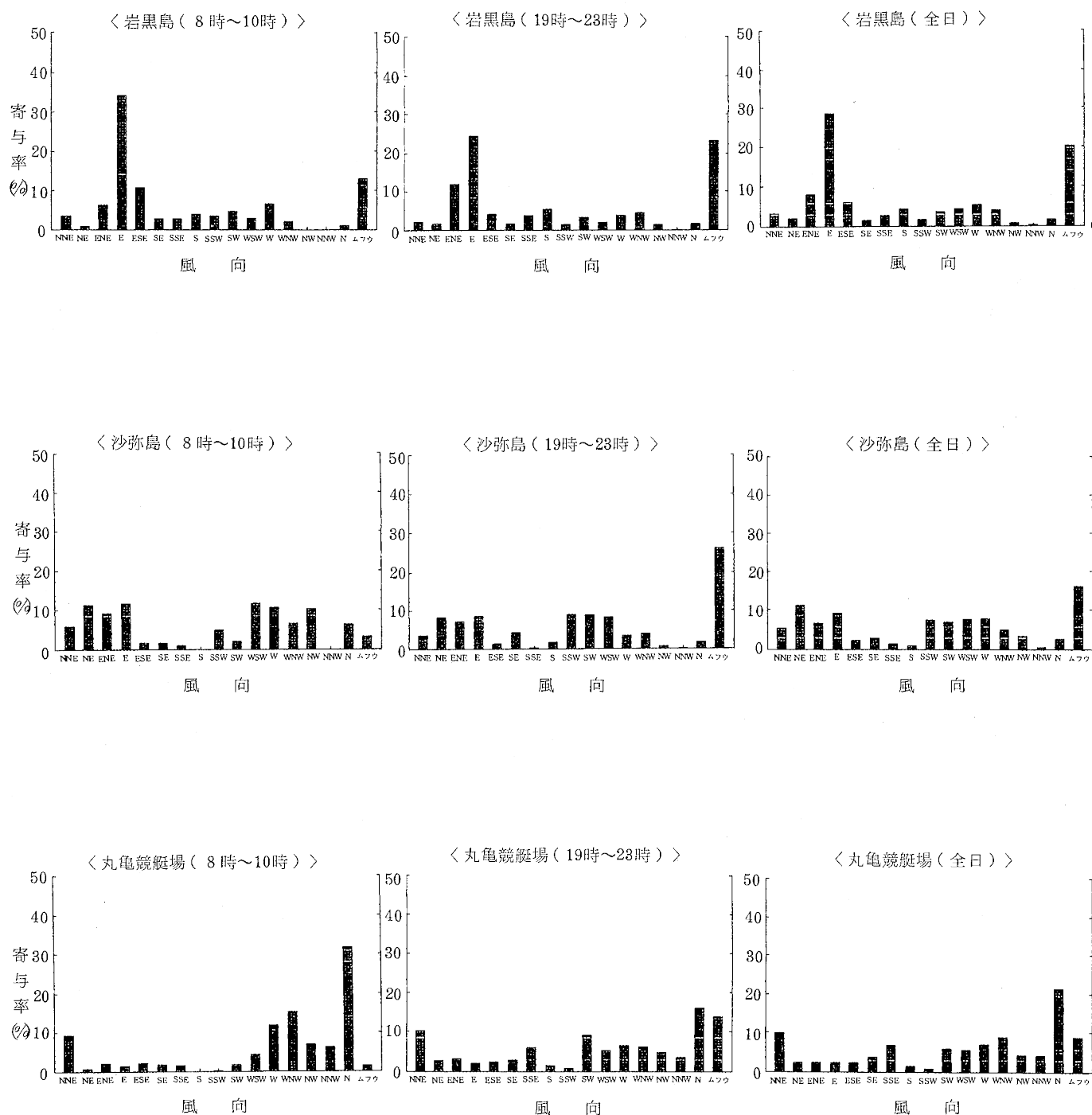


図6-2 二酸化窒素の風向別寄与率例

ま と め

1. 発生源の推定

次の事項により、航路からの影響を大きく受けていることが推定された。

- (1) 一酸化窒素、二酸化窒素とも、備讃航路、水島航路など航路に隣接する地点ほど高濃度が出現していた。
- (2) 一酸化窒素は、8時～10時頃に高濃度となり、16時～19時頃に低濃度となっていたが、鳥しょ部や臨海部では夜間、特に2時～5時頃にも高濃度が出現していた。
- (3) 鳥しょ部や臨海部では、航路に面する風向で一酸化窒素の高濃度が出現しており、内陸部と異なった特徴が見られた。
- (4) 二酸化窒素は、一酸化窒素ほど特定の風向で高濃度は出現していなかったが、高濃度が出現していた19時～23時頃には、鳥しょ部では東北東～南南東で、臨海部では北の風向で高濃度が出現していた。
- (5) 瀬戸中央自動車道は海面から65m以上の高さを通過しており、しかも、日交通量は国道11号線の3分の1と少なく、鳥しょ部の高い濃度レベルが自動車に起因しているとは考えられない。
- (6) 各地点の全日における平均濃度に対する風向別寄与率は次の通りであった。

① 一酸化窒素

櫃石島では東～南東で40%、岩黒島では東北東～東で32%、与島では東及び西南西で30%、臨海部の沙弥島及び大東川事務所では東及び北東でそれぞれ20%、21%、瀬居島では北北東、北西～北北西で29%、丸亀競艇場では北～北北東、西北西で50%となっており、航路方面の風向からの寄与率が極めて高くなっていた。

また、鳥しょ部の東の風向の寄与率は無風時の寄与率と同程度であった。

② 二酸化窒素

櫃石島では東～南東で35%、岩黒島では東北東～東南東で43%、与島では東北東～東及び西南西で42%、沙弥島及び大東川事務所では北東でそれぞれ11%、10%、瀬居島では北西～北北西、北北東で25%、丸亀競艇場では北～北北東、西北西で40%となっており、一酸化窒素同様、航路方面の風向からの寄与率が極めて高くなっていた。

また、岩黒島や与島では、東の風向の寄与率が無風時の寄与率よりも大きかった。

2. その他

- (1) 一般に、無風時で高濃度が出現しやすいと考えられるが、発生源の状況によっては有風時の方が高濃度となる場合もあった。
- (2) 本調査では高濃度日は出現しなかったが、今後、高濃度の出現原因を解明したり発生源を特定する一手法として、風向別寄与率は有効であると考えられた。

お わ り に

この調査研究の実施に際し、多大の協力を頂いた坂出市役所、丸亀市役所、瀬居中学校、岩黒小中学校、与島開発総合センター、沙弥海の家、香川県下水道公社大東川事務所、丸亀市広島支所、本島町小坂自治会、丸亀市浄化センター、郡家公民館の方々に深謝します。

文 献

- 1) 香川県：平成2年度香川県道路交通センサス交通量調査。
- 2) 日本道路公団：月別区間交通量（平成5年度）。
- 3) 香川県：県勢概要ハンドブック（平成6年8月）。
- 4) 第六管区海上保安部：業務統計年報（平成6年版）。
- 5) 香川県：港湾統計（年報、平成4年）。
- 6) 西原幸一、瀬居義久、岩崎幹男 他：香川県環境研究センター所報、**16**, 49（1991）。
- 7) 藤井裕士、冠野禎男、西原幸一 他：香川県環境研究センター所報、**17**, 59（1992）。
- 8) 小山健、瀬戸義久、中野智：香川県公害研究センター所報、**12**, 56（1987）。
- 9) 西川恵、小山健、瀬戸義久：香川県公害研究センター所報、**13**, 69（1988）。
- 10) 西川恵、山本務、高橋敏夫：香川県公害研究センター所報、**14**, 69（1989）。