

長崎県衛生公害研究所報

ANNUAL REPORT OF NAGASAKI PREFECTURAL INSTITUTE
OF PUBLIC HEALTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCES

(NO. 18)

— 1977 —

(昭和52年度論文集)

第 18 号

長崎県衛生公害研究所

長崎市滑石1丁目9番5号

NAGASAKI PREFECTURAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCES

9-5, NAMESHI 1-CHOME, NAGASAKI, JAPAN (852)

ま え が き

先に昭和52年度の所報を発行したが、紙面の都合で研究報告の一部を割愛した。しかし、研究報告は研究実績の証しであり、更に、詳細な資料を残す必要もあるので、今後は所報としての論文集を随時発行することとした。従って所報は年報と論文集の二本立となる。

論文集は当所で行った調査研究の成果としての総説、原著及び資料を紹介することを目的とする。

本論文集は昭和52年度までの調査、研究のうちから主に大気関係の取纏を行ったものであり、他部門の報告は順次掲載する予定である。

なお、内容については年度内発行を急いだ為不十分な点もあるが、今後は更に充実した論文集にしていく考えである。

昭和54年 3 月

長崎県衛生公害研究所長 大 塚 喜久雄

目 次

CONTENTS

まえがき

1. 硫黄酸化物による大気汚染の経年変化及び地域特性
.....吉村賢一郎, 山口道雄, 本多邦隆, 松田正彦..... 1
〔Secular Trend and Regional Variation of Air Pollution by SO_x in Nagasaki
PrefectureKen-ichiro YOSHIMURA, et al〕
 2. ナイトレーションプレート法による長崎市及び周辺部での二酸化窒素の分布
.....釜谷 剛, 山口道雄, 松田正彦.....15
〔Measurement of Nitrogen Dioxide(NO₂) by Nitration plate (NP) Method in
and around Nagasaki CityTakeshi KAMAYA, et al〕
 3. 長崎市及び近郊における大気環境調査 (窒素酸化物について)
.....増田 隆, 山口道雄.....31
〔Air Pollution from Nitrogen Oxides (NO_x) in Nagasaki Area
.....Takashi MASUDA, et al〕
 4. 道路交通騒音距離減衰の予測について.....小林 茂, 立石ヒロ子, 山口道雄.....38
〔Reduction of Traffic Noise by Distance in Various Topographical Road
ConditionsShigeru KOBAYASHI, et al〕
 5. トレーサーガスによる大気拡散調査.....泷 義明, 山口道雄, 松田正彦.....57
〔Diffusion Experiments in Various Topographical Conditions by Tracer Gas
..... Yoshiaki FUCHI, et al〕
- 既刊の印刷物一覧.....94

硫黄酸化物による大気汚染の 経年変化及び地域別特性

公害研究部（大気科）

吉村賢一郎・山口 道雄・本多 邦隆
松田 正彦

Secular Trend and Regional Variation of Air Pollution by SO_x in Nagasaki Prefecture

Department of Environmental Pollution, Air Quality Section

Ken-ichiro YOSHIMURA, Michio YAMAGUCHI, Kunitaka HONDA, and Masahiko MATSUDA

The air pollution from SO_x have been measured by PbO₂ method during this nine years (1969~1977) and were analyzed by statistical method for examining the secular trend and regional variations among 5 districts in the prefecture :Nagasaki, Isahaya-Omura, Higashisonogi, Sasebo, and Kitamatsuura.

The results were summarized as follows :

1. The variation of SO_x level among districts became small year by year during this 9 years. In 1977, the daily average in each district ranged from 0.15 to 0.17 mg SO₃/100 cm³ PbO₂.
2. In rural area such as Kitamatsuura, SO_x level was low throughout years and did not show any seasonal changes, and therefore it could be said that this district was unpolluted (background) place in the prefecture.
3. In urban areas such as Nagasaki and Sasebo, the yearly average of SO_x levels began to decline after having peak in 1972. Moreover, the regression analysis revealed that this decline was significant at the central part of each city.
4. The SO_x levels in the central parts of cities fluctuated yearly and monthly. The time series analysis showed that the most dominant pattern which yearly repeated was seasonal variation; high levels in summer and low in winter. The use of heating boilers seems to be a main cause for this seasonal variation in those places where small and domestic emission sources are densely located in.
5. Judging from the amount of fuel, the emission volume of SO_x was estimated to be increasing year by year. Then, the improvement of SO_x level in prefecture depended on the use of low sulfur fuel, denulfurization of stack-gas, and administrative efforts.
6. During this 9 years, several emission sources such as power plants were built in rural areas and around cities, however the effect on SO_x level was still indistinct and the fundamental pattern of air pollution was not changed.

1. はじめに

長崎県は日本列島の最西端に位置し、南北に細長い本土と五島列島、壱岐島、対馬列島等大小多数の離島を擁し、県面積の約46%を離島が占めている。又、本土にあっては海岸線が入り込んでいるのに加え平野部が極めて少なく、周囲は低山によって包囲されており、全県的に複雑な地形を呈している。気象は海洋性気候、

温暖多雨の気候特性を有し、大気環境も年間を通して複雑に変化する。このような地理的事情により本県の工業生産活動は湾周辺を中心とした臨海地域に集中している。

当県は古くから国内有数の造船県、石炭県として栄え、三菱重工長崎造船所、佐世保市の佐世保重工を始めとして両市には多くの造船関係企業が集中している。石炭業

は重要産業としてかつては県経済の一翼を担っていたが、世情の変遷により県下100数ヶ所存在していた炭鉱は次々と閉鉱し、現在では離島に僅に存在する程度である。

又、当県は公共事業として製塩所、発電所を有し、特に発電事業にあつては佐世保市北端に出力87.5万Kwの相浦火力発電所、大村市に出力22.2万Kwの大村火力発電所が常時稼働しており、県内ばかりでなく九州各県へも電力を供給している。

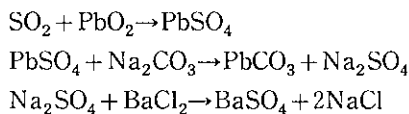
一般に工場、事業所の事業活動によって排出される煤煙は大気汚染の大きな要因となるが、中でも煤煙中に含まれる硫酸化合物は人体に与える影響が大きく、他の汚染物質に先がけて各地でその汚染機構の解明と対策に関する研究が行なわれた。その汚染は昭和41～42年をピークとして全国的に年々低下していることが報告されている¹⁾。

長崎県では昭和44年6月から大気環境監視の一環として、二酸化鉛法による大気中硫酸化合物(SO_x)の測定を実施し現在に至っているが、今回、昭和52年12月までの約9年間にわたる測定成績をもとに、その間の排出ガス量等、事業活動状況と比較しながら本県の長期的な汚染の傾向、地域別性等について解析を試みた結果若干の知見を得たので報告する。

2. 測定方法²⁾

二酸化鉛粉末(英国D. S. I. R標準品)をトラガントゴム溶液と共に練りペースト状としたのちガラス円筒に巻付けた綿布に塗布し、NASN型シェルター内で1ヶ月間曝露したのち回収する。分析は硫酸バリウム重量法によりmgSO₂/日・100cm²PbO₂として求めた。

測定原理



3. 測定地点

長崎県の地勢と地域の区分及び測定地点の位置を図1に示した。地域は本県における一般的な区分法に従い長崎、大村、諫早、東彼杵、佐世保、北松浦の5地区とした。

各地区の測定地点数は長崎地区22地点、大村・諫早地区6地点、東彼杵地区3地点、佐世保地区10地点、北松地区5地点の計46地点である。上記測定点は所謂、地域メッシュ区分法によらず、固定発生源の立地、地域特性等本県の事情を考慮し、行政上必要かつ適当とし認め選定したものである。

尚、測定地点は途中に増設、廃止等若干の変更があつたが、本報告にあたり昭和52年12月現在で5年以上測

定が続けられている地点を対象とした。

4. 県下主要固定発生源

県下の主要固定発生源を図2に示した。主な発生源は長崎市、佐世保市の大型造船業、大村市の火力発電所、佐世保市の相浦火力発電所である。

図中、点線で示した部分は市街地を示しており、中でも長崎、佐世保市はビル街が密集し、それらに伴うボイラー等中小の煤煙発生施設が多い。

5. 煤煙発生施設の設置状況

大気汚染防止法第6条1項の規定により届出のあつた県下煤煙発生について、昭和52年度分を、地区別、施設別に図3に示した。地区別にみると届出総数851のうち長崎佐世保地区で全体の50%を占めており、そのうち90%はボイラーである。

又、施設別にみると、ボイラー、市町の一般廃棄物焼却炉が圧倒的に多く、全体の約80%を占めている³⁾。

6. 地区別、業種別、燃料別硫酸化合物排出量の経年変化

長崎県環境部では毎年、地区別・業種別・月別料使用量を調査し報告書⁴⁾を作成している。この報告書をもとに昭和46年～50年までの硫酸化合物排出量を試算した。計算にあたっては燃料中の硫酸含有量をA重油1% B重油2%、C重油3.2%、石炭1.7%とし、燃焼理論計算からNm³(ノルマル立米)単位で求めた。尚、施設の改善、脱硫装置等による硫酸化合物排出量の減少分は不明であるので、ここでは燃焼理論計算値のみで算出した。

計算から求めた地区別、業種別硫酸化合物総排出量の経年変化について図4に、地区別、燃料別硫酸化合物排出比率を表1に示した。

県下総排出量は昭和46年に1.5×10⁷Nm³であつたが、翌47年には0.9×10⁷Nm³と大幅に減少している。その後は除々に増加し続け昭和50年には1.7×10⁷Nm³に達している。

地区別にみると、長崎、諫早、大村、佐世保3地区とも47年に大きく減少し、その後長崎、諫早、大村地区では横這い状態であるが、佐世保地区では急激に増加し50年には諫早・大村地区を抜いて最も排出量が多くなっている。これは、47年に長崎地区で大型製鋼所の操業廃止があつたこと、大村発電所で使用燃料を従来の石炭から燃焼効率の良いC重油(混焼)へ切り換えたこと、更には相浦発電所でそれまでの石炭中心の施設を廃止し、新しくC重油主体の施設を新設するために操業を中止したためである。

又、大村、佐世保の両地区で全県の60～70%を占めているがこれは両地区の火力発電所に起因している。上記両地区に比較すると、長崎地区からの排出量は極

図1 測定地点略図

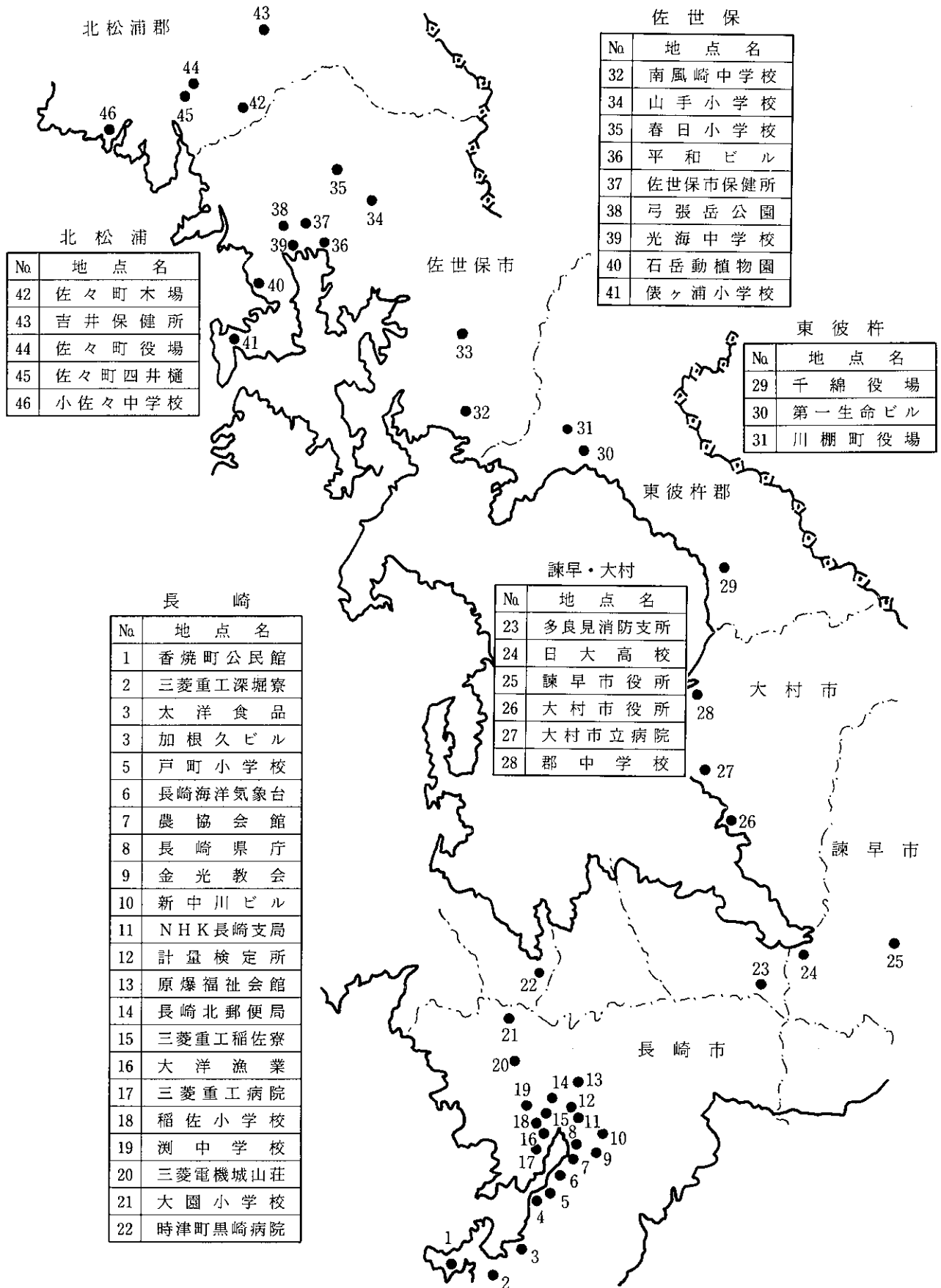


図2 主要固定発生源位置

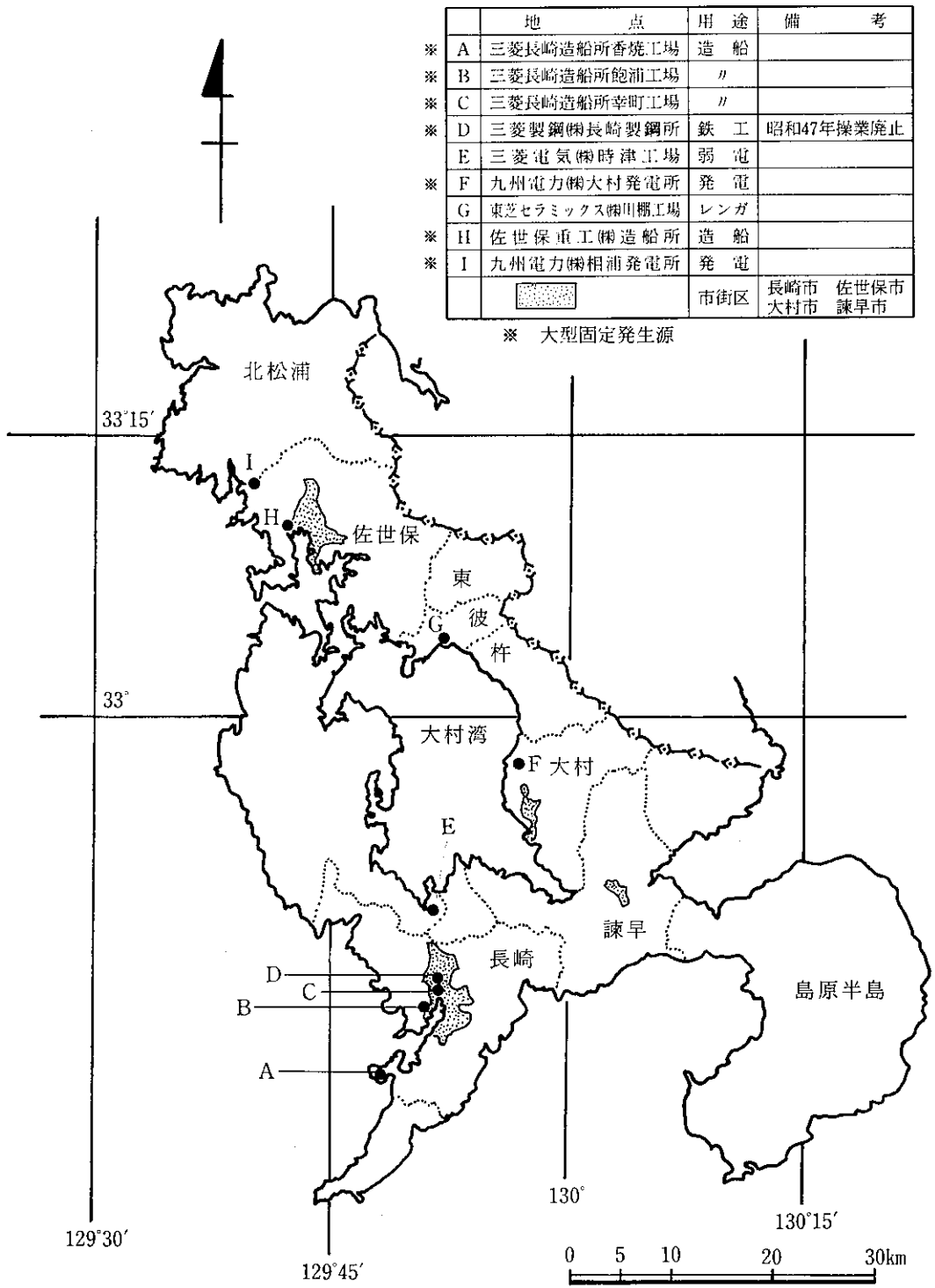
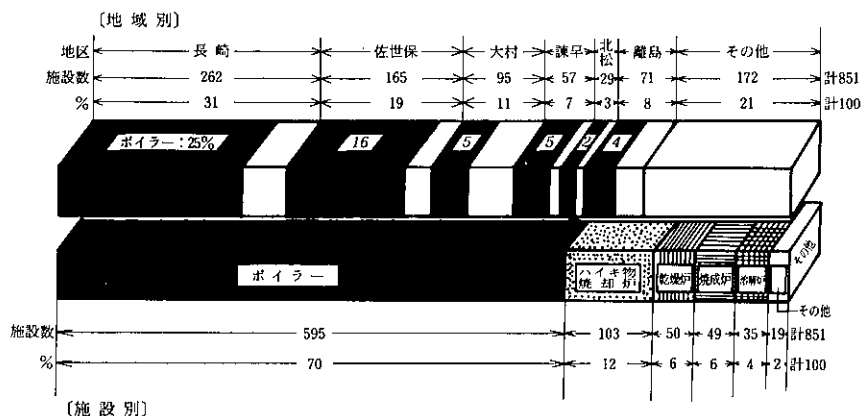


図3 ばい煙発生施設数 (昭和52年3月31日現在)



めて少なく全県比5%前後程度である。

業種別にみると、発電所からの排出量が群を抜いて多く両発電所で毎年全県の約60%以上を占めている。昭和46年～49年迄は大村発電所からの排出量が相浦発電所より上まわっていたが、昭和50年には両発電所の差はほとんどなくなっている。これは相浦発電所において昭和48年に1号機(37.5万Kw)が稼動したのに加えて昭和50年には2号機(50万Kw)が完成し、大村発電所をしのぐ規模となり排出量に差がなくなっているものと考えられる。

県下大型固定発生源である大村、相浦火力発電所における月別の硫酸化物排出量について表2に示した。月別排出量に変動があるかどうか分散分析によるF検定(危険率1%)を用いて検討した結果有意は認められず年間通して一定した排出を続けている。

又、長崎、諫早・大村、佐世保地区について発電所、

造船所を除いた排出量について同様の検定をした結果、何れも冬期に排出量が多くなる傾向を示した。

一方、造船業についてみると、長崎地区では地区排出量の50%を占めているが、全県的にみると48年は50万 $N\ m^3$ であり全県比4%、佐世保地区は20万 $N\ m^3$ 、全県比2%程度であり、造船業からの排出量は発電所に比較して極めて少ない。

燃料別にみると、石炭、C重油からの排出量が圧倒的に多く、県下総排出量の約90%を占めている。46年で石炭、重油からの排出量が全県比でそれぞれ54%、38%と石炭の方が重油を上回っていたが、昭和50年には、その間の石炭から重油へのエネルギー転換により、それぞれ27%、65%と重油が石炭より3倍近い排出量となっている。重油はC重油が圧倒的に多く、使用量は年々増加しているが、A、Bの比較的良質の重油の使用量は極めて少なく全県排出比率も10%に満たない。

7. 解析方法

1. 地区別、年別諸統計値の計算

一般に二酸化鉛法による硫酸化物測定値の年間頻度分布は対数正規型に属する事が報告⁵⁾されているが、本県においては地区別年間の相対累積度数分布から、正規、対数正規確率紙による適合性の検討を試みた結果約6割が対数正規型に属する事が分った。

今回、正規分布型の場合は算術平均値、対数正規分布型の場合は幾何平均値を用いて地区別の年間平均値の推移を検討した。

以下、標準偏差、平均値の推定等、一般統計値についても求めた。

2. 測定地点間の相関関係の差の検定

同じ地区でも発生源からの位置関係によって大気汚染の状況は異なる。そこで局所的な特性を把握するため、同じ地区内の2つの測定地点ごとに相関係数を求め、更に平均値の差の検定を行った。

大気汚染は種々の要因が相乗的かつ複雑に関連して

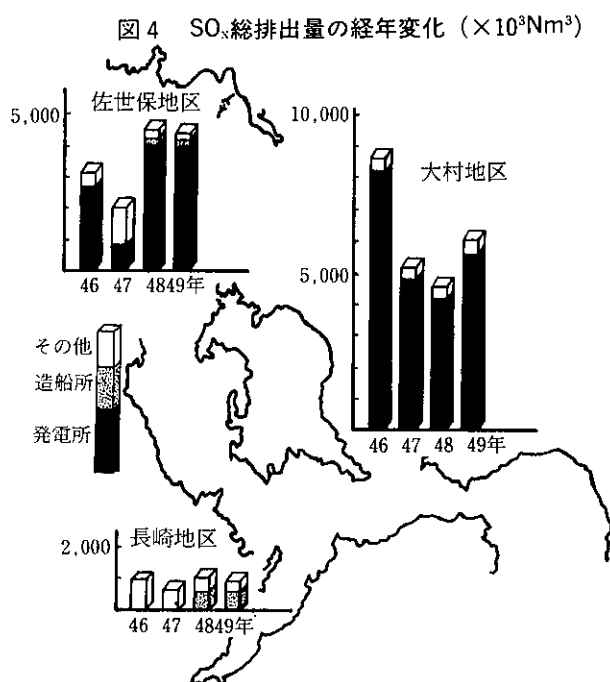


表1 燃料別、地区別SO_x排出量比率(%)

		燃 料	46 年	47 年	48 年	49 年	50 年				
長 崎	A 重 油	0.10	6.38	0.26	6.75	0.33	8.63	0.32	6.56	0.43	4.77
	B 〃	1.31		2.49		2.13		1.63		0.99	
	C 〃	4.93		3.94		6.04		4.56		3.16	
	石 炭	0.03		0.04		0.10		0.02		0.01	
	そ の 他	0.01		0.02		0.03		0.03		0.18	
大 発 電	A 重 油	0.00	55.39	0.00	53.13	0.00	34.79	0.00	41.33	0.00	31.54
	B 〃	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
	C 〃	10.65		26.83		19.10		15.71		11.81	
	石 炭	44.74		26.29		15.68		25.61		19.72	
	そ の 他	0.00		0.01		0.01		0.01		0.01	
村 所 他	A 重 油	0.06	2.92	0.07	4.01	0.09	3.15	0.08	3.08	0.03	1.71
	B 〃	1.04		1.53		1.23		1.01		0.73	
	C 〃	1.68		2.19		1.69		1.49		0.87	
	石 炭	0.10		0.17		0.11		0.47		0.07	
	そ の 他	0.04		0.05		0.03		0.03		0.01	
佐 世 保	A 重 油	0.00	18.21	0.00	8.72	0.00	33.72	0.00	29.54	0.00	31.04
	B 〃	0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
	C 〃	15.45		8.61		33.65		29.53		31.03	
	石 炭	2.76		0.06		0.00		0.00		0.00	
	そ の 他	0.00		0.05		0.07		0.01		0.01	
そ の 他	A 重 油	0.14	2.67	0.23	4.49	0.23	3.29	0.21	2.87	0.25	12.75
	B 〃	0.77		1.23		0.98		0.92		0.72	
	C 〃	1.58		2.80		1.99		1.68		11.73	
	石 炭	0.18		0.23		0.06		0.06		0.03	
	そ の 他	0.00		0.00		0.03		0.00		0.02	
そ の 他	A 重 油	0.21	14.43	0.40	22.9	0.41	16.42	0.33	16.62	0.28	18.19
	B 〃	3.95		7.29		4.20		5.06		4.69	
	C 〃	3.87		8.34		7.72		6.80		5.87	
	石 炭	6.38		6.83		3.97		3.44		7.13	
	そ の 他	0.02		0.04		0.12		0.99		0.22	
合 計		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
県下総排出量		Nm ³ 14,918.49×10 ³		Nm ³ 9,086.68×10 ³		Nm ³ 12,009.29×10 ³		Nm ³ 13,586.34×10 ³		Nm ³ 16,705.75×10 ³	

表2 発電所の月別SO_x排出量(×10⁵Nm³)

		年月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
大村発電所	46	9.5	8.1	9.7	8.3	7.8	5.5	6.9	6.2	5.9	2.1	6.0	6.7	82.7	
	47	5.2	4.1	4.9	3.5	3.2	3.4	3.9	4.6	4.5	4.4	2.8	3.7	48.2	
	48	4.5	4.2	4.0	3.5	2.7	3.6	3.8	3.5	2.8	3.4	3.2	2.5	41.7	
	49	5.6	4.4	4.8	4.1	4.8	4.7	4.2	5.2	3.6	4.8	5.6	4.3	56.1	
	50	5.3	6.4	6.7	4.4	4.0	2.9	4.6	4.4	4.1	4.0	2.4	2.5	51.7	
相浦発電所	46	4.1	4.0	3.1	3.1	2.1	0.6	2.6	0.7	0.7	1.6	1.8	2.6	27.0	
	47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	48	1.2	2.0	4.1	2.9	4.0	4.6	5.1	4.7	3.4	0	3.5	4.9	40.3	
	49	4.1	4.0	4.4	3.8	4.0	2.6	3.5	4.4	4.2	3.2	0	1.8	40.0	
	50	5.0	4.5	5.0	4.1	4.3	4.6	5.1	5.3	5.2	0.5	2.7	5.5	51.8	

くするため、これだけの解析で測定地点間の明確な特性を見出す事は困難であるが、両方の結果から相関が強く平均値に差がない場合、2地点はほぼ同じ汚染状態にあり、相関が弱くて平均値の差が大きい場合は異なった汚染状態にあるのが分り、これによって汚染地区、非汚染地区の関係がおおよそ推定可能となる。

3. 測定値の時系列解析

一般に時間に従属する時系列データは

- i) 長期傾向変動
- ii) 季節変動
- iii) 周期変動
- iv) 不規則変動

の4成分の乗法モデルが考えられている。

時系列解析はこれら4成分を分解し、各成分の時系列内での特性を見出し、終局的には種々の変動成分を除去し、時系列データを平滑化することによって長期的な傾向が得られる特殊な統計手法である。

時系列解析に入る前に時系列データが時間の経過に対し有意性の有無についての予備検定を行なった。

(1) 予備検定

(a) 順位相関によるトレンド示数の計算

時系列データが増加、減少のどちらの傾向にあるかを判断する方法としてトレンド示数 (It) の計算を行なった。

今、大きさNの時系列($x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_{N-1}, x_N$)を仮定し、 x_i 以降に x_i 以上の値が出現した回数を n_i とすると、各々の測定値について

$$\text{単調減少の時 } P = \sum_{i=1}^{N-1} n_i = 0$$

$$\text{単調増加の時 } P = \sum_{i=1}^{N-1} n_i = \frac{N(N-1)}{2}$$

$$\text{単調減少(増加)でない時 } P = \sum_{i=1}^{N-1} n_i = \frac{N(N-1)}{4}$$

となる。

実際の時系列についてPを求め、 $S = 2 \{P - N(N-1)/4\}$ を求める時 $S > 0$ でもとの時系列が増加、 $S < 0$ で減少の傾向にあることが推定できる。

一般に大きさN($N > 20$)の時系列が単調減少でも単調増加でもない時、Sは $N[0, N(N-1)(2N+5)/18]$ の正規分布に従うことが確められており

$$It = \frac{S}{\sqrt{N(N-1)(2N+5)/18}}$$

とすれば、Itは(0, 1)の規準正規分布に従う。

このItをトレンド示数と云い、 $It > 1$ の時増加の傾向、 $It < -1$ の時減少の傾向という事が判断できる。

(b) 分散分析による月間、年間の有意性の検討

時系列解析は時系列内における相互データ間に変動の有意性が認められなければ意味をなさない。そこで、各地点別に月間、年間の2因子についての有意性を試みる方法として、一般的に用いられている2元配置分散分析により検討した。(有意水準1%による検定)

(2) 時系列内における変動成分の抽出及び除去

(a) コレログラム解析による周期成分の抽出

ある時系列内において周期変動の周期の長さが見い出されれば、その長さによる移動平均法を適用することにより、系列内に隠されている周期成分を分離、除去し、生時系列データを平滑化する事が出来る。

そこで、予備検定における分散分析の結果、月間について変動のみられた地点を対象にコレログラム解析による周期性の検討を行った。

一般に時系列データ $X_i (i=1, 2, 3, \dots, i, \dots, N-1, N)$ に対し、ズレ(k)の自己相関係数(r_k)は次式で与えられ、周期性をもつ場合自己相関係数(r_k)はその周期ごとに1に近づく。

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{N-k} x(t)x(t+k) - (N-k)\bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2}{\sqrt{\sum_{t=1}^{N-k} \{x(t) - \bar{x}_1\}^2 \cdot \sum_{t=k+1}^N \{x(t) - \bar{x}_2\}^2}}$$

$$\left[\begin{array}{l} \bar{x}_1 = \sum_{t=1}^{N-k} x(t)/(N-k) \\ \bar{x}_2 = \sum_{t=k+1}^N x(t)/(N-k) \end{array} \right]$$

(b) 移動平均法による季節指数の抽出及び季節変動除去

二酸化鉛法による硫黄酸化物測定値の如く、データが月別に構成されている場合、長期傾向を把握するためにはその系列内にある季節変動を除去し平滑化する必要性がある。

この手法については種々の文献に詳しく述べられているが、要点だけを述べると次の如くである。

- I. 生データについて12ヶ月移動平均法を適用する(系列I)。
- II. 生データを系列Iの各対応値で除し100倍する(系列II)。
- III. 系列IIを月別に平均する(季節指数の抽出)。
- IV. 季節指数で生データを除する事により、季節修正を行う。

本報告でも以上の手順により処理を行い、「季節指数」から各地点における月間の特徴を見出すと共に季節変動修正(除去)時系列を得た。

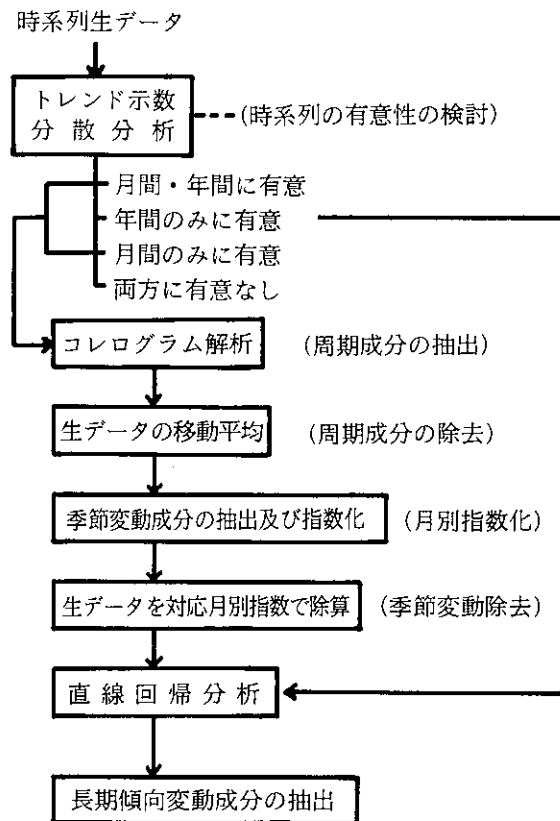
(3) 直線回帰式による長期傾向変動成分の抽出 周期変動及び季節変動を除去してデータを平滑した

時系列に直線回帰式を適用し、長期傾向変動成分の抽出を試みた。

尚、予備検定で月間について変動がみられなかったもの、及びコレログラム解析にて周期性が検出されなかった地点については前述のような修正を施さず、生データにそのまま直線回帰式を適用した。

以上の時系列解析を模式的に表わすと図5のようになる。

図5 時系列解析フローチャート



8. 結果及び考察

1. 地区別、年別諸統計値

地区別、年別の諸統計値の比較及び年平均値による地区別の経年変化図を表3に示した。

各地区の年平均値をみると長崎、佐世保、諫早・大村地区において昭和44～47年迄は $0.4\text{mg SO}_2/\text{日}/100\text{cm}^2$ PbO_2 を越えていたが、翌47年から減少し、昭和52年は $0.15\text{mg SO}_3/\text{月}/100\text{cm}^2$ PbO_2 前後と当初の半分以下となっている。特に昭和47年は火力発電所の燃料抑制、燃料の切替え等で SO_x 排出量は大巾に減少し、県域的に大きく減少している。

北松浦地区は年間を通して差はあまり認められず、 $0.1\sim 0.2\text{mg SO}_3/\text{日}/100\text{cm}^2$ PbO_2 程度であり、本県では非汚染地区といえる。これは同地区が都市部から離れた所謂、郡部に位置し固定発生源も少ないためである。

一方、硫黄酸化物量排出量は昭和48年以降徐々に増加しており測定値の減少とは相反する結果となっている。これは、ここで試算した硫黄酸化物排出量はあくまでも燃料使用量からの理論計算であり、脱硫装置や施設の改善に伴い実際の排出量は減少しているものと考えられる。

2. 地区別地点間の相関関係及び平均値の差の検定

各地区の測定地点間における相関係数と平均値の差の検定結果を表4に示した。

(1) 長崎地区

計量検定所(Na12)、県庁(Na8)、NHK支局(Na11)、海洋气象台(Na6)はいずれも長崎地区の中心部に位置し平均値の差もなく、又、比較的高い相関であった。これは中心部に中小発生源が多数存在する面発生源状況下において同様な汚染形態をとっているものといえる。

一方、上記地点と、大園小学校(Na21)、三菱電機寮(Na20)、時津黒崎病院(Na22)、香焼公民館(Na1)等中心部から離れ郊外に位置する地点との間には相関は低い。又、平均値にも差があり全く異なった汚染形態をとっており、これら郊外に位置する地点では中心部における様に集中的な発生源の影響を受けていない事を意味する。特に長崎市の中心部は山に囲まれた谷間に形成されているという地形的条件から局所的な汚染が見られる。

(2) 諫早・大村地区

ほとんどの測定地点において相関はあったが、測定値には差があった。ただし、大村市民病院(Na27)を郡中学校(Na28)はかなり良く似た汚染形態であった。

(3) 佐世保地区

市中心部は長崎市より測定点が少ないため平均値にはバラツキがみられたが、南風崎中央(Na32)、市立春日小学校(Na35)、石岳動植物園(Na40)等の市中心部から同心円上に位置する地点間には非汚染としての類似性がみられた。

(4) 北松浦地区

この地区は総ての測定地点間に類似性がみられ測定値自体も低い事から県下のバックグラウンド的状况といえる。

又、同地区は中小の発生源が少ない上に大型発生源である発電所が存在し、典型的な点発生源況下であるが、測定地点が総て発電所の北側に位置しているため季節風による影響に差が出ず、又、発電所からの距離に差がない上に昭和47年の施設改築で発電所の煙突高が180mとかなり高くなったため測定地点に及ぼす影響が小さくなったものと考えられる。

3. トレンド示数及び月間、年間の有意差について

表3 SO_x量 (PbO₂法) の年別, 地区別における諸統計値の比較

単値 { (1), (3), (4) : mgSO₃/日/100cm² PbO₂
(5) : mgSO₃/年/100cm² PbO₂

地区	年	N	平均値 (1)	標準偏差 (2)	平均値の推定 (α:0.05)		年平均 SO _x 量 (5)	頻度分布	平均値による経年変化図
					下限値(3)	上限値(4)			
長崎	44	40	0.52	0.36	0.41	0.64	189.80	正規型	
	45	69	0.47	0.22	0.41	0.53	171.55	対数正規型	
	46	72	0.52	0.25	0.46	0.58	189.80	正規型	
	47	182	0.37	0.24	0.34	0.41	135.10	//	
	48	228	0.34	0.22	0.31	0.37	124.10	//	
	49	246	0.23	0.29	0.21	0.25	84.00	対数正規型	
	50	249	0.20	0.26	0.18	0.21	73.00	//	
	51	207	0.19	0.25	0.18	0.21	69.40	//	
	52	169	0.17	0.29	0.15	0.18	62.10	//	
諫早・大村	44	18	0.39	0.19	0.29	0.48	142.35	正規型	
	45	33	0.40	0.17	0.33	0.46	146.00	//	
	46	36	0.39	0.15	0.34	0.44	142.35	//	
	47	24	0.28	0.14	0.24	0.32	102.20	対数正規型	
	48	33	0.27	0.11	0.24	0.29	98.55	//	
	49	63	0.22	0.32	0.18	0.26	80.30	//	
	50	72	0.19	0.17	0.18	0.21	69.35	//	
	51	72	0.18	0.17	0.16	0.19	65.70	//	
	52	79	0.17	0.06	0.15	0.18	62.05	正規型	
東彼杵	46	27	0.32	0.30	0.20	0.44	116.80	//	
	47	33	0.20	0.12	0.16	0.24	73.00	//	
	48	36	0.25	0.14	0.20	0.29	91.25	//	
	49	36	0.20	0.13	0.16	0.25	73.00	//	
	50	36	0.14	0.27	0.11	0.18	51.10	対数正規型	
	51	36	0.16	0.09	0.13	0.19	58.40	正規型	
	52	36	0.14	0.22	0.12	0.17	51.10	対数正規型	
佐世保	44	18	0.46	0.16	0.38	0.55	167.90	//	
	45	36	0.40	0.17	0.35	0.46	146.00	//	
	46	54	0.41	0.21	0.36	0.47	149.65	正規型	
	47	100	0.21	0.21	0.19	0.23	76.65	対数正規型	
	48	119	0.25	0.17	0.23	0.27	91.25	//	
	49	119	0.18	0.17	0.17	0.20	65.70	//	
	50	127	0.18	0.19	0.17	0.20	65.70	//	
	51	123	0.18	0.20	0.17	0.20	65.70	//	
	52	120	0.14	0.22	0.13	0.16	51.10	//	
北松浦	46	45	0.22	0.23	0.19	0.26	80.30	//	
	47	55	0.14	0.05	0.13	0.15	51.10	正規型	
	48	60	0.19	0.10	0.16	0.21	69.35	//	
	49	58	0.12	0.29	0.10	0.14	43.80	対数正規型	
	50	60	0.13	0.24	0.12	0.16	47.45	//	
	51	51	0.11	0.04	0.10	0.12	40.15	正規型	
	52	48	0.10	0.14	0.09	0.11	36.50	対数正規型	

- 備考 1. 正規型分布については算術平均値, 対数正規分布については幾何平均値とした。
2. 対数正規型分布については幾何標準偏差 = $\sqrt{1/N - 1 \sum_{i=1}^N (\log Xi - \log \bar{X}_G)^2}$ (対数値) とした。
3. 年平均 SO_x量は, (1)×365として求めた。(mg SO₃/年100m²PbO₂)

表4 地点の平均差の検定及び相関関係

○ △ 2地点間に相関あり (α:0.01 r検定)
 ⊙ 2地点間に高い相関あり (r>0.70)
 △ 2地点間の平均値について有意差なし (α:0.01 t検定)

1) 長崎市

地点	計量検定所	金光教会	海洋気象台	大洋食品	大洋漁業	長崎県庁	大園小学校	原爆福祉会館	三菱電機寮	北郵便局	NHK支局	測中学校	戸町小学校	三菱病院	三菱重工稲佐寮	新中川ビル	三菱重工深堀寮	時津黒崎病院	香焼公民館
計量検定所	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
金光教会	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
海洋気象台	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
大洋食品	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
大洋漁業	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
長崎県庁	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
大園小学校	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
原爆福祉会館	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
三菱電機寮	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
北郵便局	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
NHK支局	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
測中学校	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
戸町小学校	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
三菱病院	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
三菱重工稲佐寮	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
新中川ビル	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
三菱重工深堀寮	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
時津黒崎病院	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
香焼公民館	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

2) 諫早・大村地区

地点	日大高校	多良見	諫早市役所	郡中学校	大村市役所	大村市立病院
日大高校	○	○	○	○	○	○
多良見	○	○	○	○	○	○
諫早市役所	○	○	○	○	○	○
郡中学校	○	○	○	○	○	○
大村市役所	○	○	○	○	○	○
大村市立病院	○	○	○	○	○	○

3) 佐世保地区

地点	春日小学校	山手小学校	弓張岳	儀々浦中学校	光海中学校	平和ビル	石岳	南風崎	工業試験場	佐世保保健所
春日小学校	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
山手小学校	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
弓張岳	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
儀々浦中学校	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
光海中学校	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
平和ビル	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
石岳	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
南風崎	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
工業試験場	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
佐世保保健所	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

4) 北松浦地区

地点	吉井保健所	佐々町役場	小佐々中学校	佐々町木場	佐々町四井樋
吉井保健所	○	○	○	○	○
佐々町役場	○	○	○	○	○
小佐々中学校	○	○	○	○	○
佐々町木場	○	○	○	○	○
佐々町四井樋	○	○	○	○	○

各測定地点のトレンド示数と分散分析による月間、年間の有意差の有無について表5～表7に示した。

トレンド示数はすべての地点で負の値となっており、減少の傾向を示しているが、特に長崎地区の大洋食品(No.3)、計量検定所(No.12)、原爆福祉会館(No.13)、三菱重工稲佐寮(No.15)、測中学校(No.19)、大村地区の大村市立病院(No.27)、郡中学校(No.28)、佐世保地区の工業試験場(No.33)、山手小学校(No.34)、平和ビル(No.36)、

光海中学校(No.39)の地点はトレンド示数が-6より小さく減少の傾向が強い。これらの地点のうち長崎、佐世保地区はいずれも市街地に位置している。

一方、同じ長崎地区でも郊外部に位置する大園小(No.21)、時津(No.22)、三菱重工深堀寮(No.2)等の地点ではトレンド示数はかなり弱く、年間を通じて変動は比較的少なかった。

44地点について分散分析による月間、年間の有意差

表5 トレンド示数 (It) 及び分散分析

($\alpha=0.01$)

地区	No	地 点	It	月間差	年間差	地区	No	地 点	It	月間差	年間差
長	1	香焼町公民館	-3.33	×	○	諫早・大村	23	多良見消防支所	-2.37	×	×
	2	三菱重工深堀寮	-1.68	×	×		24	日大高校	-1.47	×	×
	3	太洋食品	-6.29	○	○		25	諫早市役所	-1.94	○	×
	5	戸町小学校	-1.72	×	×		26	大村市役所	-3.12	×	×
	6	長崎海洋気象台	-5.06	○	○		27	大村市立病院	-6.23	×	○
	8	長崎県庁	-4.99	○	○		28	郡中学校	-7.54	○	○
	9	金光教会	-5.86	○	○		29	千綿支所	-6.16	×	○
	10	新中川ビル	-4.22	×	×		30	第一生命ビル	-4.28	○	○
	11	NIIK長崎支局	-4.65	○	○		31	川棚町役場	-2.47	×	○
	12	計量検定所	-7.77	○	○		32	南風崎中央	-2.95	×	×
崎	13	原爆福祉会館	-7.76	×	○	佐世保	33	県北工業試験場	-6.11	×	○
	14	長崎北郵便局	-5.90	×	○		34	山手小学校	-8.24	×	○
	15	三菱重工稲佐寮	-6.83	○	○		35	春日小学校	-3.95	×	○
	16	大洋漁業	-4.25	×	○		36	平和ビル	-7.77	○	○
	17	三菱重工病院	+4.09	○	×		37	佐世保市保健所	-3.66	○	○
	19	淵小学校	-6.25	×	○		38	弓張岳公園	-3.86	○	○
	20	三菱電機城山荘	-1.50	×	×		39	光海中学校	-9.57	○	○
	21	大園小学校	-1.32	×	×		40	石岳動植物園	-3.04	○	○
	22	時津, 黒崎病院	-1.45	×	×		41	俵ヶ浦小学校	-3.20	×	×
							北松浦	42	佐々町木場	-2.68	×
					43	吉井保健所		-4.47	×	○	
					44	佐々町役場		-5.47	×	○	
					45	佐々町四井樋		-5.55	○	○	
						46	小佐々中学校	-4.12	×	×	

備考 ○印：有意差あり ×印：有意差なし

表6 トレンド示数 (It) 別による地点数

It	地 点		地 区				
	数	%	長 崎	諫早・大村	東 彼 杵	佐 世 保	北 松 浦
-1	8	18.2	6	2			
-2	4	9.1		1	1	1	1
-3	7	15.8	1	1		5	
-4	8	18.2	5		1		2
-5	5	11.4	3				2
-6	6	13.6	3	1	1	1	
-7	4	9.1	2	1		1	
-8	1	2.3				1	
-9	1	2.3				1	
合 計	44	100	20	6	3	10	5

表7 分散分析によるF検定

($\alpha=0.01$)

検 定 内 容	地 区		地 区				
	数	%	長 崎	諫早・大村	東 彼 杵	佐 世 保	北 松 浦
年間, 月間に差あり	11	25.0	7	1		3	
年間のみ差あり	15	34.1	6	1	1	5	2
月間のみ差あり	3	6.8	1	1	1		
年間, 月間に差なし	15	34.1	6	3	1	2	3
合 計	44	100	20	6	3	10	5

図6 コレログラム解析図

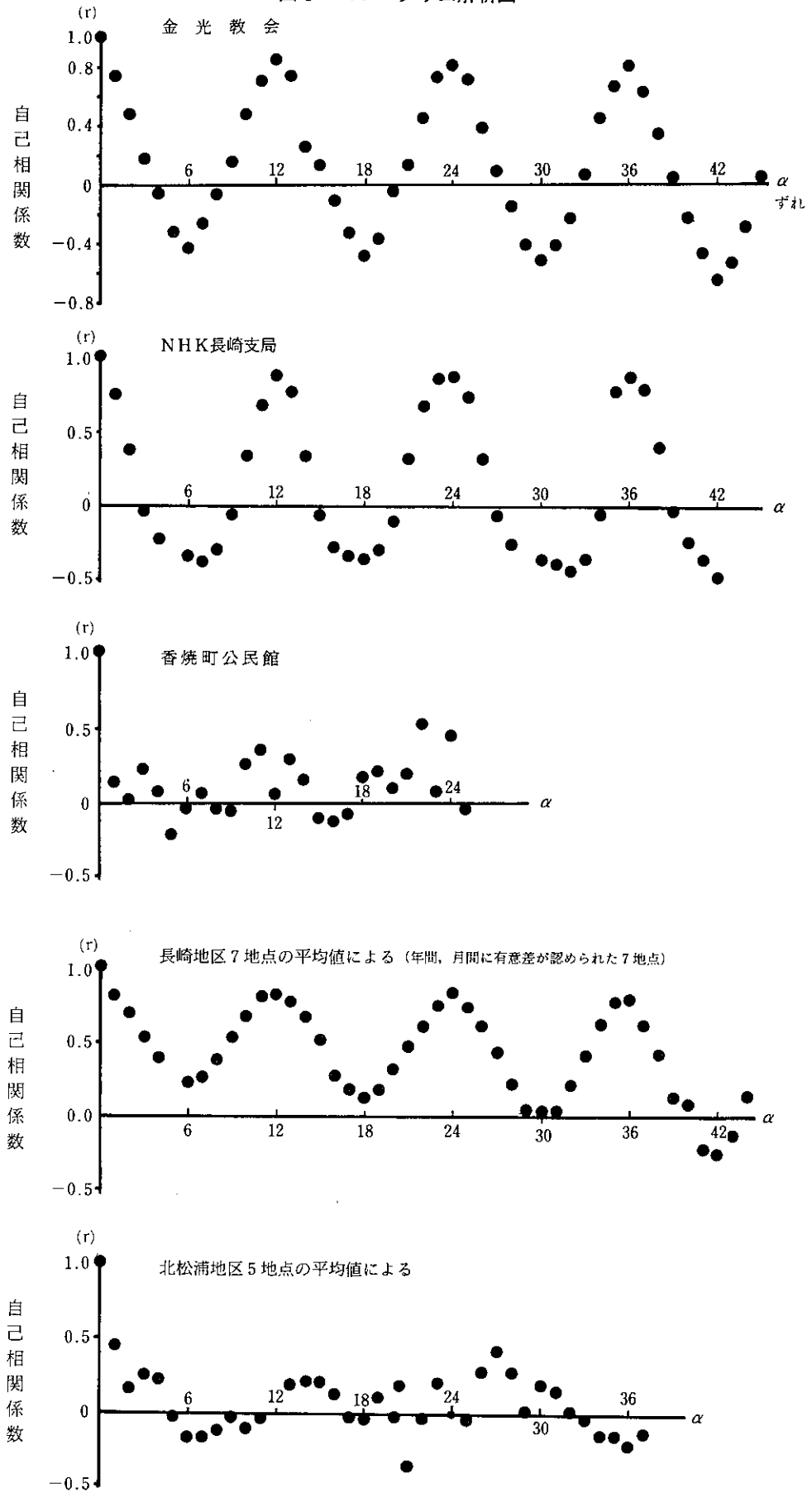


表 8 季節指数による月間変動

種 別	地区	No	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
Aタイプ (冬>夏)	長	3	114	115	114	91	71	84	67	71	105	137	127	104	
		6	147	141	139	94	73	67	53	62	75	93	124	132	
		8	150	149	115	83	74	78	67	74	70	94	105	141	
		9	158	166	125	80	80	73	62	61	62	91	99	143	
		11	175	173	122	81	58	73	68	69	60	64	102	155	
		14	135	100	85	79	92	97	92	77	117	70	113	143	
		15	121	130	108	80	85	83	68	91	92	104	108	130	
	崎	16	93	110	98	81	85	90	80	88	99	104	113	159	
		17	167	172	93	72	67	68	66	72	86	98	95	144	
		諫大 早・村	25	138	125	97	94	78	69	64	77	93	119	105	141
			27	111	125	106	86	85	81	94	94	76	110	111	121
			28	128	121	120	88	64	73	75	90	78	118	117	128
		佐世 保	36	123	126	122	107	87	95	82	85	84	77	97	115
	37		105	140	129	106	81	84	88	86	97	88	85	111	
	40		130	111	120	83	89	80	76	77	95	94	121	124	
Bタイプ (夏>冬)	東 彼	30	55	82	95	147	126	122	151	131	103	67	59	62	
	北 松	45	59	86	99	140	114	112	125	111	100	102	83	69	

を検討した結果両方に全く有意差のないものは15地点(34%)であり、長崎地区の郊外部、北松浦地区にみられた。両方に有意差のあった地点は11ヶ所で全体の11%で、長崎、佐世保の中心部に多くみられた。

又、年間、月間に有意差のあった地点について、年間に有意差が強く表われている地点では総てトレンド示数が負に大きく、又、年間、月間に有意差のない地点についてはトレンド示数は負に小さかった。従って、分散分析による有意差の有無とトレンド示数との間には大きな相関があるものと思われる。

4. コレログラム解析による周期性について

分散分析の結果、月間に有意のあった地点について月間変動の周期性を検討するため、コレログラム解析を試みた結果代表的なものを図6に示した。

市街部に位置する地点は総て12ヶ月周期で繰返されている事が明確となったが、その反面、郊外及び北松浦地区等、非汚染地区に位置する地点のコレログラムからはっきりした周期は抽出できなかった。

5. 季節指数の抽出及び特性について

月間に有意差のあった地点について12項移動平均法を適用し、季節指数を抽出した結果を表8に示した。

季節指数は月別の特徴を表わす重要な指標であり、ほとんどの地点で冬季に高く夏季に低いという結果が得られた。これらの地点は市街地中心部に位置しており、冬季に暖房用ボイラーの一斉稼働により測定値が高くなるためであり、夏低冬高型の一年周期パターンを繰返している。

一方、第一生命ビル(No30)、佐々町四井樋(No45)の2地点については夏に高く冬に低いという逆のパターンを示した。これらは測定地点の近傍に存在する発生源からの影響が夏に強く表われるためと考えられる。又、北松の他の4地点には差は認められなかった。

6. 直線回帰による長期傾向について

季節変動修正時系列に直線回帰を適用した結果、相関のあるものについて各係数を表9に示した。但し、月間に変動がなく年間に変動があった地点については生データ時系列にそのまま直線回帰を適用した。

その結果、季節変動修正時系列の直線回帰式における相関係数が無修正のそれより高くなっており、12項移動平均法により生データ時系列が適切に平滑化された事が分る。

回帰係数a値、b値より長崎地区の大洋食品(No3)NHK(No11)、計量検定所(No12)、大洋漁業(No16)、湊中学校(No19)、長崎県庁(No8)、佐世保地区の平和ビル(No36)、光海中学校(No39)等の市街地中心部に位置する地点で大きく減少している事が目立った。

9. ま と め

長崎県において過去9年間にわたり測定された二酸化硫黄による硫酸化物(SO_x)の測定結果をもとに、その間の大気汚染事情を参考にしながら、当県における地域別特性及び長期的汚染の推移について、統計的に解析を試みた。その概要は次のとおりである。

(1) 長崎、佐世保等、都市部では年平均値推移から昭和47年を境にして減少の傾向が顕著であった。特に、

表9 直線回帰分析における回帰係数と相関係数の検定

$$Y = a x + b \quad (Y = \text{SO}_3\text{mg/日}/100\text{cm}^2 \cdot \text{PbO}_2, x = \text{経月数})$$

地区	No.	地 点	区分	a ($\times 10^{-3}$)	b ($\text{SO}_3\text{mg/日}$)	相 関 係 数	検定値 (n-2, 0.01)	時 系 列 デー タ 数 (N)
長 崎	1	香焼町公民館	修	-2.2(-1.7)	0.23(0.22)	-0.474(-0.374)	0.380	45
	3	太 洋 食 品	修	-5.2(-5.5)	0.82(0.79)	-0.660(-0.580)	0.253	103
	6	長崎海洋気象台	修	-2.2(-2.3)	0.41(0.41)	-0.671(-0.465)	0.253	103
	8	長 崎 県 庁	修	-3.7(-3.6)	0.59(0.58)	-0.773(-0.517)	0.266	93
	9	金 光 教 会	修	-3.2(-3.3)	0.58(0.59)	-0.724(-0.470)	0.253	103
	11	NHK長崎支局	修	-7.7(-6.2)	0.86(0.79)	-0.838(-0.433)	0.308	69
	12	計 量 検 定 所	修	-5.8(-4.9)	0.66(0.63)	-0.714(-0.656)	0.286	80
	13	原爆福祉会館	修	-3.5(-3.4)	0.34(0.33)	-0.803(-0.795)	0.308	69
	14	長崎北郵便局	生	-4.8	0.51	-0.601	0.308	69
	15	三菱重工稲佐寮	修	-4.1(-4.9)	0.48(0.49)	-0.764(-0.692)	0.308	69
	16	大 洋 漁 業	修	-8.6(-7.3)	0.73(0.69)	-0.583(-0.514)	0.368	48
	19	測 中 学 校	生	-9.7	0.55	-0.785	0.368	48
	諫 早 村	27	大村市立病院	修	-2.9(-2.8)	0.49(0.49)	-0.585(-0.558)	0.254
28		郡 中 学 校	生	-3.3	0.46	-0.619	0.338	57
東 彼	29	千 綿 役 場	生	-1.5	0.25	-0.515	0.284	81
佐 世 保	33	県北工業試験場	修	-2.8(-2.8)	0.37(0.37)	-0.644(-0.613)	0.284	81
	34	山手小学校	生	-1.8	0.31	-0.701	0.254	102
	35	春日小学校	生	-0.8	0.16	-0.409	0.308	69
	36	平 和 ビ ル	修	-3.7(-3.4)	0.64(0.61)	-0.772(-0.689)	0.254	102
	37	佐世保市保健所	修	-1.8(-1.7)	0.32(0.32)	-0.529(-0.411)	0.308	69
	38	弓張岳公園	修	-1.2(-1.1)	0.22(0.21)	-0.450(-0.370)	0.308	69
	39	光海中学校	修	-3.6(-3.7)	0.50(0.51)	-0.783(-0.724)	0.254	102
	40	石岳動植物園	修	-1.1(-0.9)	0.21(0.20)	-0.404(-0.325)	0.308	69
北 松 浦	43	吉井保健所	生	-1.6	0.22	-0.322	0.284	81
	44	佐々町役場	修	-1.5(-2.1)	0.21(0.25)	-0.468(-0.428)	0.284	81

備考 1. 修は季節変動修正を行ったもの。()は無修正の場合。
2. 生は生データのもの。

市街地中心部の地点では回帰分析の結果減少の傾向が強かった。

- (2) 北松地区等、郡部では測定値が低く、年間に差がないことから、当県における低汚染地帯といえる。
- (3) 昭和52年には地域間に平均値の差はなくなってきており、 $0.15\text{mg/日} \cdot 100\text{cm}^2\text{PbO}_2$ 前後の値となっている。
- (4) 燃料使用量から算出した SO_x 排出量が年々増加している反面、測定値は低下しており、これは SO_x 対策の技術的、行政的な効果と考えられる。
- (5) 市街地中心部においては月間、年間の測定値が大きく変動しているが、時系列解析によって夏期に低く、冬期に高いという1年間周期のパターンをくり返していることが明らかとなった。
- (6) 市街地周辺部及び郡部では、大型点発生源の存在にもかかわらず、特徴的な汚染パターンは得られな

かった。

謝 辞

本報告書作成に際し、長崎大学医学部公衆衛生学教室竹本教授に御教示を戴きました。ここに厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 環境庁：環境白書，50年版，139～143，(1975)
- 2) 寺部本次：大気汚染測定法の実際，19～25，日本環境衛生センター，(1968)
- 3) 長崎県環境部公害規制課：大気汚染防止法対象工場・事業場名簿，(1974)
- 4) 長崎県環境部：昭和46～51年度大気汚染調査結果
- 5) 大喜多敏一，他：環境汚染分析法，I くサンプリングと評価(大気)，45～38，大日本図書，(1974)

ナイトレーションプレート法による 長崎市及び周辺部での二酸化窒素の分布

公害研究部大気科

釜谷 剛・山口 道雄・松田 正彦

Measurement of Nitrogen Dioxide(NO₂) by Nitration Plate (NP) Method in and around Nagasaki City

Department of Environmental Pollution, Air Quality Section
Takeshi KAMAYA, Michio YAMAGUCHI, and Masahiko MATSUDA

NO₂ levels were measured at 130 points in and around Nagasaki City in summer (August) 1977, and winter (January~February) 1978.

The results were summarized as follows :

1. The geometric mean of NO₂ levels of all points was 21μgNO₂/day・100cm² in summer and 20μg in winter. The highest NO₂ level was 111μg at Takara-machi where the traffic volume was large, the lowest in the city was ranged from 6 to 8μg. This lowest level seems to be background level in the city.
2. NO₂ contour lines showed that the NO₂ pollution spreaded from main roads to its vicinity, and the 100 μg contour line which was the highest in the area was drawn from Nagasaki station to Takara-machi.
3. The mean of NO₂ in each area was weighted by the characteristic of the area, and compared between the urban and rural. The results were 37μg for the former, 14μg for the latter, and 16μg in the whole area.
4. The relationship between NP method and auto-analyzer was obtained as following equation.

$$Y=0.28x+3.7$$
 Y : NO₂ppb(NO₂ auto-analyzer)
 X : μgNO₂/day・100cm²(NP method)
5. The reduction ratio of NO₂ was about 17% at a point of 100m from main road.

I はじめに

長崎市の市街部はその周囲を稲佐山(332m),岩屋山(475m),帆揚岳(506m),金比羅山(366m),英彦山(385m),戸町岳(427m),八郎岳(590m)等の山々に囲まれており,これらの山々は市街部を周辺部から分離する障壁となっている(図1)。そのうえ低煙源が多く,大部分の主要道路は標高100m以下の平坦地を走っているため,煙突及び自動車からの排出ガスの拡散状態は一般の平野部に比較して悪いものと考えられる。

大気汚染物質の内,二酸化窒素(NO₂)は二酸化硫黄が上気道で吸収される割合が大であるのに対して容易に肺深部にまで達し,呼吸器全体に影響を及ぼすことが判明している。

更に,窒素酸化物は大気中で複雑な挙動を示し,大気中の光化学反応の過程で2次的な汚染物質,例えば

オキシダントなど光化学大気汚染物質の生成に関与し,また硝酸塩,亜硝酸塩等を生成するので¹⁾,二酸化窒素の汚染分布を知ることは住民の健康を守る点で意義深いことである。

本県では昭和45年度より大気環境監視を目的として長崎市及び周辺部に長崎県庁他の計8ヶ所の自動測定局を設置している。

しかしながら自動測定局は環境監視という性格上,各地区の汚染度の高い場所に設置しているため,これらの測定データを用いて地域全体の汚染度を評価することは適切でない。

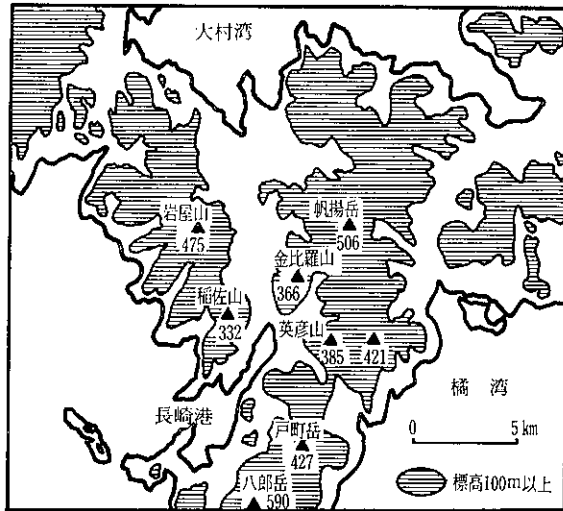
自動測定機をより広域にかつ多地点に設置することは経費等の面から困難であるため,簡易測定法を利用することとした。

簡易測定法としてはアルカリろ紙法²⁾,ナイトレー

シヨンプレート法(NP法)³⁾等があるが、前者においては試薬が吸湿し、ろ紙から流出するという欠点があるので、本調査ではNP法を採用した。

今回の調査結果からNO₂の分布図を作成し、未観測地の汚染度と自動測定局の測定結果との比較を可能にすること、及び拡散シミュレーションの基礎資料に活用することを目的とした。

図1 長崎市および周辺部の地形



II 調査方法

調査は一斉調査、NO₂の道路からの距離減衰調査、NP法と自動測定値との比較調査、NP法とナイトレーションクロス法(NC法)との比較調査の4調査を行った。

1. ナイトレーションプレート(NP)の作成

2 N-NaOH 及び 2N-HCl で洗浄したガラスビーズ15g、20%トリエタノールアミン溶液2ml及びトラガントゴム溶液6ml(トラガントゴム5gをエタノール20mlで溶かし、水で400mlとしたもの)の割合で混合した後ペースト状とし、その内25gを直径60mmのガラスシャーレに秤り取り、80~100°Cで乾燥した。

2. ナイトレーションクロス(NC)の作成

表面積100cm²のガラス円筒にトラガントゴム溶液を用いて綿布を巻き、ガラスビーズを除いたNP法の試薬を同量塗布できるまで塗布、乾燥を繰り返した。

3. 分析方法

1ヶ月間曝露したNP及びNCを50~80mlの水でビーカー内に洗い出し、ホットプレート上で1時間加温抽出した。その後東洋ろ紙No.5Cで吸引ろ過し水を加えて100mlとした。

ブランクテストにはデシケータ内に保存したNP及びNCについて同様に操作したものを用いた。

(1) NO₂⁻の定量

ろ液の1mlを分取し水を加えて20mlとした。これにスルファニルアミド溶液1ml(スルファニルアミド5gを10%HClに溶かし500mlとしたもの)、0.1%N-1-ナフチルエチレンジアミン溶液1mlを加えて発色させ、15~20分後波長540nm付近で吸光度を測定した。

ブランクも同様に操作した²⁾。

なお、NP及びNCに吸収されたNO₂がNO₂⁻として定量される係数は1として算出し、定量限界は5μgNO₂/day・100cm²である。

(2) SO₄⁻の定量

ろ液の10mlを50ml比色管2本に各々分取し、1N-HCl 1ml、グリセリンエタノール液4ml(グリセリンとエタノールを容積比1対2で混合したもの)を加え攪拌した(A)。

その後1本にのみBaCl₂0.25g(20メッシュ篩を通過したもの)を加え溶けるまで振り混ぜた(B)。ブランクも同様に操作した。

別に水10mlを取り1N-HCl 1ml、グリセリンエタノール液4mlを加えてよく攪拌した(R)。20分後Rを対照液として波長370nm付近でA、B、及びブランクの吸光度を測定した。

A、B、ブランク(BaCl₂未添加)、ブランク(BaCl₂添加)の吸光度をそれぞれa、b、c、dとすると試料の吸光度(abs)は

$$abs = b - a - (d - c)$$

となり、検量線から試料中のSO₄⁻の値を求めた⁴⁾。

なお、定量限界は0.03mgSO₄/day・100cm²である。

4. 測定地点及び測定期間

(1) 一斉調査

長崎市及び周辺部における基準地域メッシュ⁵⁾(一辺約1km)の交点を測定点として、人口密集地及び主要幹線は密に、山岳地帯は疎に合計133地点設けた(図2)。

各測定点の座標は(x, y)で表示し、電柱等にNPを入れたRAC型シェルターを高さ3.5mに固定した。放置期間は1ヶ月間であった。

測定は昭和52年8月1日~9月2日(夏季)、昭和53年1月19日~2月21日(冬季)の計2回行った。

(2) NO₂の距離減衰調査

諫早市貝津町長崎県総合農林試験場前の国道付近で道端から0m、5m、15m、30m、55m、100mを測定点とした。道路端では地上2.5m、4m、5mに、他の5地点では地上1.2m、3m、6.5m、9.6mにNPを設置した(図3)。

同時に交通量、風向、風速も測定した。測定は昭和53年2月24日~3月24日に行った。

(3) NP法と自動測定値との比較調査及び、NP法とNC法との比較調査

西浦上支所、稲佐小学校、長崎駅前、長崎県庁、小ヶ倉支所、当所の6ヶ所の自動測定機の吸引口近くにNP及びNCを1ヶ月間放置後回収した。

測定は昭和52年5月～昭和53年3月までの11ヶ月間行った。

なお、窒素酸化物測定機は当所に設置した物のみ化学発光法であり、他の7測定機はザルツマン法である。

硫黄酸化物自動測定機は溶液導電率法である。

図2 一斉調査測定点略図

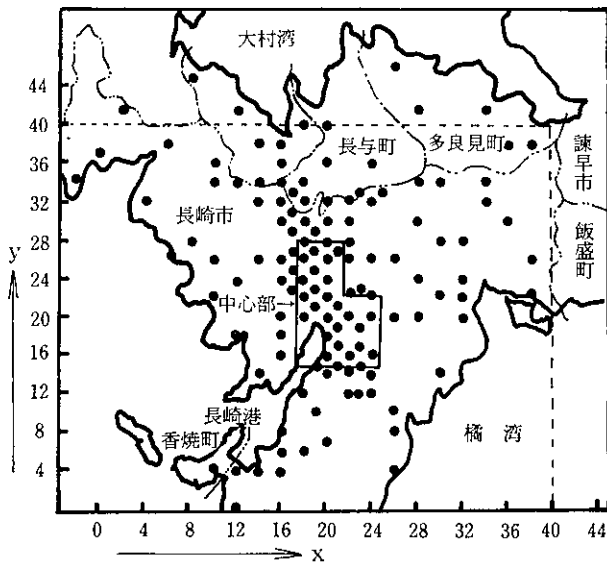
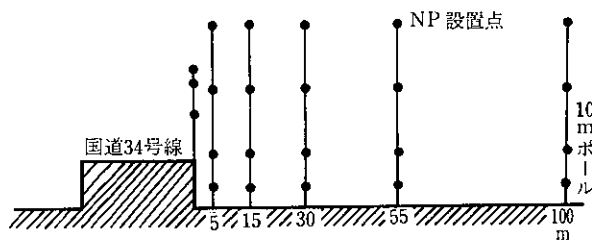


図3 NO₂距離減衰調査測定点および断面図



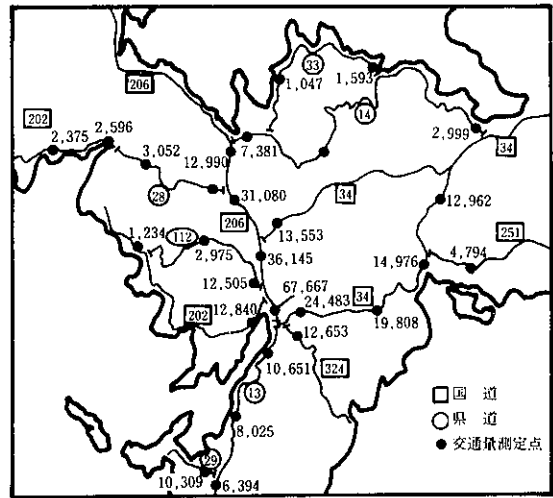
III 調査結果

1. 窒素酸化物(NO_x)発生源の概況

① 移動発生源

長崎市及び周辺部における主要道は、国道34号、206号、202号、324号、251号の各線と県道13号、14号、28号、29号、33号、112号の各線であり、12時間交通量の最も多い地点は長崎駅前の約7万台であった(図4)⁶⁾。

図4 主要道と12時間交通量



交通量調査結果により、図2におけるx, yともに0～40の地域内(以下対象地域という)における自動車によるNO_x排出量を算出した⁷⁾。

最もNO_x排出量の多い地域は、長崎駅前～宝町間で50kg/km・day以上であった(図5)。

他に移動発生源としては航空機、船舶があるが、航空機は対象地域内での飛行回数が少ないので省略した。

(2) 固定発生源

固定発生源からのNO_x排出量は昭和52年度燃料使用実態調査結果⁷⁾よりメッシュ別に試算した(図6)。

事業活動は主要幹線沿いに行われており、特に長崎港周辺部、造船所の位置する西彼香焼町及び長崎市深堀町にNO_x排出負荷が集中していた。

NO_x排出量が50kg/dayを越える地区は、前記の香焼町、深堀町にまたがる区域(x, y=11, 5)及びゴミ焼却場のある木鉢町(15, 17)、戸石町(35, 25)の3地区であった。

2. 一斉調査

(1) 天気概況

一斉調査期間中の天気概況は以下のようであった。

1) 夏季

8月に入っても太平洋高気圧の勢力は強く夏型の気圧配置が続き、3日までは晴れの天気であったが、その後22日まで天気はほぼ週期的に変化した。

23～24日は台風7号の接近により風雨ともに強かった。台風が東にぬけた後、上空に冷たい空気が流れこみ不安定な気象状態がしばらく続いたが、26日後半から九州北部に中心を持つ高気圧の圏内に入り、31日まで大概晴れの日が続いた⁸⁾。

なお8月の平均気温は27°Cであった。

2) 冬季

図5 移動発生源によるNO_x排出量

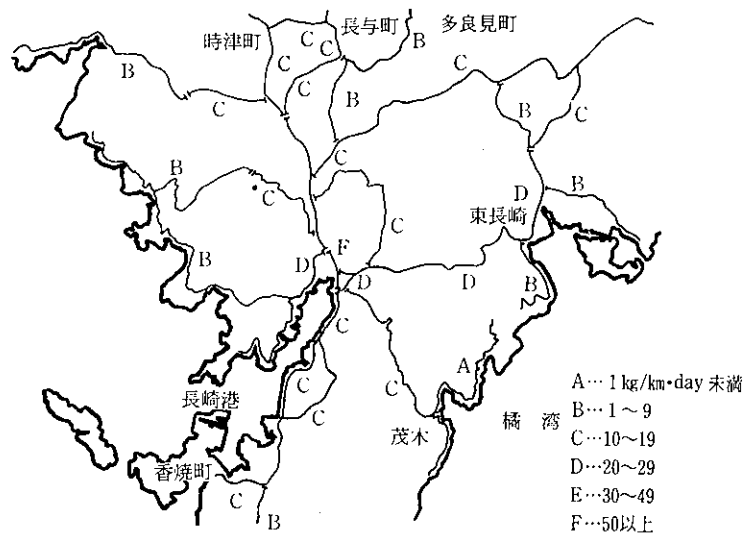
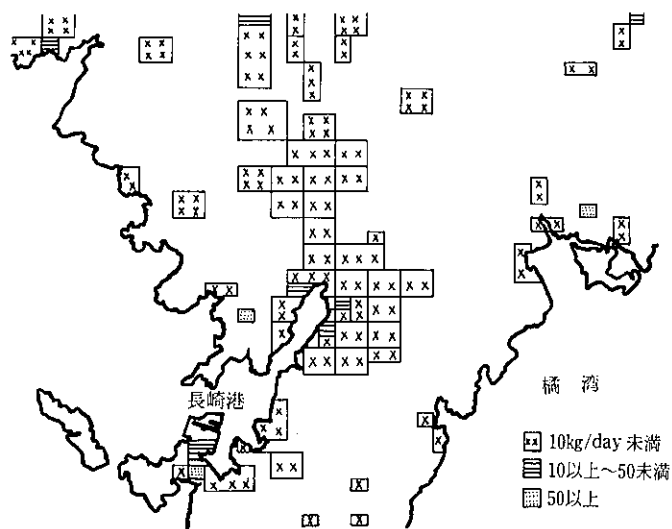


図6 固定発生源によるNO_x排出量 (昭和53年4月)



21日までは冬型の気圧配置で気温も低く雨や雪の日が多かった。その後24日まで天気は周期的に変化した。25日は移動性高気圧に覆われて晴れ、26日は日本海にある低気圧のため曇りで時々小雨がぱらついた。27日は高気圧に覆われて晴れ、28~29日は日本海の南岸を低気圧が通り、変わりやすい天気であった。30~31日は冬型の気圧配置で冷えこみも厳しく、ミゾレや雪が降った。

2月1~2日は冬型の気圧配置で寒さが厳しく雪が降った。3~4日は移動性高気圧に覆われて晴れた。5日は低気圧の接近で天気はくずれ、その後12日まで高気圧が北に片寄り、また低気圧の通過もあってぐずついた天気が続いた。

13日には高気圧に覆われて天気は一時もちなおしたが、14日は冬型の気圧配置となり、19日まで雪や雨の

日が続いた。

20日には冬型もゆるみ気温は平年並みにもどったが天気は22日までぐずつき気味であった⁸⁾。

なお、1月、2月の月平均気温は各々6.7°C、7.6°Cであった。

(2) NO₂及びSO_x測定結果

NO₂及びSO_xの濃度階級別度数分布は、夏季、冬季ともに同じ分布傾向を示し対数正規型であった。

NO₂については10~20μg、SO_xは0.03mg未満の度数が最も多かった。(図7、図8)。

NO₂の幾何平均値は夏季21μg、冬季20μgであり、SO_xは0.05mg、0.06mgであった。

NO₂の最高値は宝町(夏季)の111μg、最低値は大崎、畝刈(夏季)及び大崎、檜山(冬季)の6μgであり、SO_xの最高値は宝町(冬季)の0.34mgであった(別表1)。

図7 NO₂の度数分布図 (μgNO₂/day・100cm²)

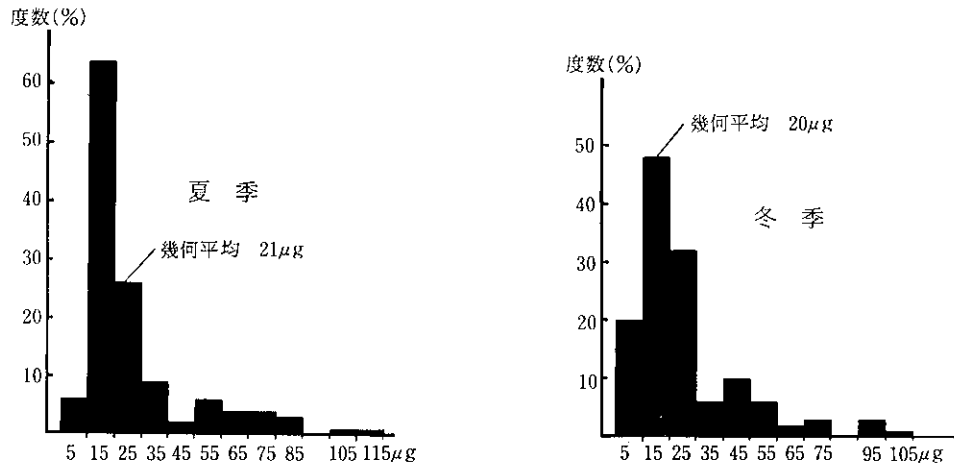


図8 SO_xの度数分布図 (mgSO₄/day・100cm²)

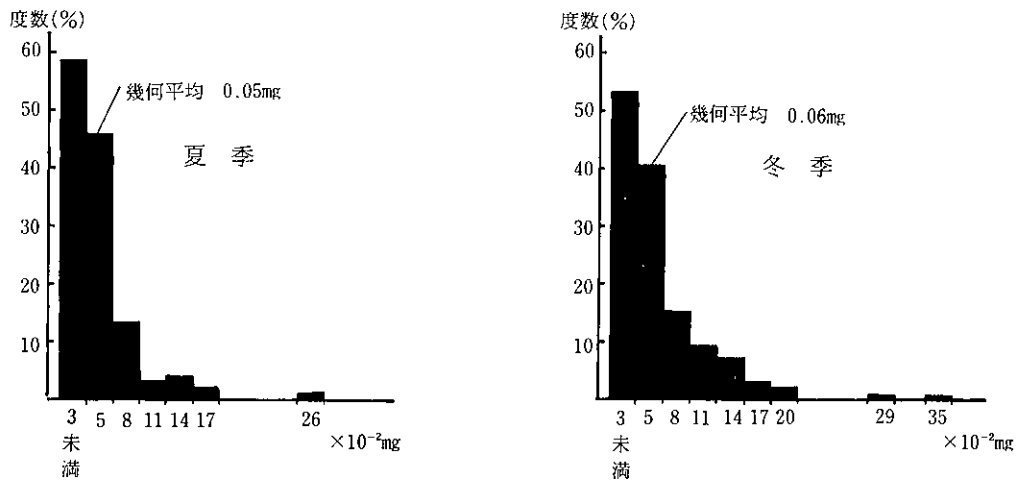


図9 夏季の風配図 (昭和52年8月)

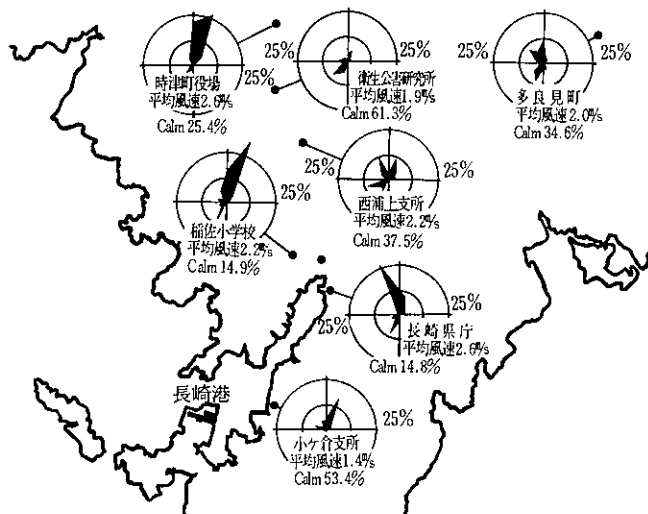
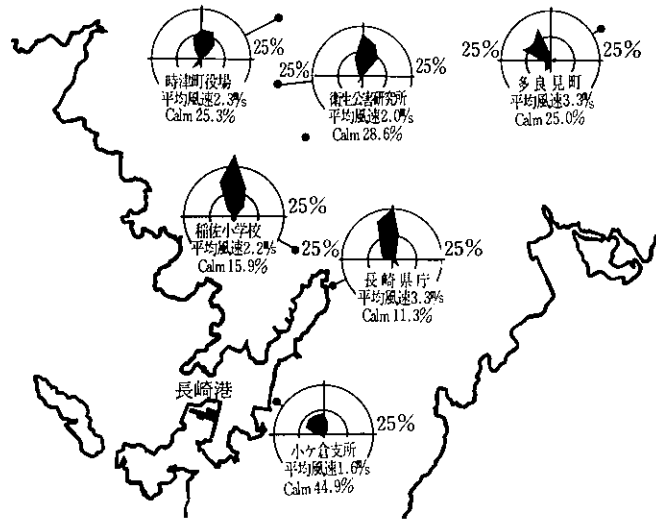


図10 冬季の風配図 (昭和53年1月~2月)



一斉調査期間中の風向は、夏季、冬季ともに北寄りの風が多く、平均風速は1.4~3.3m/sであった (図9、図10)。

なお calm は 1 m/s 以下とした。

3. NO₂距離減衰調査

測定期間中の主風向はE及びWであり、道路に平行な風が多かった。

自動車通過台数は片側車線測定で平均約600台/hrであった。

NO₂は道路端で平均23μg, 100m地点で平均19μgであった。(表1)。

4. 自動測定局における測定結果

(1) 窒素酸化物

表1 NO₂距離減衰調査結果

(単位: μgNO₂/day・100cm²)

高さ 距離	1.2m	2.5m	3.0m	4.0m	5.0m	6.5m	9.6m	平均
0m	—	23	—	22	23	—	—	23
5m	24	—	28	—	—	20	17	22
15m	24	—	29	—	—	23	18	24
30m	20	—	23	—	—	20	23	22
55m	21	—	22	—	—	23	21	22
100m	19	—	21	—	—	18	18	19

表2 自動測定局におけるNO₂測定結果

(単位: μgNO₂/day・100cm²)

方法	測定局名	昭52年 5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	昭53年 1月	2月	3月	幾何 平均値
NP	衛生公害研究所	45	31	23	28	29	28	33	38	39	28	30	31
	西浦上支所	78	48	46	44	41	34	47	54	58	46	50	49
	稲佐小学校	52	33	20	37	33	39	36	48	40	32	36	36
法	長崎駅前	213	154	116	190	123	157	133	142	144	127	140	147
	長崎県庁	89	60	38	74	54	69	63	70	72	63	59	63
	小ヶ倉支所	63	39	32	48	29	35	29	35	30	33	39	36
NC	衛生公害研究所	14	12	12	7	13	13	11	22	15	11	14	13
	西浦上支所	22	20	16	11	20	15	15	28	10	17	19	17
	稲佐小学校	19	16	10	13	19	20	14	29	13	11	15	16
法	長崎駅前	48	60	27	24	50	45	37	57	43	51	54	43
	長崎県庁	29	31	20	20	34	29	21	35	22	25	27	26
	小ヶ倉支所	23	22	16	17	19	18	12	23	11	15	16	17

NP法、NC法によるNO₂の値は、長崎駅前、長崎県庁、西浦上支所が高く、6測定局の8月及び1月の平均値は一斉調査の平均値を上回っていた(表2)。

自動測定機による測定値もNP法と同様に長崎駅

前、長崎県庁、西浦上支所が高い値を示し、それぞれのNO₂年平均値は39、28、19ppbであった(表3、表4、表5)。

(2) 硫黄酸化物

表3 自動測定結果(NO)

(単位：ppb)

測定局名	昭52年 5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	昭53年 1月	2月	3月	平均値
衛生公害研究所	9	6	—	—	—	13	11	19	14	7	6	11
西浦上支所	6	10	4	8	—	14	6	41	16	16	—	14
稲佐小学校	—	1	1	1	1	3	4	13	—	9	7	5
長崎駅前	—	—	—	—	—	—	167	215	—	—	—	148
長崎県庁	7	8	—	8	8	—	20	39	20	19	15	15
小ヶ倉支所	6	2	15	—	—	9	—	9	2	—	—	7
多良見町役場	2	1	2	1	4	10	9	20	7	7	5	6
時津町役場	—	—	—	1	1	5	9	22	9	8	6	8

表4 自動測定結果(NO₂)

(単位：ppb)

測定局名	昭52年 5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	昭53年 1月	2月	3月	平均値
衛生公害研究所	12	10	—	—	—	14	12	18	14	14	8	12
西浦上支所	19	16	11	20	—	22	18	29	20	22	—	19
稲佐小学校	—	4	4	5	8	9	8	18	—	17	19	10
長崎駅前	—	—	—	—	—	—	35	37	—	—	—	39
長崎県庁	32	21	—	22	24	—	26	33	28	29	28	28
小ヶ倉支所	18	11	14	—	—	26	—	16	5	—	—	14
多良見町役場	12	7	7	8	11	17	13	20	10	15	12	12
時津町役場	—	—	—	3	4	14	13	21	14	15	15	12

表5 自動測定結果(NO_x)

(単位：ppb)

測定局名	昭52年 5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	昭53年 1月	2月	3月	平均値
衛生公害研究所	21	16	—	—	—	27	23	37	28	21	14	23
西浦上支所	25	26	15	28	—	36	24	70	36	38	—	33
稲佐小学校	—	5	5	6	9	12	12	31	—	26	26	15
長崎駅前	—	—	—	—	—	—	202	252	—	—	—	187
長崎県庁	39	29	—	30	32	—	46	72	48	48	43	43
小ヶ倉支所	24	13	29	—	—	35	—	25	7	—	—	21
多良見町役場	14	8	10	9	14	27	22	40	18	21	17	18
時津町役場	—	—	—	4	5	19	22	43	23	23	21	20

表6 自動測定局におけるSO_x測定結果(単位: mgSO₄/day・100cm²)

方法	測定局名	昭52年 5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	昭53年 1月	2月	3月	幾何 平均値
NP	衛生公害研究所	0.09	0.09	0.06	0.04	0.06	0.06	0.07	0.05	0.08	0.08	0.10	0.07
	西浦上支所	0.13	0.08	0.06	0.04	0.06	0.05	0.06	0.04	0.09	0.07	0.14	0.07
	稲佐小学校	0.08	0.03	0.05	0.04	0.05	0.03	0.05	0.03	0.04	0.04	0.05	0.04
	長崎駅前	0.30	0.24	0.24	0.20	0.20	0.19	0.25	0.24	0.35	0.26	0.37	0.25
法	長崎県庁	0.09	0.08	0.09	0.04	0.04	0.06	0.08	0.11	0.17	0.12	0.17	0.09
	小ヶ倉支所	0.10	0.07	0.05	0.04	0.06	0.03	0.05	0.03	0.06	0.04	0.06	0.05
	衛生公害研究所	0.13	0.09	0.08	0.06	0.09	0.12	0.10	0.10	0.12	0.12	0.13	0.10
NC	西浦上支所	0.10	0.10	0.09	0.06	0.08	0.10	0.08	0.08	0.09	0.06	0.15	0.09
	稲佐小学校	0.11	0.11	0.08	0.07	0.09	0.09	0.09	0.09	0.06	0.04	0.08	0.08
	長崎駅前	0.58	0.48	0.31	0.48	0.31	0.39	0.45	0.52	0.49	0.32	0.47	0.43
法	長崎県庁	0.18	0.16	0.17	0.13	0.12	0.16	0.15	0.29	0.17	0.16	0.28	0.17
	小ヶ倉支所	0.15	0.13	0.10	0.12	0.13	0.12	0.08	0.11	0.04	0.08	0.11	0.10

表7 自動測定結果(SO_x)

(単位: ppb)

測定局名	昭52年 5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	昭53年 1月	2月	3月	平均値
西浦上支所	14	13	15	13	21	16	10	13	12	11	13	13
稲佐小学校	15	20	22	26	24	20	15	14	12	11	12	17
長崎県庁	13	10	18	17	17	17	16	21	14	18	16	15
小ヶ倉支所	11	—	—	—	16	15	11	10	7	8	10	11

NP法及びNC法によるSO_xは長崎駅前、長崎県庁が高い値を示した(表6)。

自動測定機によるSO_xは稲佐小学校、長崎県庁が高い値を示し、年平均値は各々17及び15ppbであった(表7)。

IV 考 察

1. NO₂等濃度線図

NO₂の道路からの距離減衰、一斉調査結果及びNO_x排出量を考慮してNO₂等濃度線図(図11, 図12)を作成した。

その結果夏季、冬季ともに市中心部(長崎駅前、長崎県庁等)、主要幹線沿線(国道34号線、206号線、324号線及び県道3号線)及び交通の要所(宝町、時津町)が高い値を示した。

夏季にあった小ヶ倉と東長崎の60μg等濃度線及び長崎バイパスの20μg等濃度線が冬季には消滅した。

夏季、冬季ともに北寄りの風が卓越しており、季節による汚染パターンの変化は見られなかった。

等濃度線図を作成したことにより、長崎市及び周辺部内の任意の点のNO₂による汚染度を相対的に位置

付けることができた。

2. 面積荷重平均及び人口密度荷重平均の試算

(1) NO₂の面積荷重平均

面積荷重平均を求めるには地域全体の汚染パターンが必要であり、その手順としては次の3つの方法が考えられる⁹⁾。

イ) パターンを直接リモートセンシング等の手段により直接求める方法。

ロ) 煙源データと汚染濃度との関係をシミュレーションモデルを用いて求め、汚染濃度を推定する方法(このときの観測点のデータは、モデルのパラメータを推定するために使用される)。

ハ) 観測点データから直接、内外挿と平滑化を行って地域全体のパターンを求める方法。

イ)、ロ)の方法はまだ確立していないので、ハ)の数理的処理により汚染パターンを求める方法¹⁰⁾が有効であると考えられる。しかしながら、ハ)の方法は発生源の状況を全く考慮しないので、ここでは以下の方法により算出した。

発生源の状況を加味した夏季及び冬季のNO₂等濃度

図11 夏季のNO₂等濃度線図（昭和52年8月，単位： $\mu\text{gNO}_2/\text{day} \cdot 100\text{cm}^2$ ）

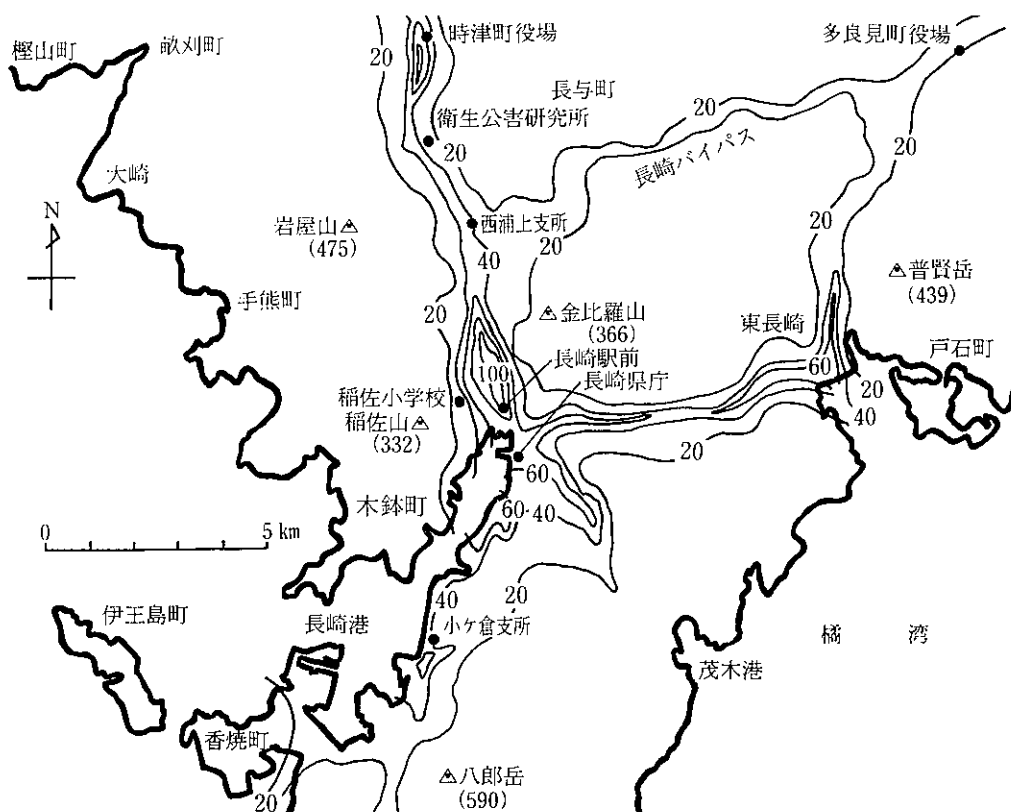
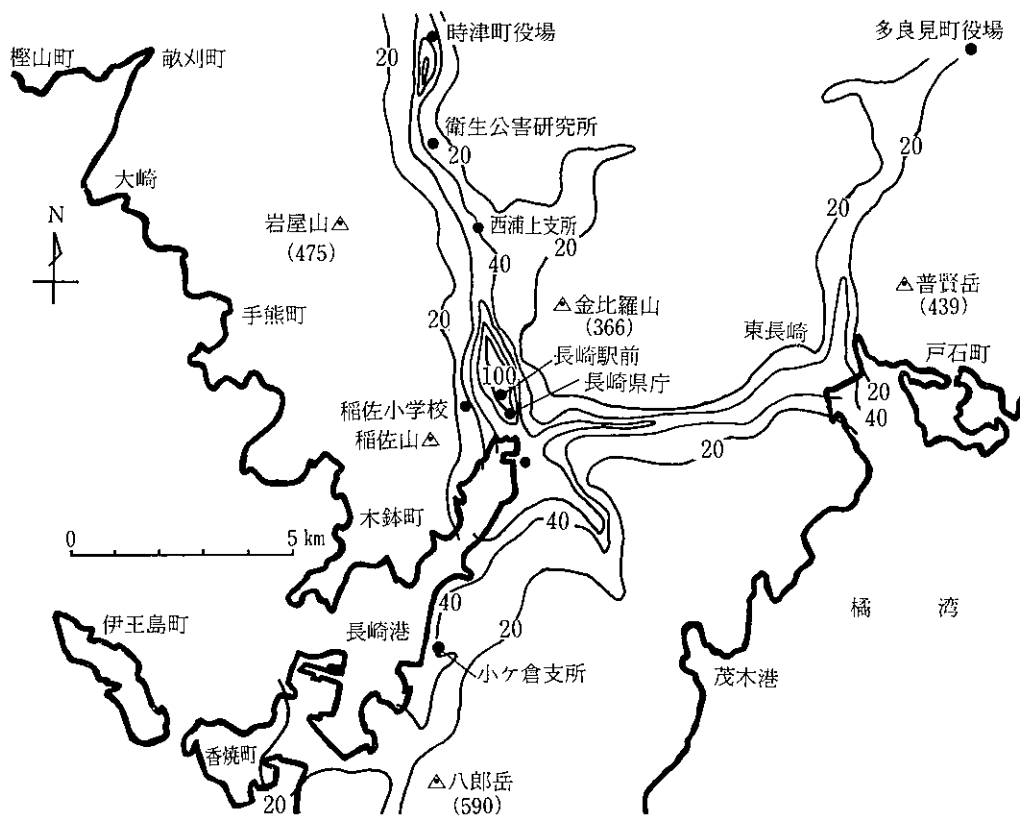


図12 冬季のNO₂等濃度線図（昭和53年1月～2月，単位： $\mu\text{gNO}_2/\text{day} \cdot 100\text{cm}^2$ ）



線図において各汚染階級線ごとに図を切り取り、その重量を測定することにより汚染階級別の面積の比率を求めた。

この比率との各階級値を乗じ、加算したものが面積荷重平均である。

NO₂の幾何平均は夏季21μg、冬季20μgであったが、面積荷重平均では夏季、冬季ともに16μgとなった。更に、対象地域内を中心部(図2参照)と周辺部に分け、各々の面積荷重平均を算出した結果、夏季及び冬季とも中心部37μg、周辺部14μgであり、中心部と周辺部では約2.6倍中心部がNO₂により汚染されていることがわかった。

これに対して中心部及び周辺部の幾何平均は各々夏季34、19μg、冬季33、18μgであり、中心部と周辺部の比は約1.8となった。

以上の結果は主要幹線沿線、人口密集地に測定点を密に設置したことにより生じたものであり、幾何平均は測定点の配置の影響を受け易いので、地域の汚染度を比較する場合には面積荷重平均を用いる必要がある。

また、自動測定局の配置についてはNP法の調査により自動測定値が地域全体の中で、どの程度の汚染レベルに位置しているのかを把握することができた。

(2) NO₂の人口密度荷重平均

NO₂の環境濃度の評価として面積荷重平均を述べたが落合等⁹⁾が述べているように曝露される住民に重点を置いて被影響度を評価するならば、荷重として人口密度、年齢別性別の人口密度、地区ごとの特性(たとえば市街地、郊外、工業地帯等)のようなものが考えられる。この内、荷重として人口密度を用いる場合には、当然人の住んでいないところの荷重係数は零となり、自然に考慮から外されることになる。

従って、ここでは単純に荷重として小学校区別人口密度¹¹⁾を用いて人口密度荷重平均を算出し、NO₂による中心部及び周辺部住民の影響度合を計る指標とした。更に、県内の他地域についても同様に算出すれば意義深いことになるとと思われる。

中心部及び周辺部の人口密度荷重平均の算出は図11、図12において小学校所在地におけるNO₂の汚染階級値を読み取り、それらの階級値と人口密度を乗じ加算したものを、中心部及び周辺部の平均の人口密度で除して求めた。その結果中心部では47μg、周辺部では20μgとなり、中心部の住民が2.4倍程度周辺部よりも影響を受け易いことがわかった。

しかしながら、周辺部における平均の人口密度は小学校区域についてのみ得られた数値で計算したので、校区外の山間部等の人口密度も考慮すれば、周辺部の人口密度荷重平均は、より小さくなると思われる。

る。

3. NP法及びNC法と自動測定値の関係

(1) NO₂

NP法と自動測定値を全体的にとりまとめると、次の関係があった(図13)。

$$y=0.28x+3.7 \quad r=0.85$$

y: 自動測定値(ppb)

x: NP法(μgNO₂/day)

各測定局について見ると相関は変動していた。これはNP法の原理からいって気温、湿度、風速の影響およびNP法と自動測定機のサンプリング法の違いによるものと思われる。

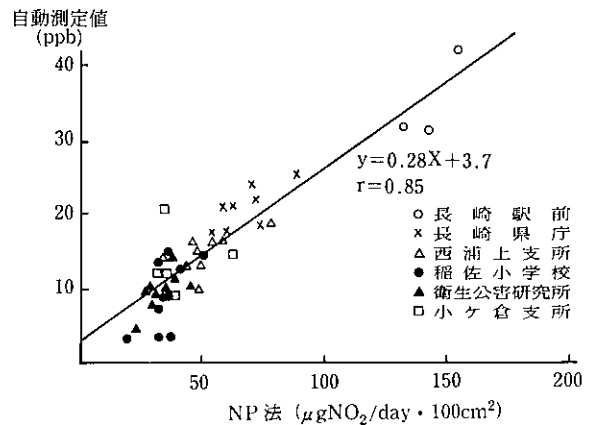
しかしながら、この回帰式により一斉調査点におけるNP法の値をNO₂ppbに換算することができた。

(2) SO_x

4局の自動測定結果とNP法及びNC法の間には相関関係はなかった。自動測定値が夏に高い傾向を示したのに対してNP法及びNC法ともに逆の傾向を示した。

後者の原因は溶液導電率法の吸収液が蒸発濃縮されたことにより、測定値が高めに出了た為に¹²⁾生じたと考えられる。

図13 NP法と自動測定値



4. 対象地域のNO₂及びNO_xの推定

(1) NO₂の推定

3.(1)で求めた式で一斉調査各地点の値をppbに換算し、夏季と冬季の平均を年平均値とした。この年平均値と図11、図12より、換算値によるNO₂等濃度線図(図14)を作成した。

その結果対象地域の約80%が10ppb以下であった。30ppbを越える地区は長崎駅前付近～宝町であり、対象地域の約0.3%程度であった。

(2) NO_xの推定

NO₂とNO_xの間には

図14 換算値によるNO₂等濃度線図

(単位: ppb)

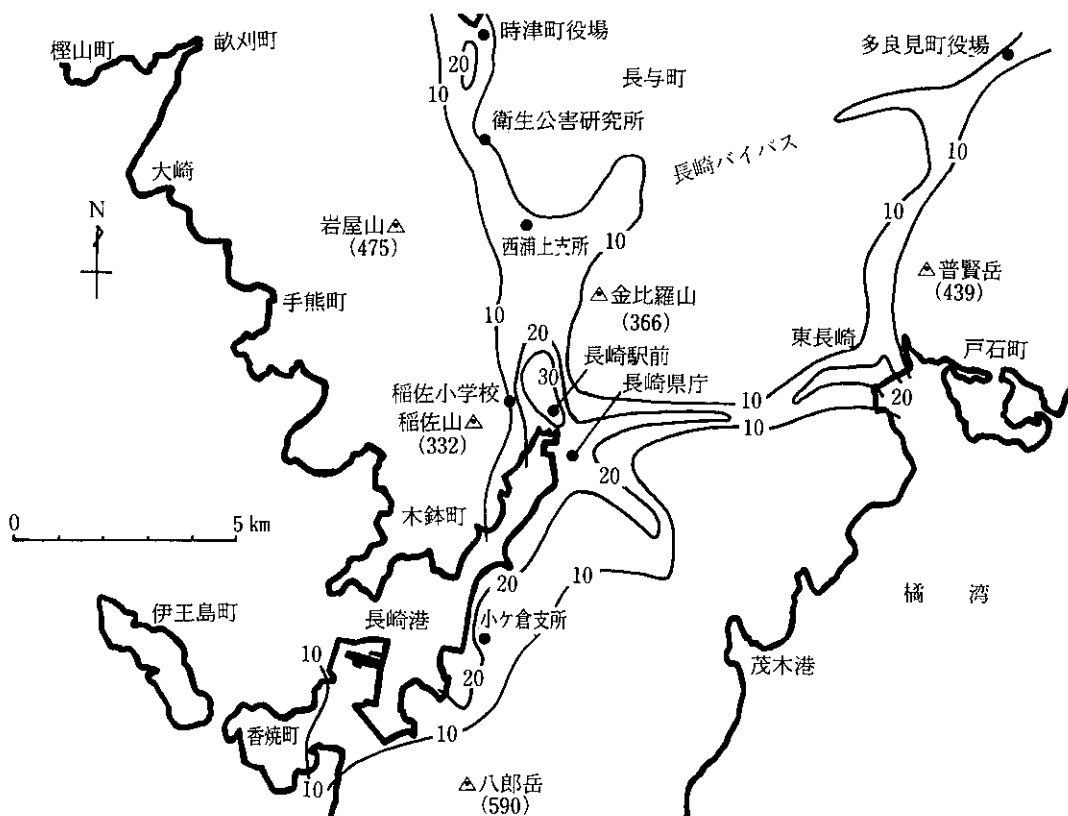
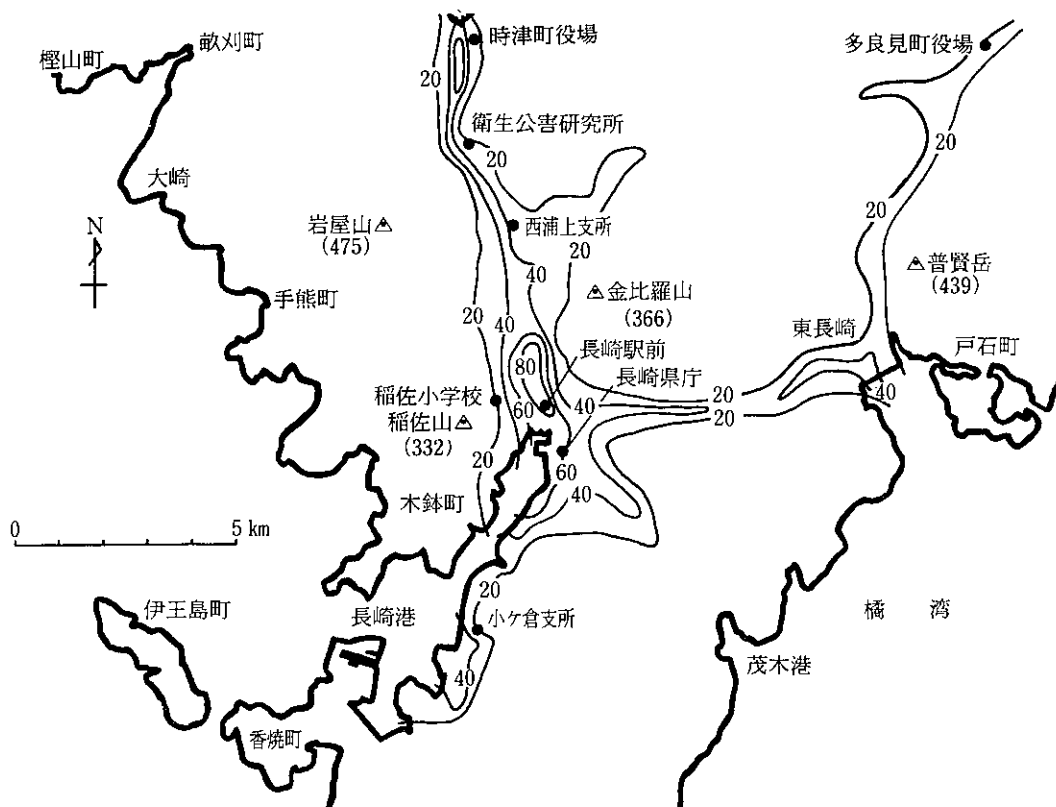


図15 換算値によるNO_x等濃度線図

(単位: ppb)



$$\frac{\text{NO}_2(\text{ppb})}{\text{NO}_x(\text{ppb})} = 0.00185d + 0.349$$

d：道路からの距離(m)

の関係¹³⁾があることより3・(1)で求めたNO₂値及び道路からの距離を上式に代入してNO_xの推定値を求めた。

ただし、道路からの距離が150m以上のときは上式にd=150を代入して得られる値：NO_x/NO₂=1.6を用いて算出した。

換算値によるNO_x等濃度線図(図15)を作成した結果、NO₂と同様なパターンとなった。NO_xの推定値が20ppb以下である地域は対象地域の約80%を占めていた。

最も高い地区は80ppb以上である長崎駅前～宝町の地区であった。この様な地区は対象地域の約0.3%程度であった。

以上のようにNO_xの分布を推定したことにより、拡散シミュレーションから求められる結果との整合が可能となり、図15はその有効な判断資料と考えられる。

5. NP法による一斉調査

(1) SO_xとNO₂の関係

夏季、冬季ともにSO_xとNO₂とに相関があり次の様な式が得られた。

$$\text{夏季 } y = 467x + 4 \quad r = 0.75$$

$$\text{冬季 } y = 258x + 12 \quad r = 0.63$$

y：μgNO₂

x：mg SO₄

直線の傾きより冬季が夏季に比較してSO_xのNO₂に対する比が高くなっていることがわかる。特に長崎

港周辺部においては、その傾向が顕著であった。これはビル等の暖房の影響と思われる。

(2) NO₂と12時間交通量の関係

NO₂の値を決定する要素としては、交通量の他に道路の密集度合、固定発生源、風向風速、日射量、地形、逆転層の有無等が考えられるが、ここでは交通量との関係のみ扱った。

主要道路沿線における測定点のNO₂と12時間交通量との関係は

$$y = 258x + 2657 \quad r = 0.69$$

y：台/12時間

x：μgNO₂

であり、12時間交通量を知れば主要道路沿線におけるNO₂の汚染度を大まかに推定することができる(図16)。

(3) SO_xのNO₂に対する割合と大型車混入率

SO_xのNO₂に対する割合と大型車(普通貨物、バス、特殊車とした)混入率には相関はなかった(図17)。

自動車によるSO_xの発生量は固定発生源と比較した場合少ないので(ガソリン車0.031~0.056、普通貨物1.73、バス3.07g/km¹⁴⁾)、図17のばらつきは固定発生源の影響によるものが大きいと考える。

6. NO₂の道路からの距離減衰調査

NO₂の距離減衰率は道路からの距離が100mの場合、高さ1.2mで約20%、3mで25%、6.5mで10%、9.6mで0%であり、昭和50年度に行った実験結果平均減衰率56%)¹³⁾より小さな値であった。その理由としては化学発生法とNP法ではサンプリングの方法が全く異なっていること、昭和50年度の実験ではサンプリン

図16 NO₂と12時間交通量

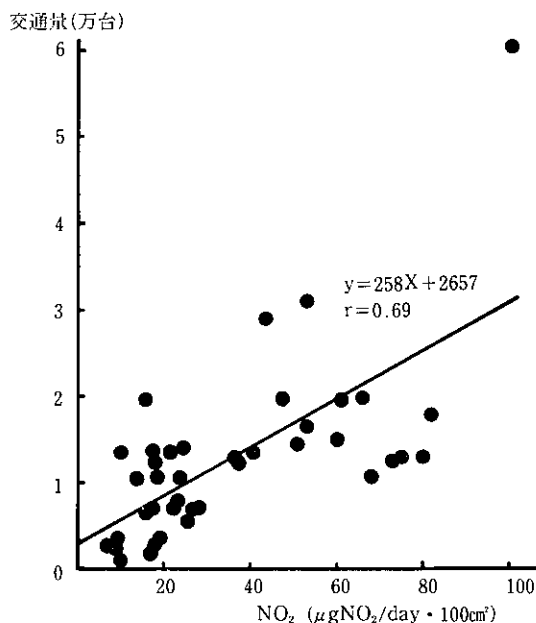
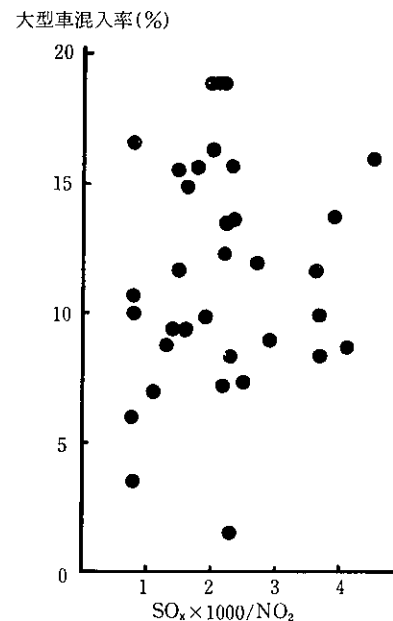


図17 SO_x/NO₂と大型車混入率



グ時間が10～20分間であったこと等が考えられる。

高さ3mの値が他の高度の値に比較して高い傾向を示したことより、自動車排ガスの水平方向の煙軸は道路とほぼ同じ高さに有り、道路から離れてもあまり上昇していないと考えられる。

7. NP法とNC法の関係

(1) NO₂

両法の測定結果を全体的にまとめると相関は高く次の関係があった。

$$y=0.24x+7.92 \quad r=0.82$$

y: NC法

x: NP法

各測定局について見ると低濃度である稲佐小学校及び小ヶ倉支所において相関が高く、高濃度の測定局では相関が低かった。

NP法による値を100cm²に換算しない場合、両法の間関係は

$$y=0.85x+7.92$$

y: NC法

x: NP法($\mu\text{gNO}_2 / 9\pi\text{cm}^2 \cdot \text{day}$)

となった。

以上の結果よりNP法において表面積を100cm²に換算することは実際の汚染の差を過大評価する恐れがあるので、NP法の単位は今後検討を要する課題である。

(2) SO_x

両法の測定結果を全体的にとりまとめると相関は高く次の関係があった。

$$y=1.51x+0.02 \quad r=0.91$$

y: NC法

x: NP法

各測定局について見ると稲佐小学校、長崎駅前、小ヶ倉支所において相関が低かった。

また、長崎県庁においてNP法とPbO₂法及びNC法とPbO₂法のいずれも相関があったのに対して、NP法、NC法及びPb法の各法と自動測定値の間には相関関係はなかった。

V ま と め

長崎市及び周辺部の約130の地点においてNO₂による汚染の実態を1977年8月及び1978年1月～2月に調査した。

また、補足調査としてNO₂の主要道路からの距離減衰、NP法と自動測定値の比較、NP法とNC法の比較の3調査を行い、更にNO₂と同時に測定したSO_xも示した。

成績を要約すれば次の通りである。

1. 測定値の最高は宝町111 μg であり、交通量の多い地点が高い値を示した。

岩川町100、湊町90、時津町77、県庁74、新大工町56 μg であり、周辺部の汚染されていない地域は6～8 μg のレベルであった。

全体の幾何平均値は夏季21 μg 、冬季20 μg であり、NO₂とSO_xには相関があった。

2. NO₂の等濃度線を引いた結果、幹線道路を中心として、NO₂汚染は広がっており、長崎駅前～宝町(全域の約0.3%)が100 μg 以上の地域であった。

3. 市中心部と周辺部のNO₂による汚染を比較するために面積荷重平均を求めると、全域16、市中心部37、周辺部14 μg となり、市中心部が周辺部に比較して約2.6倍高かった。

4. NP法と自動測定値の間には次の関係があった。

$$y=0.28x+3.7$$

y: 自動測定値(ppb)

x: NP法(μg)

5. NO₂の主要道路からの距離減衰率は100m地点で約17%であった。

謝辞

本調査に御協力下さった長崎県公害規制課及び長崎市公害対策課の方々に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 中央公害対策審議会：二酸化窒素の人の健康影響に係る判定基準等について、公害と対策、14, 12, 93, (1978)
- 2) 日本薬学会編：衛生試験法注解, 1139～1140, (1973)
- 3) 佐藤 静雄, 他：大気中のNO₂相対濃度測定法について、公害と対策, 3, 52～57, (1977)
- 4) 環境庁大気保全局大気規制課編：環境大気調査測定方法等指針, 25～28, (1975)
- 5) 環境庁大気保全局大気規制課編：総量規制マニュアル, 35～42, (1975)
- 6) 長崎県：全国道路交通情勢調査一般交通量調査総括表, (1975)
- 7) 八並 誠, 他：長崎市及び周辺部での窒素酸化物濃度に関する検討, 105, 第19回大気汚染学会講演要旨集, (1978)
- 8) 日本気象協会長崎支部：長崎県気象月報(1977)
- 9) 落合 美紀子, 他：広域汚染の指標に関する検討, 公害と対策, 14, 9, 69～76, (1978)
- 10) 数理計画：環境データ処理システムに関する調査研究報告書, 81～132, (1977)
- 11) 長崎県企画部：長崎市の空間構造と都市機能, 92, (1974)

- 12) 矢田部 照夫：大気汚染計測機の誤差，
106～112，第16回大気汚染研究全国協議会大会号，
(1975)
- 13) 吉村 雅昭，他：自動車排ガス拡散実態調査に
ついて，長崎県衛生公害研究所報，16，39～48，
(1976)
- 14) 菱田 一雄，他：エミッションファクターにつ
いて，大気汚染研究，8，3，339～340，(1973)

別表1 一斉調査測定結果

[単位: NO₂ ($\mu\text{gNO}_2/\text{day} \cdot 100\text{cm}^2$), SO_x ($\text{mgSO}_4/\text{day} \cdot 100\text{cm}^2$)]

No	座標 x, y	町名	NO ₂		SO _x		No	座標 x, y	町名	NO ₂		SO _x	
			夏	冬	夏	冬				夏	冬	夏	冬
1	38, 38	多良見町	29	20	0.05	0.06	35	24, 14	早坂町	15	25	0.03	0.05
2	38, 26	川内町	11	9	0.04	0.04	36	24, 12	転石	15	21	<0.03	0.04
3	38, 22	戸石町	21	15	0.04	0.04	37	23, 33	川平町	14	15	<0.03	<0.03
4	36, 36	多良見町	14	15	0.04	<0.03	38	23, 23	片渕町	16	—	0.04	—
5	36, 30	千束野	14	11	0.04	<0.03	39	23, 19	矢の平町	25	24	0.03	<0.03
6	34, 42	多良見町	12	16	0.03	0.03	40	23, 17	伊良林町	17	18	<0.03	<0.03
7	34, 34	ツツジヶ丘	34	26	<0.03	<0.03	41	23, 15	愛宕町	68	78	0.07	0.05
8	34, 32	中里	20	19	0.04	<0.03	42	22, 32	川平	35	22	<0.03	<0.03
9	32, 28	平間町	35	39	0.03	0.03	43	22, 30	川平町	27	22	<0.03	<0.03
10	32, 24	田中町	16	15	<0.03	<0.03	44	22, 28	三川町	18	15	<0.03	<0.03
11	32, 22	切通し	72	47	0.14	0.08	45	22, 26	三原町	28	—	0.03	—
12	32, 20	網場	18	20	0.06	0.08	46	22, 20	新大工町	56	56	0.05	0.05
13	30, 34	平間町	22	20	<0.03	<0.03	47	22, 16	上小島	50	48	0.03	<0.03
14	30, 28	現川町	16	12	<0.03	<0.03	48	22, 14	南ヶ丘町	27	26	0.05	0.13
15	30, 22	宿町	74	48	0.18	0.10	49	22, 12	田上町	18	22	0.05	0.06
16	30, 14	太田尾町	14	10	0.04	0.03	50	22, -2	千々町	—	10	—	0.03
17	28, 42	多良見町	12	8	0.04	<0.03	51	21, 27	三原町	18	17	<0.03	<0.03
18	28, 34	畦別当	22	13	0.03	<0.03	52	21, 21	立山町	22	21	0.05	0.03
19	28, 30	現川町	14	9	0.05	0.04	53	21, 19	桜町	50	52	0.06	0.10
20	28, 24	中尾町	12	9	0.03	0.03	54	21, 17	寄合町	66	63	0.04	0.14
21	28, 20	日見旧道	19	12	0.03	0.09	55	21, 15	高丘町	31	32	0.03	0.08
22	26, 46	多良見町	11	8	0.07	0.08	56	20, 40	長与町	19	15	0.06	0.04
23	26, 26	木場	14	8	0.03	<0.03	57	20, 36	長与町	24	22	0.04	0.06
24	26, 20	本河内町	62	70	0.12	0.17	58	20, 32	昭和町	17	15	0.03	<0.03
25	26, 10	茂木	13	14	<0.03	<0.03	59	20, 30	昭和町	21	23	<0.03	<0.03
26	26, 8	茂木港	18	16	0.04	0.03	60	20, 28	石神町	27	29	<0.03	0.03
27	26, 4	宮擢	15	15	0.03	<0.03	61	20, 26	高尾町	24	32	0.03	<0.03
28	25, 33	犬継	18	15	<0.03	<0.03	62	20, 24	坂本町	15	16	<0.03	0.03
29	24, 36	長与町	14	14	0.04	0.03	63	20, 22	浜平町	24	17	0.04	0.03
30	24, 32	川平町	12	8	<0.03	<0.03	64	20, 20	築後町	49	46	0.07	0.14
31	24, 26	仁田木場	11	6	<0.03	<0.03	65	20, 18	江戸町	74	90	0.10	0.28
32	24, 22	鳴滝町	11	7	<0.03	<0.03	66	20, 16	大浦町	57	50	0.08	0.12
33	24, 20	本河内町	24	27	<0.03	<0.03	67	20, 14	出雲町	29	21	0.10	0.07
34	24, 16	矢の平町	19	17	0.04	<0.03	68	20, 7	大山町	8	9	0.07	<0.03

No.	座標 x, y	町名	NO ₂		SO _x		No.	座標 x, y	町名	NO ₂		SO _x	
			夏	冬	夏	冬				夏	冬	夏	冬
69	19, 29	昭和町	32	38	0.03	<0.03	103	16, 6	三和町	54	53	0.07	0.10
70	19, 27	扇町	38	47	0.03	0.04	104	16, 4	草住町	16	22	0.03	<0.03
71	19, 25	平和町	—	39	—	0.03	105	14, 38	時津町	13	12	0.03	<0.03
72	19, 23	岩川町	104	97	0.07	0.05	106	14, 34	滑石	16	19	0.03	<0.03
73	19, 21	宝町	111	105	0.25	0.34	107	14, 32	滑石	14	18	<0.03	<0.03
74	19, 15	南山手町	78	58	0.08	0.19	108	14, 26	小江原町	—	14	—	<0.03
75	19, 10	新戸町	24	24	0.03	0.03	109	14, 14	小瀬戸町	15	13	0.04	0.07
76	18, 40	時津町	10	11	<0.03	<0.03	110	14, 4	末石町	18	20	0.04	<0.03
77	18, 34	長与	11	12	0.03	<0.03	111	14, -2	平山町	26	29	0.05	0.07
78	18, 32	道ノ尾	14	18	0.04	0.03	112	12, 42	時津町	12	11	0.03	<0.03
79	18, 30	泉町	22	23	0.04	<0.03	113	12, 34	滑石	16	12	0.04	0.03
80	18, 28	清水町	41	46	0.04	0.03	114	12, 24	柿泊町	11	16	0.03	<0.03
81	18, 26	三芳町	34	40	0.03	0.03	115	12, 18	福田本町	19	20	0.05	0.04
82	18, 24	宝栄町	—	43	—	0.05	116	12, 4	深堀5丁目	28	24	0.08	0.12
83	18, 22	淵町	87	92	0.14	0.15	117	12, 0	大籠町	—	8	—	<0.03
84	18, 20	稲佐町	36	41	0.08	0.09	119	10, 36	遠の木場	11	7	0.06	0.05
85	18, 12	戸町	29	28	0.04	0.07	119	10, 34	滑石トンネル出口	29	17	0.06	0.03
86	18, 6	古道町	10	8	<0.03	<0.03	120	10, 26	手熊町	9	10	0.05	0.05
87	17, 33	長与町	18	22	0.03	<0.03	121	10, 22	小江町	11	8	0.04	0.03
88	17, 31	赤迫町	58	48	0.07	0.09	122	10, 4	香焼町	19	26	0.05	0.14
89	17, 29	柳谷町	25	32	0.04	0.03	123	8, 46	時津町	18	19	0.03	<0.03
90	17, 27	緑ヶ丘町	18	28	0.04	0.04	124	8, 28	向町	8	9	0.04	0.09
91	17, 25	若草町	30	22	0.05	0.06	125	6, 38	畝刈町	6	8	<0.03	<0.03
92	17, 17	塩浜町	23	28	0.04	0.19	126	6, 28	相川町	10	12	0.04	0.05
93	16, 38	時津町	81	69	0.17	0.17	127	4, 32	大崎付近	6	6	0.04	0.03
94	16, 36	時津町	88	71	0.14	0.10	128	2, 42	三京町	11	11	<0.03	<0.03
95	16, 34	長与町	17	23	0.03	<0.03	129	0, 37	三重町	11	7	0.04	<0.03
96	16, 32	葉山町	22	23	0.03	0.05	130	-2, 34	壱山	10	6	0.07	0.10
97	16, 30	若竹町	12	17	0.03	<0.03	131	23, 12	唐八景	—	16	—	0.08
98	16, 26	青山町	15	17	0.03	<0.03	132	21, 23	金比羅山	8	9	<0.03	<0.03
99	16, 24	立岩町	14	13	0.03	0.06	133	16, 20	稲佐山	—	11	—	0.05
100	16, 18	入船町	14	15	0.03	0.08							
101	16, 16	東立神町	17	16	0.08	0.04							
102	16, 8	小倉3丁目	65	56	0.14	0.15							

長崎市及び近郊における大気環境調査 (窒素酸化物について)

公害研究部大気科

増田 隆・山口 道雄

Air Pollution from Nitrogen Oxides (NO_x) in Nagasaki Area

Department of Environmental Pollution, Air Quality Section

Takashi MASUDA and Michio YAMAGUCHI

The measurement of nitrogen oxides in the atmosphere were carried out at three rural districts (Nomozaki Town and Nagayo Town in the suburb of Nagasaki City and Ikanoura district in Nagasaki City) and an urban district (Yoko-o in Nagasaki City) in summer of 1977 and winter of 1978.

The results were mainly analyzed on seasonal variation among districts:

1. At rural districts, the levels of nitrogen oxides (NO, NO₂) in summer were similar to those in winter, and they did not show any diurnal changes in both seasons. Judging from that nitrogen oxides was 1ppb in natural (uncontaminated) area, the pollution from the emission sources was 2-3ppb for NO and 1-2ppb for NO₂.
2. At Yoko-o where is developing as a residential area, the daily average was 4.4ppb for NO and 6.8ppb for NO₂ in summer and was 8.2ppb and 7.0ppb respectively in winter. In spite of such seasonal difference, diurnal change in both seasons had similarly two peaks: 8-10hr and 17-19hr, and these two peaks were coincided in time with the amount of exhaust from mobile sources and stationaly sources.

I. はじめに

環境庁の委託により長崎県と福岡県が共同して、本県の代表的離島である福江島と壱岐島で昭和50年10月に「離島における大気汚染のバックグラウンド調査」¹⁾を行った。

この調査は単なる空気の物理、化学的性状ということだけでなく「未だ汚染されていない標準的な大気の状態」を知るためであった。大気が汚染されている大都会やコンビナート等を見た場合に、相当に汚れていることは分るものの、それでは汚染されていない大気の状態はどの様なものかは不明確であったが、前述の調査で解明された。

そこで今回は都市である長崎市と周辺の町において、大気汚染が進行していない地域を4カ所選定して大気汚染のバックグラウンド値との比較により、主として窒素酸化物に着目して調査を行った。

II. 調査時期

昭和52年夏季(7月～9月)及び昭和53年冬季(1月～2月)に、1地点につき1週間ずつ大気汚染移動測定車で調査した。

III. 調査地点とその概要

1. 西彼杵郡野母崎町, 県立亜熱帯植物園

野母崎半島先端の県立亜熱帯植物園内の測定点の周囲は亜熱帯植物が植生され、半径1km以内には管理棟の他に民家はない。

西側は山林、東側は天草灘を望む標高110mの斜面である。海岸までの距離は300mである。園内は一般客の車の乗入れは禁止されていて、県道からは約400m離れている。

野母崎町は人口1万人、主要産業は漁業であり、大規模な固定発生源はない。

2. 西彼杵郡長与町平木場

南北に細長い盆地の底にあり、周囲は水田及び果樹園を営む農家が散在している。調査地点の側をバス道路が走っているが1日に5往復程度であり、車種別には乗用車が主であり、朝夕の通勤時に交通量が多くなる。

3. 長崎市飯香浦町日吉青年の家

西に長崎市街(約4km)、東に橘湾(約2km)を望む標高350mの高台にあり、周囲は起伏に富む山林が連なり階段状に畑が開けている。附近には民家はなく道路は長崎一飯香浦線が通っているだけである。

4. 長崎市横尾町

長崎で最大規模である滑石団地の北東に位し，北方では団地の造成，拡張が行われている。附近では一戸建住宅やアパートが密集しており人口密度も高い。住

宅街であるため幹線道路から多少離れているが細街路が縦横に走っている。

IV. 調査報告

表1に調査時期及び項目を示した。

表1 調査時期及び項目

項目	野母崎町		長与町		飯香浦町		横尾町		測定方法
	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	
調査年月日	52.7.14 ~7.20	53.1.13 ~1.19	52.8.5 ~8.11	53.1.26 ~2.1	52.7.28 ~8.3	53.1.28 ~2.3	52.9.14 ~9.20	53.2.24 ~3.2	
一酸化窒素	○	○	○	○	○	○	○	○	野母崎，長与町は吸光光度法 横尾，飯香浦町は化学発光法
二氧化窒素	○	○	○	○	○	○	○	○	
いおう酸化物	○	○	○	○	×	×	×	×	溶液導電率法
浮遊粒子状物質	○	○	○	○	×	×	×	×	光散乱法
オキシダント	○	×	○	×	×	×	×	×	電量法
一酸化炭素	×	×	×	×	○	○	×	○	定電位電解法
炭化水素	×	×	×	×	×	×	○	○	水素炎イオン化法
風向	○	○	○	○	○	○	○	○	矢羽根制御シンクロ方式
風速	○	○	○	○	○	○	○	○	交流発電機方式
気温	○	○	○	○	○	○	○	○	金属膨張式
湿度	○	○	○	○	○	○	○	○	毛髪式
交通量	×	×	○	×	×	×	×	×	空気圧法

図1 窒素酸化物の98%信頼限界値

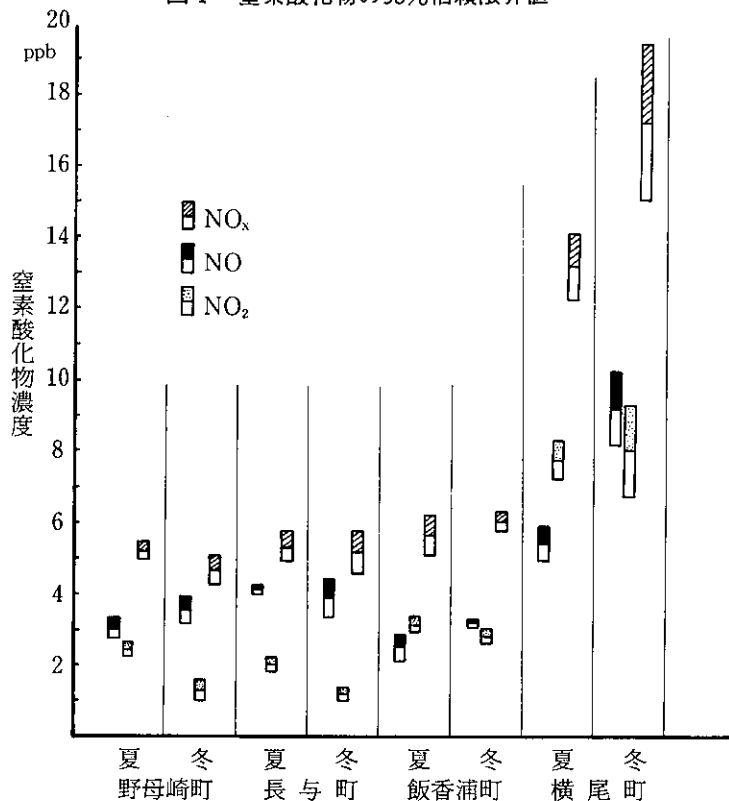


図2 野母崎町(夏)の経時変化

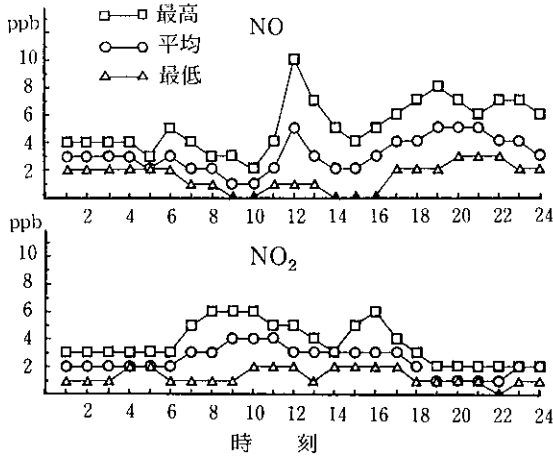


図3 野母崎町(冬)の経時変化

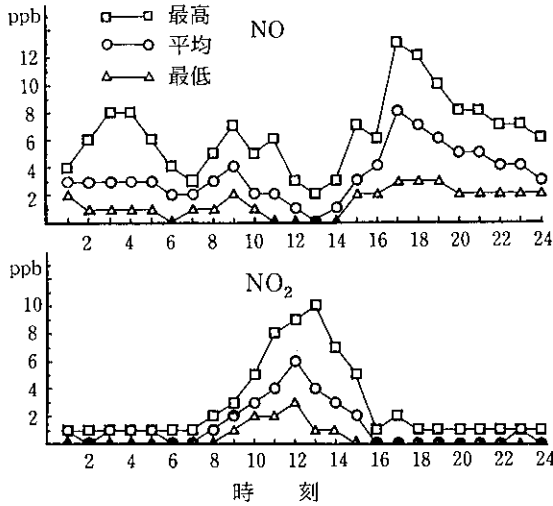


図4 長与町(夏)の経時変化

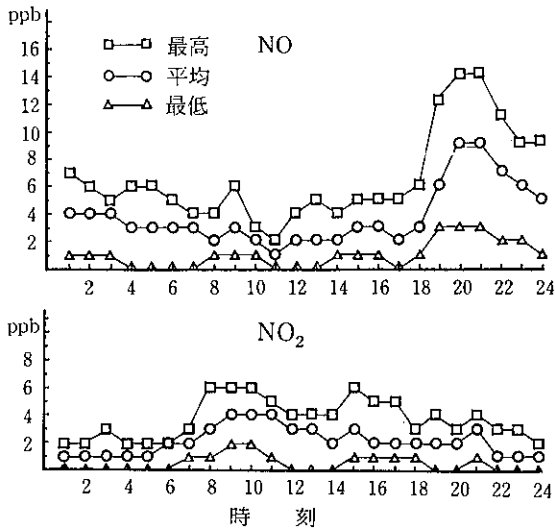


図5 長与町(冬)の経時変化

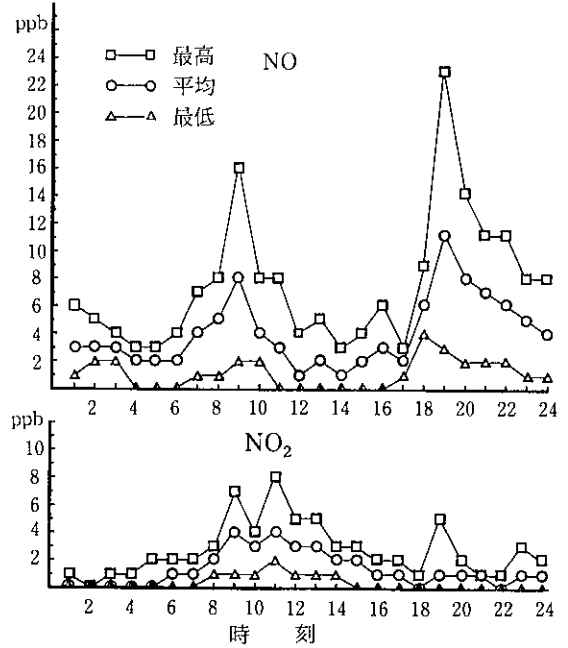


図6 飯香浦町(夏)の経時変化

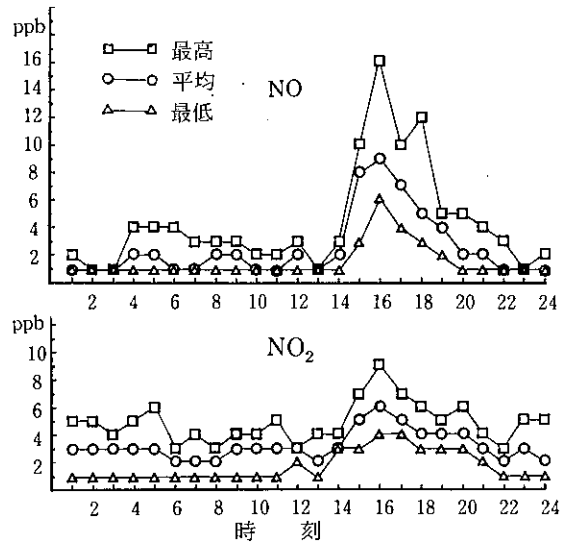


図7 飯香浦町(冬)の経時変化

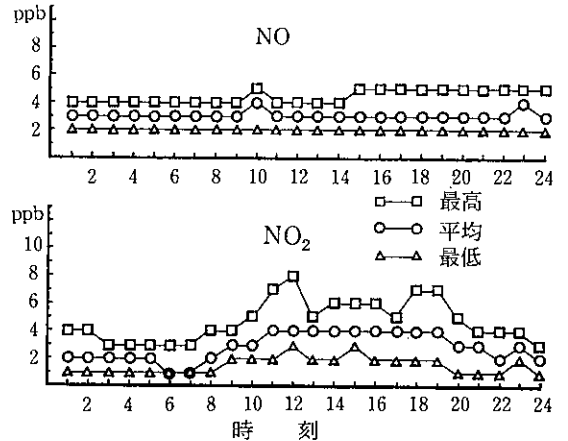


表2 長崎市および長崎市近郊における大気環境調査結果（夏季）の概要

調査項目	単位	1 時 間 値							
		最 高				最 低			
		野母崎	長 与	飯香浦	横 尾	野母崎	長 与	飯香浦	横 尾
一酸化窒素	ppb	10	14	16	26	<1	<1	1	1
二酸化窒素	ppb	6	6	9	22	<1	<1	1	2
いおう酸化物	ppb	20.7	20.7	—	—	1.3	4.5	—	—
浮遊粒子状物質	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	34	300	—	—	4	9	—	—
オキシダント	ppb	49	57	—	—	3	1	—	—
一酸化炭素	ppm	—	—	2.1	—	—	—	0.4	—
全炭化水素	ppm	—	—	—	8.9	—	—	—	1.4
風 速	m/s	2.0	4.2	4.1	3.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
気 温	°C	30	34	29	28	21	19	20	16
湿 度	%	95	95	84	88	57	36	58	28

※ザルツマン係数は0.72

表3 長崎市および長崎近郊における大気環境調査結果（冬季）の概要

調査項目	単位	1 時 間 値							
		最 高				最 低			
		野母崎	長 与	飯香浦	横 尾	野母崎	長 与	飯香浦	横 尾
一酸化窒素	ppb	13	23	5	43	<1	<1	2	2
二酸化窒素	ppb	10	8	8	39	<1	<1	1	<1
いおう酸化物	ppb	9.4	13.7	—	—	1.0	0.8	—	—
浮遊粒子状物質	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	76	66	—	—	8	7	—	—
オキシダント	ppb	—	—	—	—	—	—	—	—
一酸化炭素	ppm	—	—	3.3	—	—	—	<0.1	—
全炭化水素	ppm	—	—	—	—	—	—	—	—
風 速	m/s	3.0	4.7	4.3	3.2	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
気 温	°C	14	13	7	16	-1	-4	-6	-7
湿 度	%	96	98	88	86	36	42	42	18

※ザルツマン係数は0.72

日 平 均 値								全 平 均 値					
最 高				最 低				野母崎	長与	飯香浦	横尾	離島	山林
野母崎	長与	飯香浦	横尾	野母崎	長与	飯香浦	横尾						
4	5	4	7	2	1	2	4	3	4	3	6	1	< 1
4	2	4	10	2	1	2	6	2	2	3	8	2	< 1
7.2	16.3	—	—	2.8	5.5	—	—	5.8	9.0	—	—	7	4
22	67	—	—	8	14	—	—	12	35	—	—	18	35
18	23	—	—	5	10	—	—	12	17	—	—	17	19
—	—	1.3	—	—	—	1.0	—	—	—	1.1	—	0.7	< 0.5
—	—	—	3.2	—	—	—	2.4	—	—	—	2.7	1.6	1.7
0.9	—	1.9	1.5	0.4	—	0.8	0.6	0.6	0.9	1.3	1.0	1.2	—
27	27	25	23	24	23	24	20	25	26	24	21	19	—
89	87	72	68	70	72	69	59	83	79	70	64	78	—

日 平 均 値								全 平 均 値					
最 高				最 低				野母崎	長与	飯香浦	横尾	離島	山林
野母崎	長与	飯香浦	横尾	野母崎	長与	飯香浦	横尾						
5	6	4	12	2	2	2	7	3	4	3	9	1	< 1
2	2	5	14	1	1	2	1	1	1	3	8	2	< 1
5.0	4.6	—	—	2.0	2.1	—	—	3.7	3.1	—	—	7	4
43	39	—	—	14	15	—	—	22	27	—	—	18	35
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17	19
—	—	1.4	—	—	—	0.6	—	—	—	1.0	—	0.7	< 0.5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.6	1.7
1.3	2.1	1.6	1.8	0.7	0.7	0.9	0.4	1.2	1.2	1.2	1.0	1.2	—
11	9	3	8	1	— 1	— 4	0	6	4	— 1	4	19	—
93	76	72	64	47	61	61	38	69	69	64	58	78	—

図8 横尾町(夏)の経時変化

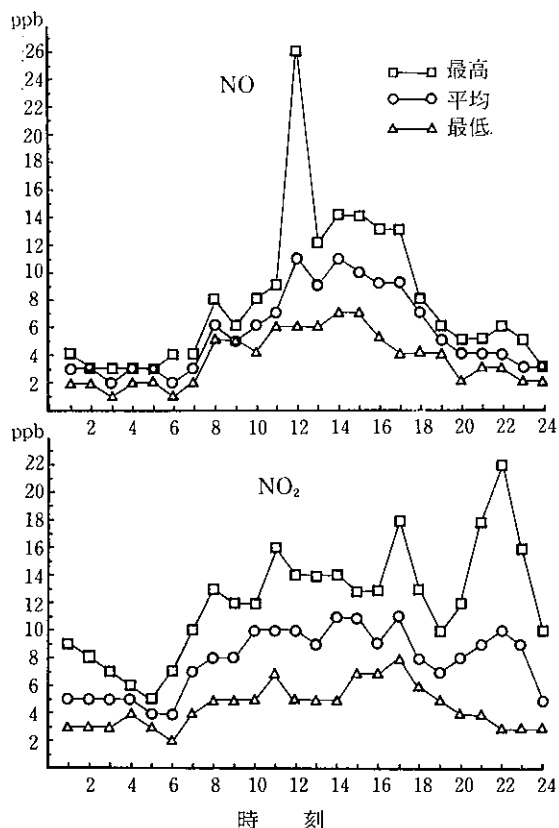
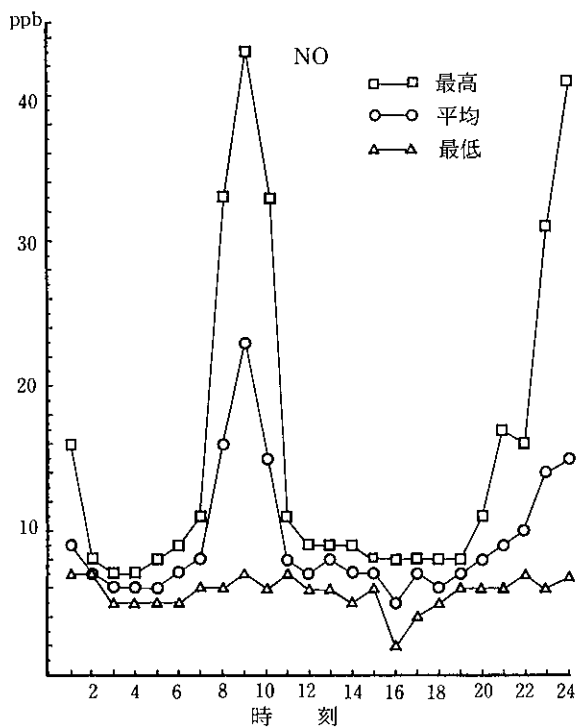


図9 横尾町(冬)の経時変化



5. 調査結果及び考察

表2, 表3に夏季及び冬季の調査結果の概要, 図1に窒素酸化物の95%信頼限界, 図2~図9に一酸化窒素(NO)と二酸化窒素(NO₂)の経時変化を示した。

表2, 表3の結果の如く, 夏季, 冬季を通じてのNOの1時間平均値の最高は5~43ppb, 最低は1ppb以下~2ppb, 日平均値の最高は4~12ppb, 最低は1~7ppb, 全平均は野母崎町3ppb, 長与町4ppb, 飯香浦町3ppb, 横尾町8ppbであった。

NO₂の1時間平均値の最高は6~39ppb, 最低は1ppb以下~2ppb, 日平均値の最高値は2~14ppb, 最低は1~6ppb, 全平均値は野母崎町2ppb, 長与町2ppb, 飯香浦町3ppb, 横尾町8ppbであった。

これらの結果と図1から明らかな様に, 野母崎, 長与, 飯香浦町の3地点は類似した値を示したが, 横尾町だけは前者らとは異なり高い値を示した。更に各調査地点の測定値は夏季と冬季で差が見られず, 又NOとNO₂間にも差が見られなかった。

離島¹⁾並びに山岳, 森林, 原野²⁾における大気汚染のバックグラウンド調査, 及びその他の文献³⁾から, NOとNO₂のバックグラウンド値を1ppbとみなすならば, 長崎市周辺の非汚染地域と考える野母崎, 長与, 飯香浦町の3地点では, NO: 2~3ppb, NO₂: 1~2ppbの汚染があった。

次に図2~9のNO, NO₂の経時変化のタイプをピークの位置によって次の様に分類した。

- Aタイプ: ピークが見られず, なだらかな型。
- Bタイプ: 午前と夕方にピークが見られる型。
- B'タイプ: 昼と夕方にピークが見られる型。
- B''タイプ: 午前と夜間にピークが見られる型。
- Cタイプ: 昼にピークが見られる型。
- Dタイプ: 夕方にピークが見られる型⁴⁾

これでもって4地点を分類し, ピーク数を示すと表4の如くになった。

表4. 時刻変化のタイプによる分類

項目	NO		NO ₂		
	ピークタイプ	ピーク数	ピークタイプ	ピーク数	
野母崎町	夏	B'	2	C	1
	冬	B	2	C	1
長与町	夏	D	1	C	1
	冬	B	2	C	1
飯香浦町	夏	D	1	D	1
	冬	A	0	C	1
横尾町	夏	C	1	C	1
	冬	B''	2	B''	2

この表から野母崎、長与、飯香浦町は一峰性の傾向が強く、NO₂は昼にピークが見られるCタイプが主であった。但しNOは一峰、二峰が混在している。又、NOは野母崎、長与町では夏季と冬季の経時変化にタイプ差が見られたがNO₂は差がなかった。

これに対して横尾町は夏季においてはNO、NO₂とも一峰型でCタイプであり、冬季はNO、NO₂とも二峰型のBタイプで午前と夜間にピークが見られた。

以上の結果から野母崎、長与、飯香浦町の3地点は類似した大気環境であり、横尾町だけが異なっていることが分る。この様な違いが出たのは野母崎、長与、飯香浦町が固定発生源、移動発生源の影響をあまり受けない農山村地域であるのに対して、横尾町は滑石団

地の住宅地域であり、一般住宅である固定発生源と自動車の主である移動発生源の影響を受けた為である。

又、横尾町においては夏季と冬季で経時変化に差があったのは、固定発生源と移動発生源の排出量が時期により異った為か、或は気象条件の変化が影響したのか、今後の検討事項である。

VI. ま と め

長崎市周辺の野母崎町、長与町、飯香浦町、横尾町で昭和52年7～8月、夏季及び昭和53年1～2月、冬季に行った大気環境調査(主に窒素酸化物)では次の事柄が明かとなった。

1. 非汚染地域である野母崎町、長与町、飯香浦町ではNO、NO₂とも濃度及び経時変化の季節差は小さかった。NO、NO₂のバックグラウンド値を1 ppbとすれば、NOは2～3 ppb、NO₂は1～2 ppbの汚染があった。
2. 少し汚染された横尾町ではNO、NO₂の時刻変化のタイプに季節的相違があった。夏季は、NOは4.4 ppb、NO₂は6.8ppb、冬季はNOは8.2ppb、NO₂は7.0ppbの汚染があった。

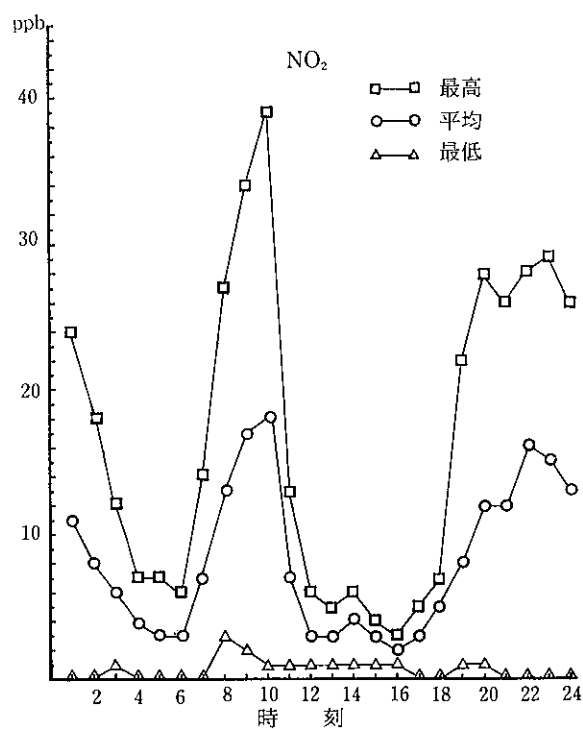
謝辞

本報告のうち、長崎市飯香浦町及び横尾町のデータは長崎市公害対策課によって測定されたものであります。担当された皆様に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 全国公害研究協議会：環境における大気汚染物質の分布量に関する研究1(離島における大気汚染のバックグラウンド調査)，(1976)
- 2) 全国公害研究協議会：環境における大気汚染物質の分布量に関する研究1(山岳、森林、原野における大気汚染のバックグラウンド調査)，(1977)
- 3) 原田 朗：大気のバックグラウンド汚染，共立出版，東京，(1973)

図10 横尾町(冬)の経時変化



道路交通騒音距離減衰の予測について

(第 1 報)

小林 茂・立石ヒロ子・山口 道雄

Reduction of Traffic Noise by Distance in Various Topographical Road Conditions (Report No. 1)

Department of Environmental pollution, Air Quality Section
Shigeru KOBAYASHI, Hiroko TATEISHI, and Michio YAMAGUCHI

The reduction of traffic noise by distance was measured on various topographical conditions to assess the effect of road structure for noise pollution.

The results were summarized as follows :

1. In the cases of flat, sunken, and open-cut road, the noise level was reduced almost linearly by distance from the road. The reduction pattern in the road on bank was the same as other road structures except of a rapid fall of levels near the end of side-slope.
2. Reduction rate of noise by distance was the largest at open-cut road, and decreased its extent as following order : sunken, banking, and flat road.
3. The measured levels coincided with predicted ones by the method of Acoustical Society of Japan. The discrepancy between these two levels ranged within $\pm 10\text{db(A)}$, and it became smaller when the background noise level added to the predicted one.
4. The measurements on the effect of height to the spread of noise revealed that the reduction of noise levels was the greatest near the ground surface, and that the effect of height also became smaller according to the distance.

I. 緒 言

道路交通騒音の予測を行うためには、音源である自動車のパワーレベルを把握し、それが音源から遠去かるに従ってどのように減衰してゆくかを知る必要がある。

自動車騒音の距離減衰の要因として、自動車の音響出力、速度、車頭間隔、音源から受音点までの距離、地形による回折およびその他気象、地表面粗度等の種々の周囲条件が考えられる。

予測には種々の方法^{1),2),3)}が検討されているが、等間隔・等パワーモデルから誘導された式が多く用いられており、この基本式には自動車の音響出力、速度、車頭間隔、音源から受音点までの距離の4条件が盛り込まれている。

日本音響学会の道路交通騒音予測式では、この基本式に盛土、切土、堀割、高架などの道路構造の場合に路肩等が障壁となるためにおこる回折減衰に対して補正値を導入している。その減衰量は線音源に対する障

壁効果の実験結果に基づき、行路差と関係づけている。さらに、風向風速等の気象条件、地表面の粗度、建物の有無等の周囲条件による音の減衰については、それらの要因分析と重み付けが未だ十分に解決されておらず、これらを総合的に評価するものとして補正値(α_i)を導入している。この補正値は実測値と予測値との間の有意差を補正するものとして導き出された。

本県の場合は、道路及び周辺の構造が変化に富んでおり、また交通量も毎時1000台に満たない場合が多い。このような条件下での予測式の適用性、さらに補正値 α_i の検討、周囲条件の分析評価を行なうために、過去3年間、7地形8測定例について実測結果を基に予測値との対応を検討した。

II. 調査方法

1. 調査場所

調査場所の状況を表1および図1の見取図、および図2の断面図です。

- (1) 諫早市小野町(平坦構造)

表1 調査場所

調査場所	国道名	調査月日	道路構造
諫早市小野町	57号線(上下各1車線)	昭和53年5月9日	平坦
諫早市長田町	207号線(上下各1車線)	〃 5月10日	〃
大村市鈴田	34号線(上下各1車線)	昭和51年9月14日 昭和53年7月7日	盛土
長崎市川平町	34号線(上下各1車線)	昭和52年11月22日	〃
長崎市畦別当	〃 (〃)	〃	〃
多良見町多良見療養所	〃 (上下各2車線)	昭和51年6月22日	切土
多良見町多良見団地	〃 (上下各1車線)	〃 9月14日	堀割

人家等の障害物のない平坦な地形であり、道路はほぼ直線に走っている。周辺の地表面は一段低くなった水田になっており、測定地点は砂利道である。

(2) 諫早市長田町(平坦構造)

測定ライン反対側に人家が道路沿いにあり、道路はほぼ直線である。測定地点は国道の路面より少し低くなっており、地表面は周囲が水田、測定地点が舗装面になっている。

(3) 大村市鈴田(盛土構造)

国道34号線の鈴田峠付近の緩かな勾配をもつ典型的な盛土構造になっている。盛土の高さは約6m、法面は上部 $\frac{2}{3}$ が芝張り、下部が石積である。測定地点は道路から遠くかるにつれて低くなっており、地表面は舗装されている。周辺は水田または畑地である。

(4) 長崎市川平町(盛土構造)

道路は測定地点を囲むような緩かなカーブをなしている。盛土高さは約8m、法面は上部 $\frac{2}{3}$ が芝張り、下部が石積である。周辺地表面は水田または畑地、測定地点は草道または畑地である。路肩端から約30mから離れた所に幅約9mの川がある。

(5) 長崎市畦別当(盛土構造)

道路は斜面の中腹を通っており、構造上は測定地点の配置からみて、盛土構造に属するものである。盛土の高さは約10m、法面は階段状の水田である。

(6) 多良見町多良見療養所(切土構造)

道路は上下各2車線でその片側が約11mの崖になっており、反対側が平坦に開けた切土構造である。崖は測定場所のすぐ横で終り、切土構造としては変則的なものである。地表面は道路向側が舗装平坦地で自動車販売店とその駐車場の為の広場、整備工場等が立地しており、測定点側の崖の横下には大きなパン工場が立地している。

(7) 多良見町多良見団地(堀割構造)

道路は緩かな勾配をもち、法面がコンクリートに

なった典型的な堀割構造である。法面の高さは約6mで、測定地点の片側には人家があり、測定ラインの背後には交通量の非常に少ないバス道路がある。道路の向側の背後はミカン畑である。

2. 調査方法

(1) 騒音レベルの測定及び処理

騒音レベルの測定点は道路端または路肩端、および路肩端から適当な間隔をとり、指示騒音計(RION, NA-09)を地上から1.2mおよび一部の地点で0.45m, 3m, 5m, 9mの高さに三脚又はアルミポールで固定した。交通騒音レベルは連続10分間測定し、これを高速度レベルレコーダー(RION, LR-03, -04, -1E)で記録した。各測定点とも数回これを繰り返した。

騒音レベル測定値の処理は、10分間連続測定した記録紙上の値を $\frac{5}{3}$ 秒毎に読み取り、その数が50個に達したところで中央値を求めた。これを繰り返して得られた中央値を算術平均したものをその測定地点の測定値とした。

(2) 交通量及び車速の測定

騒音の測定と同時に10分間、車線別車種別(大型車、小型貨物車、乗用車類の三分類)の通過台数を数取器で計測した。車速については、道路の全車線について一定の距離間を走行するに要する時間をストップウォッチで繰り返し計測し、すべてを平均して平均車速とした。

III. 結果及び考察

1. 実測結果

実測結果を表3～10に示す。また距離による減衰状況を図3～11の実線で示す。

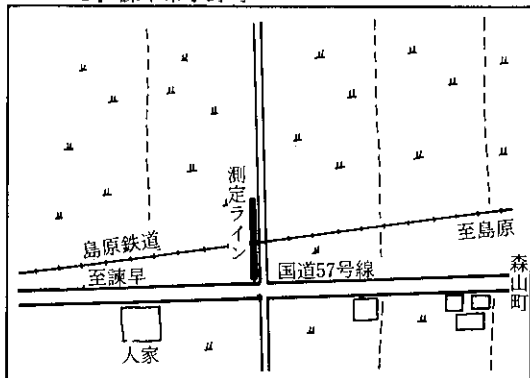
(1) 道路構造別距離減衰

i) 平坦構造(諫早市小野町, 長田町)

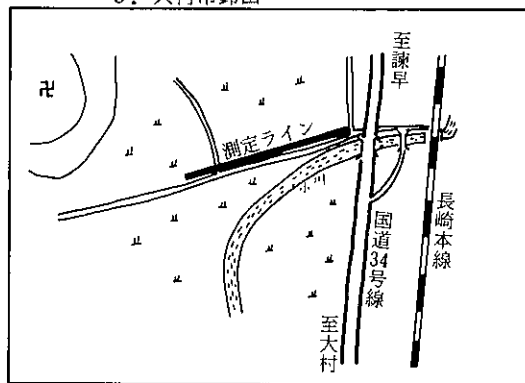
図3, 4に示すように1.2mの高さでは、小野町, 長田町ともほぼ同じ減衰パターンを示している。音の減衰に対する地表面の影響をみるために0.45mの高さで

図1 測定場所見取図

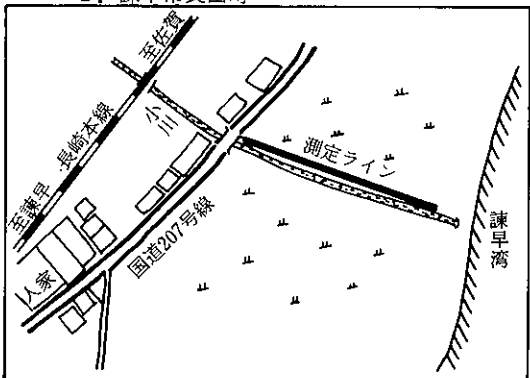
1. 諫早市小野町



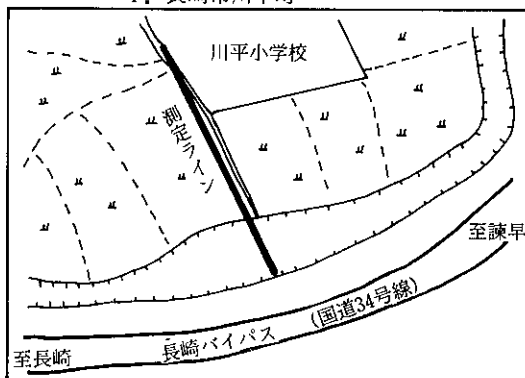
3. 大村市鈴田



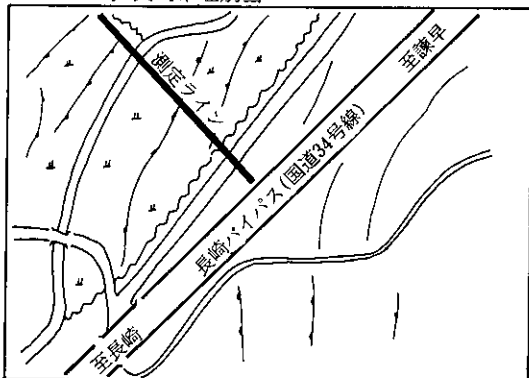
2. 諫早市長田町



4. 長崎市川平町



5. 長崎市畦別当



7. 多良見町多良見団地



6. 多良見町多良見療養所

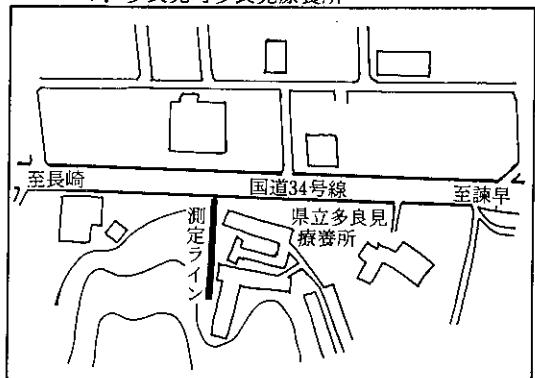
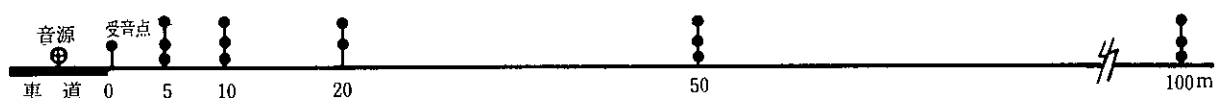


图 2 测定地点断面图

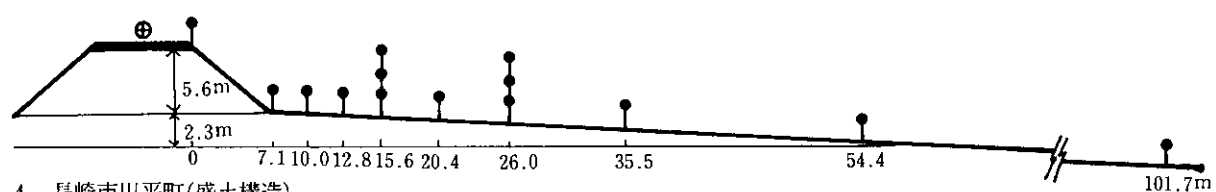
1. 諫早市小野町(平坦構造)



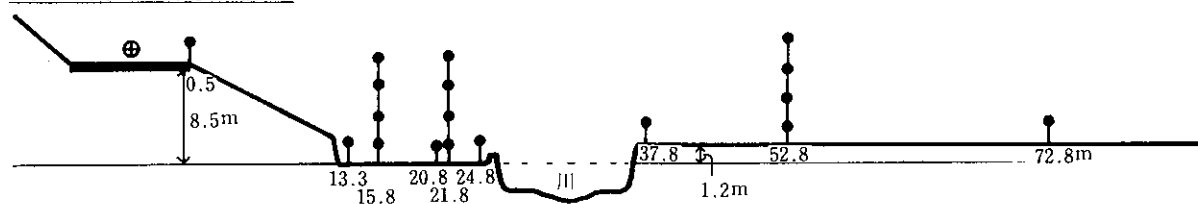
2. 諫早市長田町(平坦構造)



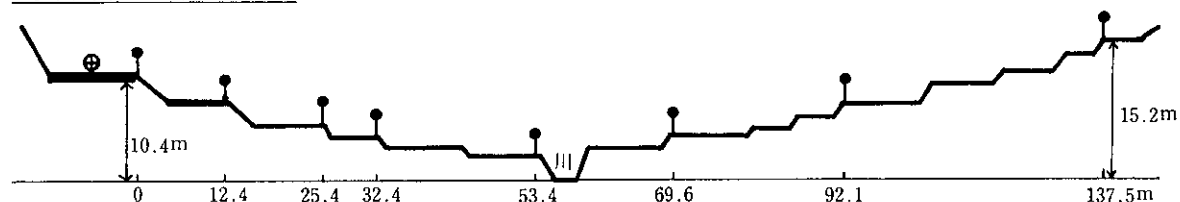
3. 大村市鈴田(盛土構造)



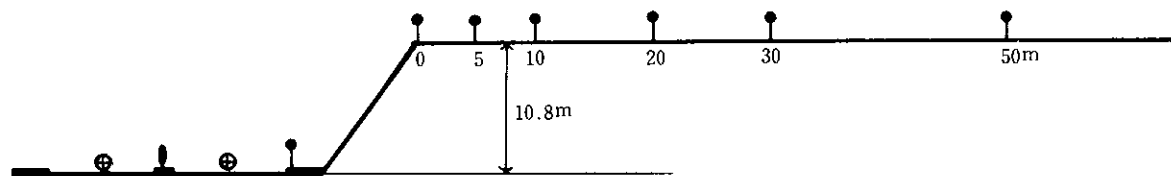
4. 長崎市川平町(盛土構造)



5. 長崎市畦別当(盛土構造)



6. 多良見町多良見療養所(切土構造)



7. 多良見町多良見団地(掘割構造)

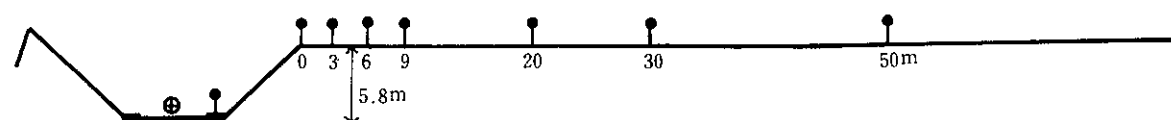


図3 減衰曲線－諫早市小野町(平坦構造)

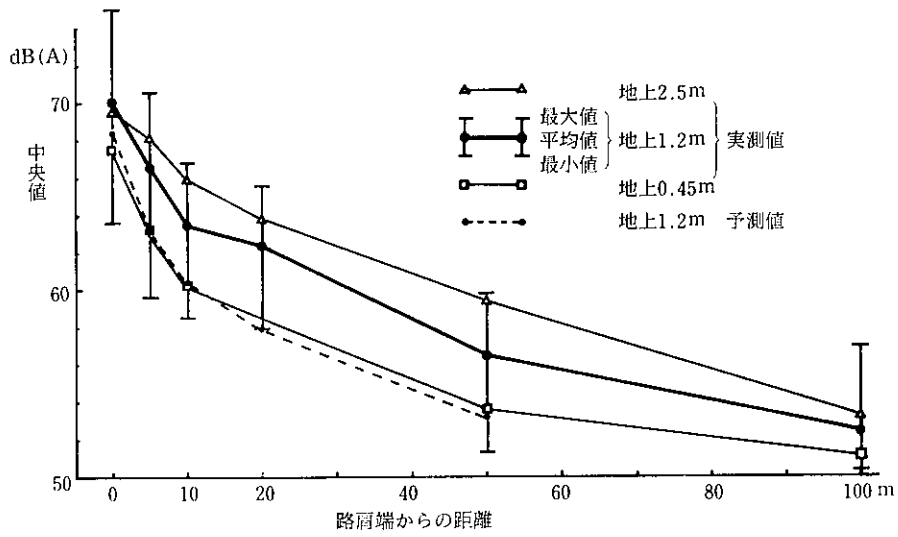


図4 減衰曲線－諫早市長田町(平坦構造)

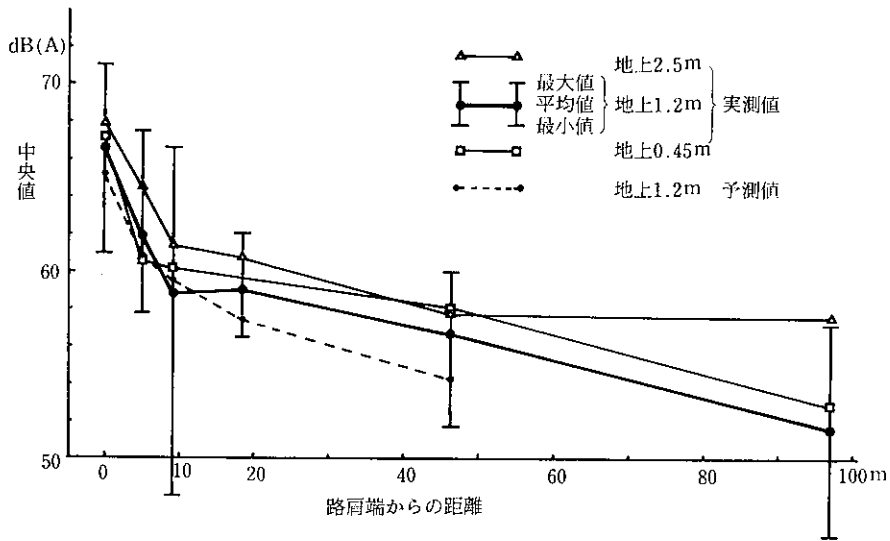
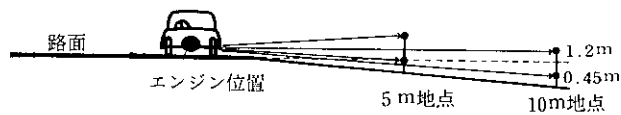


図5 音源と受音点の位置関係 (長田町の場合)



測定を行なったが、この場合は異なる結果が出ている。すなわち小野町では道路から5 m以上離れた地点では、0.45mの高さの騒音レベルは1.2mの高さのそれより低く、有意な差が認められた。これは地表面による擦過減衰によるものと考えられる。しかし長田町の場合

は両者の間に有意差が認められなかった。この原因としては長田町の測定地点の地表面が舗装地面であった為、小野町の場合より擦過減衰が小さかったことと、図5に示すように地上0.45mの高さの受音点が直接音源を見通す位置にあり、ボンネットによる音の回折減

図6 減衰曲線—大村市鈴田(盛土構造)

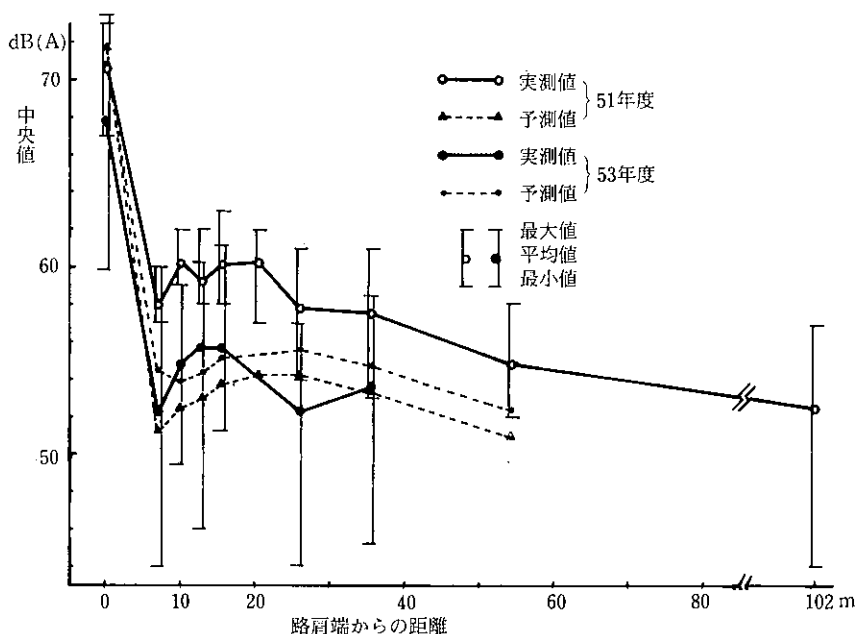
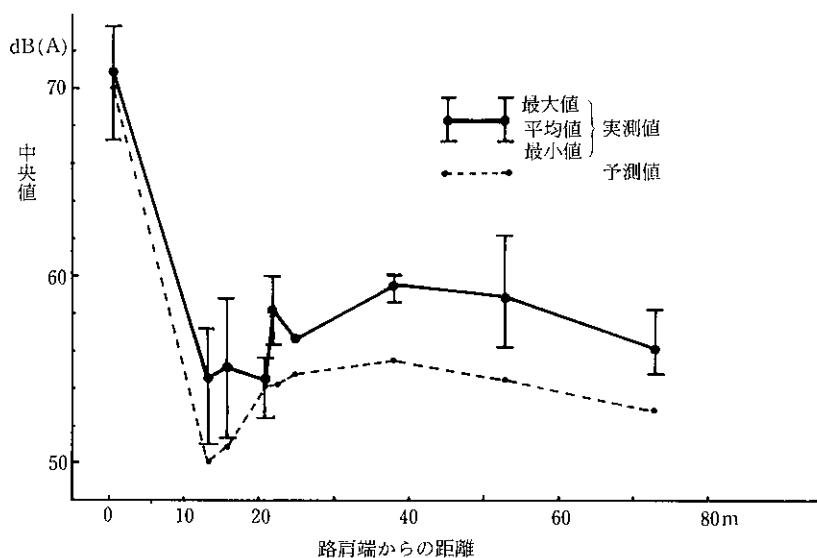


図7 減衰曲線—長崎市川平町(盛土構造)



衰量が、地上1.2mの場合に比べて小さかったためと考えられる。

ii) 盛土構造(大村市鈴田, 長崎市川平町, 長崎市畦別当)

図6～8に示すように1.2mの高さでは、いずれの場合も法尻で、路肩端での騒音レベルより10～15dB(A)急激に減衰している。この減衰パターンは典型的な盛土構造の鈴田や川平町において顕著である。鈴田の道路路端での結果では、53年度は51年度より有意に低くなっていることが認められた。両者における車の走行状態や気象条件には大きな差異はみられず、このように低くなった原因の1つとして自動車騒音の防音対策

によるパワーレベルの低下等が考えられるが、明らかではない。また川平町の測定結果で受音点の高度による騒音レベルの変化をみると、図9に示すように、高度が高くなるほど騒音レベルは高くなり、また道路に近い測定地点ほど騒音レベルの高度による差が大きく、道路から遠去かるに従って高度による差は小さくなっている。これらの変化は伝搬経路の行路差の大きさによるものと考えられる。

図8 減衰曲線—長崎市畦別当(盛土構造)

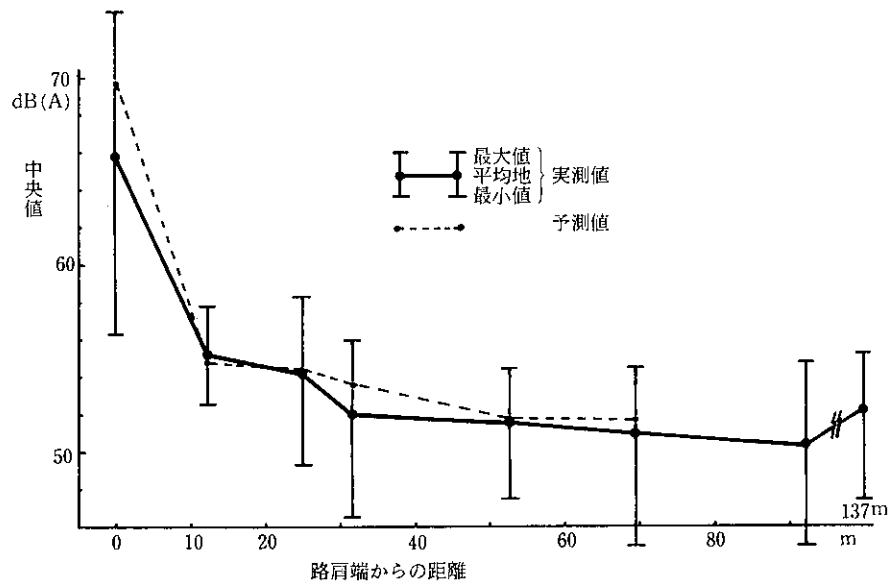
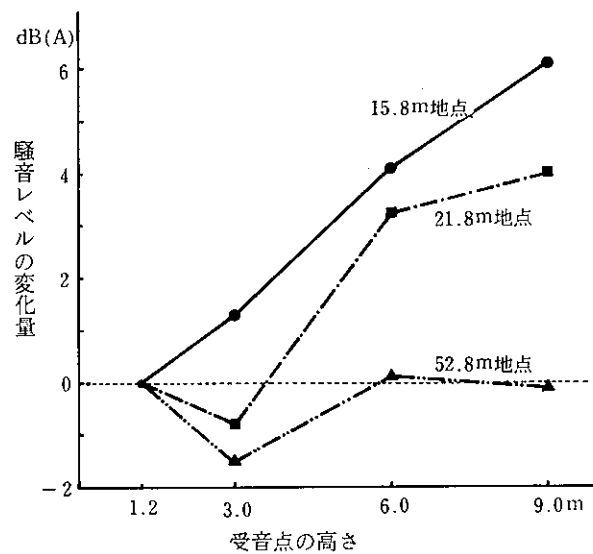


図9 騒音レベルの高度による変化



iii) 切土構造(多良見町多良見療所)

図10に示すように、路肩端から、13.2m 地点すなわち法肩より 5 m 離れた地点でやや急激に減衰し、その後は緩かに減衰している。

iv) 掘割構造(多良見町多良見団地)

図11のように、路肩端から 9 m の地点、すなわち法肩より 3 m 離れた地点で急激に減衰している。

(2) 道路構造別減衰量

各道路構造における減衰効果を比較するために、減衰量曲線を図12-1, 2 に示す。これは路肩端での騒音レベルと各測定地点でのレベルとの差を路肩端からの距離に対してプロットしたものである。図に示すよう

に、路肩端からの距離が10mの地点では盛土構造の減衰効果が大きい。しかし、さらに距離を増すと切土、掘割構造が盛土に比べて減衰効果が大きくなる。50m 地点では掘割構造が最も減衰効果が大きく、次いで切土、平坦の順となっている。

2. 予測結果

予測結果には以下の日本音響学会の道路交通騒音予測式^{4), 5)}を用いた。

$$L_{50} = L_w - 8 - 20 \log_{10} \ell + 10 \log \left(\pi \frac{\ell}{d} \tanh 2\pi \frac{\ell}{d} \right) + \alpha_d + \alpha_i$$

ただし L_{50} : 騒音レベルの中央値 [dB(A)]

図10 減衰曲線—多良見町多良見療養所(切土構造)

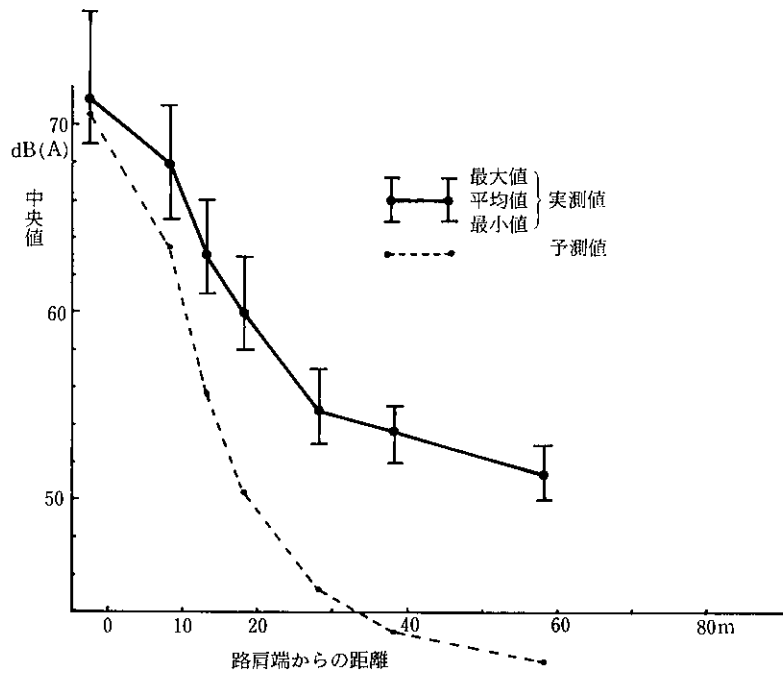
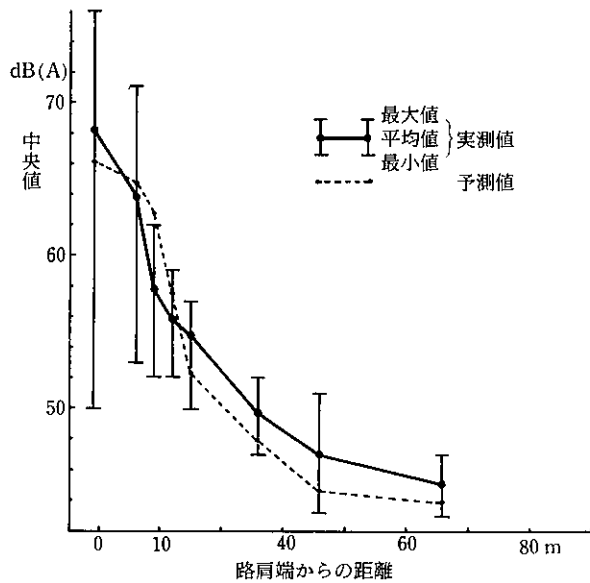


図11 減衰曲線—多良見町多良見団地(堀割構造)



L_w : 1台の車から発生する騒音のA

特性による平均パワーレベル

[dB(A)]

$$L_w = 85 + 0.2V + 10 \log(b_1 + 3.2b_2 + 16b_3)$$

b_1 : 乗用車類混入率

b_2 : 小型貨物車類混入率

b_3 : 大型車類混入率

$$b_1 + b_2 + b_3 = 1$$

ℓ : 音源から受音点までの距離(m)

d : 平均車頭間隔, $d = 1000V/N$ (m)

N = 交通量(台/時)

V : 平均走行速度(km/時)

α_d : 回折による補正值 [dB(A)]

α_i : 種々の原因による補正值 [dB(A)]

この式の適用範囲は毎時1000台以上の自動車が、毎時30~100km程度の速度で定常的に走行している道路について、道路から約100mまでの地点の騒音レベルの中央値を求める場合とされている。

なお、道路が1車線または上下各1車線の場合は、道路の中央に1つの線状音源を設定し、片側2車線の

図12-1 減衰量曲線(実測値)

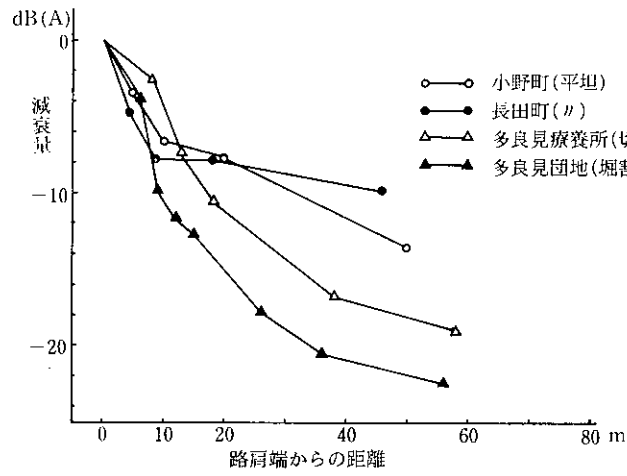


図12-2 減衰量曲線(実測値)

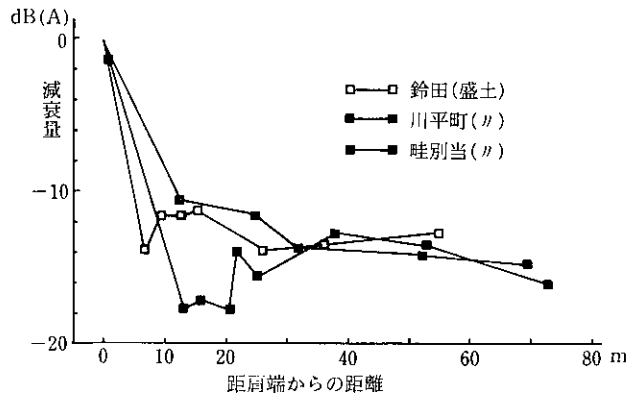


図13 回折による補正值(α_d)⁵⁾

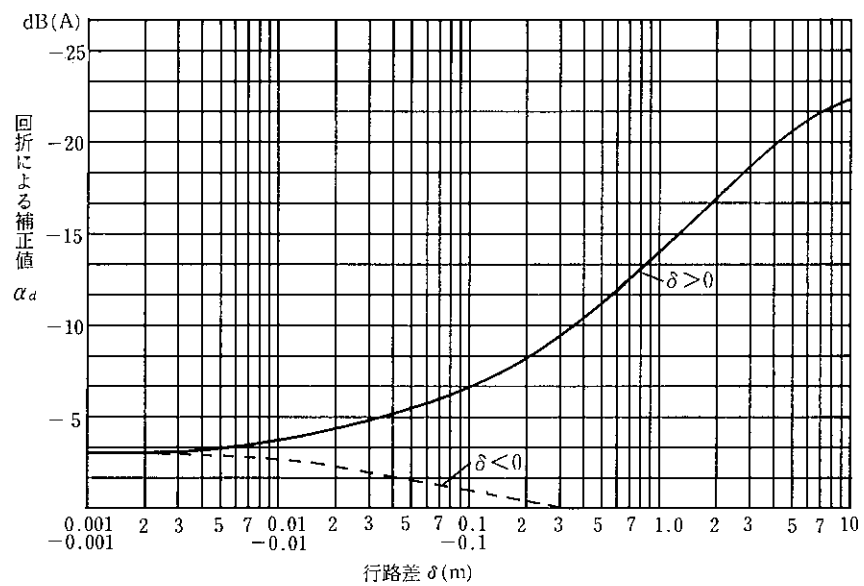
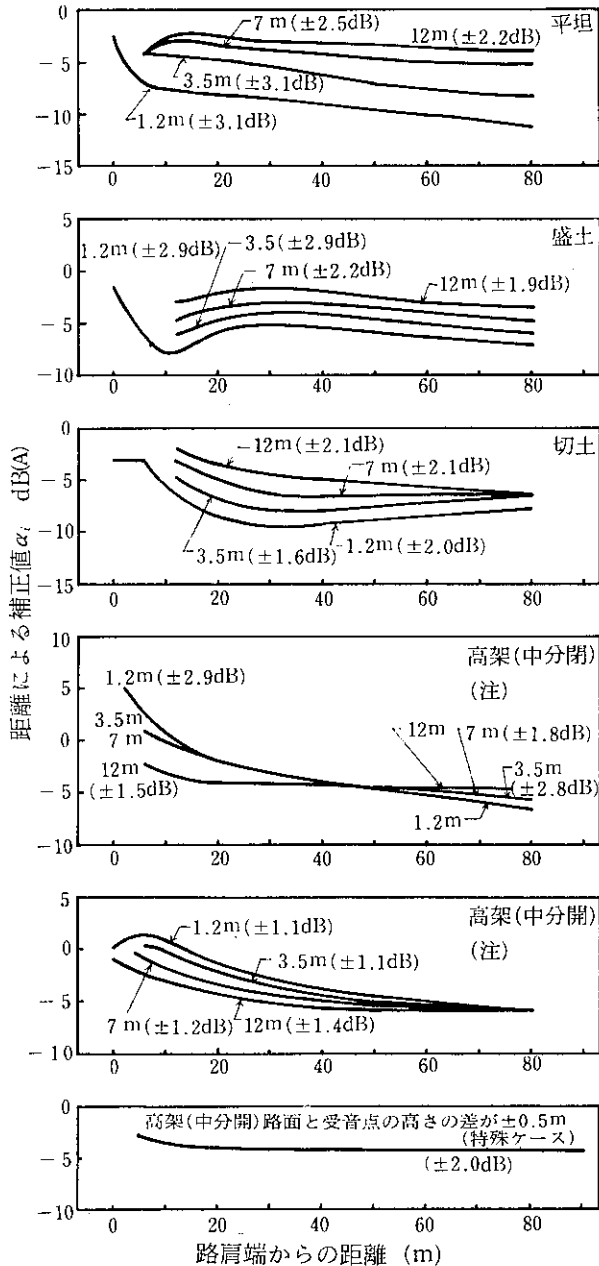


図14 地上高さ別の補正值 (α_i)⁵⁾
(カッコ内は80%信頼帯)



(注) 中分閉は中央分離帯閉鎖
中分閉は中央分離帯閉鎖

場合は、上下各車道の中央にそれぞれ1つの線状音源を設定し、2つの L_{50} 値をパワー合成する。また音源の高さは路面より0.3mとする。

α_d は道路端に遮音壁が設置されている場合および道路構造が高架、盛土、切土、堀割形式の場合の回折による音の減衰を補正する値であり、図13より求める。ただし盛土、切土、堀割の場合には次のように取扱う。すなわち、法面が芝張りされている場合は音の吸収があるのでそのままの値を用いるが、舗装面等反射性の場合には図13の読取値より2 dB(A)大きい値を補正値とする。

α_i は予測基本式(予測式の右辺から α_i を除いた式)による予測値と実測値との差から導びかれた補正值で、その要因はまだ物理的には解明されていない。補正 α_i は図14に示す。この値は主に高速道路での実測値をもとに算出されているため、一般国道、地方道路への適用には問題があると考えられる。

以上の条件を考慮して予測値を算出した結果を表11~18に示す。なお交通量、車速については実測結果の平均値を用いた。

3. 予測結果と実測結果との対応

自動車騒音予測値の距離減衰状況を実測結果と対応して図3~11の点線で示す。

(1) 平坦構造

図3に示すように、地上1.2mについて小野町の場合は路肩端では約2 dB(A)の差であったものが、道路から離れるに従い、実測値との差が大きくなり、50m地点では約3 dB(A)予測値が小さい。

長田町の場合も路肩端から20m付近までは実測値土1dB(A)で良く一致しているが、50m付近では約2 dB(A)予測値が小さい。

(2) 盛土構造

鈴田では減衰パターンはおおよそ一致しているが、再びレベルが高くなる距離が実測値と予測値では異なっている。これは、実際では法尻の位置が路肩端から7mであるのに対し、 α_i 補正值のグラフでは法尻が10m付近であることにより、このような騒音レベルが再び高くなる地点のズレが生じたものと考えられる。

なお α_d は、法面が芝張り(吸音性)のため読取値そのままの値を用いた。

川平町では路肩端は一致するが、その他はすべて約4 dB(A)予測値が小さい。これは測定ラインに対して道路がカーブしているため、実測値が大きくなったことも一因と考えられる。なお α_d は鈴田と同様に法面は吸音性のため読取値をそのまま用いた。

畦別当は測定地点の配置からみて、盛土構造として予測したが、路肩端で4 dB(A)小さい他は、ほとんどの地点で実測値と予測値は良く一致している。 α_d は読取値を用いた。

表2 予 測 条 件

	諫早市 小野町	諫早市 長田町	大村市 鈴田		長崎市 川平町	長崎市 畦別当	多良見町 多良見療養所		多良見町 多良見地	
			51年	53年			諫早→ 長崎	長崎→ 諫早		
交通量 (台/時)	938	689	1,426	1,446	1,224	867	691	854	848	
車 速 (km/時)	43.3	46.2	45.7	50.8	60	56.1	60	60	66.1	
車頭間隔 (m)	46.2	67.1	32.0	35.1	49.0	64.7	86.8	70.3	77.9	
車種混入率	b ₁ : 乗 用 車 類	0.61	0.60	0.72	0.73	0.76	0.70	0.71	0.74	0.74
	b ₂ : 小 型 貨 物 車 類	0.23	0.21	0.16	0.10	0.14	0.18	0.19	0.17	0.16
	b ₃ : 大 型 車 類	0.16	0.19	0.12	0.17	0.10	0.12	0.10	0.09	0.10
パワーレベル, dB(A)	99.6	100.6	99.1	100.9	101.5	101.3	101.7	101.4	102.6	

(3) 切土構造

多良見療養所は図10に示すように、道路端では一致しているが、道路から離れるといづれの地点においても10dB(A)前後予測値が小さい。また α_a は法面がコンクリート壁(反射性)のため読取值より2dB(A)大きい値を用いた。実測値と予測値の大きな差の原因としては、測定場所の構造や暗騒音の影響によるものと考えられる。すなわち測定場所の横が国道に沿って大きく切れ込んで切土構造はそこで終わっているため、その方向からの自動車騒音もマイクロホンに入ることや、また自動車通っていない時でも騒音レベルは50dB(A)以上あることにより、予測値よりかなり大きい値になったものと考えられる。

(4) 掘割構造

多良見団地は図11に示すように、道路端から12m地点までは実測値±5dB(A)の範囲で比較的良く一致している。 α_a は法面がコンクリート吹付けのため読取值より2dB(A)大きい値を用いた。

4. 予測上の問題

予測値と実測値との差をみるために図15-1,2に道路からの距離と〔実測値-予測値〕の関係をプロットしている。なお図中には±2dB(A)を目安として点線を入れている。全地点で実測値±10dB(A)の範囲内であった。

このような実測値と予測値の大きい差の原因として一つの暗騒音の影響があげられる。日本音響学会の予測式では、暗騒音については考慮されておらず、したがって道路からの距離が増すにつれ、暗騒音以下の値に予測されてしまう。例えば多良見療養所では予測式によると58.2m地点で41.4dB(A)と予測されるのに対し、暗騒音は48dB(A)であった。したがって予測す

る場合、この暗騒音の値を考慮して補正を加える必要がある。

全地点について暗騒音補正を行なった結果を図15の△印で示す。この結果、路肩端からの距離が大きい測定地点での予測値の適合性がかなり改善された。

その他の原因としては、補正值 α_a の用い方が考えられる。鈴田や川平町の場合は法面が上部 $\frac{2}{3}$ が芝張り、下部が石積であるために吸音性として読取值そのままの値を用いたが、これらの場合には反射性と考えると読取值より2dB(A)大きい値を用いる方が適合性が良くなる。このように法面の性状の判断については検討を加える必要があると考えられる。

また、実測値と予測値の差の原因として、川平町で見られるように道路が測定ラインを囲むようにカーブしている場合がある。この時は実測値が直線道路の場合に比べて大きくなる可能性がある。

さらに交通量が少ない場合、車の流れが途切れることがあり、実測値の処理の仕方に問題が出てくものと考えられる。このような場合は騒音レベルの変動が非常に大きいため中央値の変動も大きくなり、予測値との適合性を論じるのに不適當になる。したがって交通量が少ない場合には、20~30分の連続測定を行なって中央値の平均化を行なう必要がある。

その他、差の原因として地表面の性状、周辺建物、気象条件の影響が考えられるが、今回までは実測例も少なく十分解析できなかった。

IV. まとめ及び今後の課題

各種の道路構造について、交通騒音距離減衰の実測および予測を行ない、その結果の概略は次のとおりであった。

1. 距離減衰パターン

平坦、切土、堀割構造ではほぼ直線的に騒音レベルは距離減衰をするが、盛土構造では法尻で急激に減衰した後、再び騒音レベルは大きくなりその後直線的に減衰した。

2. 距離減衰効果

減衰効果は堀割構造が最も良く、次いで切土、盛土、平坦構造の順であった。

3. 道路交通騒音の垂直分布

地表面に近い方が騒音レベル減衰効果が大きく、また道路からの距離が増すに従って騒音レベルの高度差は小さくなった。

4. 予測可能範囲

日本音響学会の道路交通騒音予測式では、今回の場合、実測値±10dB(A)の範囲で予測可能であった。

5. 予測における暗騒音レベルの補正

予測式に暗騒音レベルの補正を加えると、路肩端から距離が大きい測定点での予測値の適合性が改善された。

今後の課題としては、更に実測を積重ねて次のような要因について評価検討を行ない、予測の精度を高める必要がある。

- (1) 地表面の性状による影響
- (2) 周辺建物の影響
- (3) 2車線以上の道路での予測式の検討
- (4) 道路勾配の影響
- (5) 気象条件の影響

謝 辞

本調査にあたり多大の御協力をいただいた環境部公害規制課西村技師、大村保健所、諫早保健所、長崎市、佐世保市、諫早市、大村市、多良見町、長与町の公害担当の諸氏、及び本書作成にあたり御指導を戴いた長崎大学医学部公衆衛生学教室竹本教授に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 堀敦雄，他：名古屋市公害研究所報，3，13～17，(1975)
- 2) 古田修一，他：同上誌，4，19～24，(1975)
- 3) 田村栄一，他：愛知県公害調査センター所報，5，101～108，(1977)
- 4) 石井聖光：日本音響学会誌，31，8，507～517，(1975)
- 5) 石井聖光：同上誌，38，8，426～430，(1977)

図15-1 実測値と予測値との差
(○予測値の補正なし，△予測値の暗騒音補正後)
縦軸は実測値から予測値を引いた値

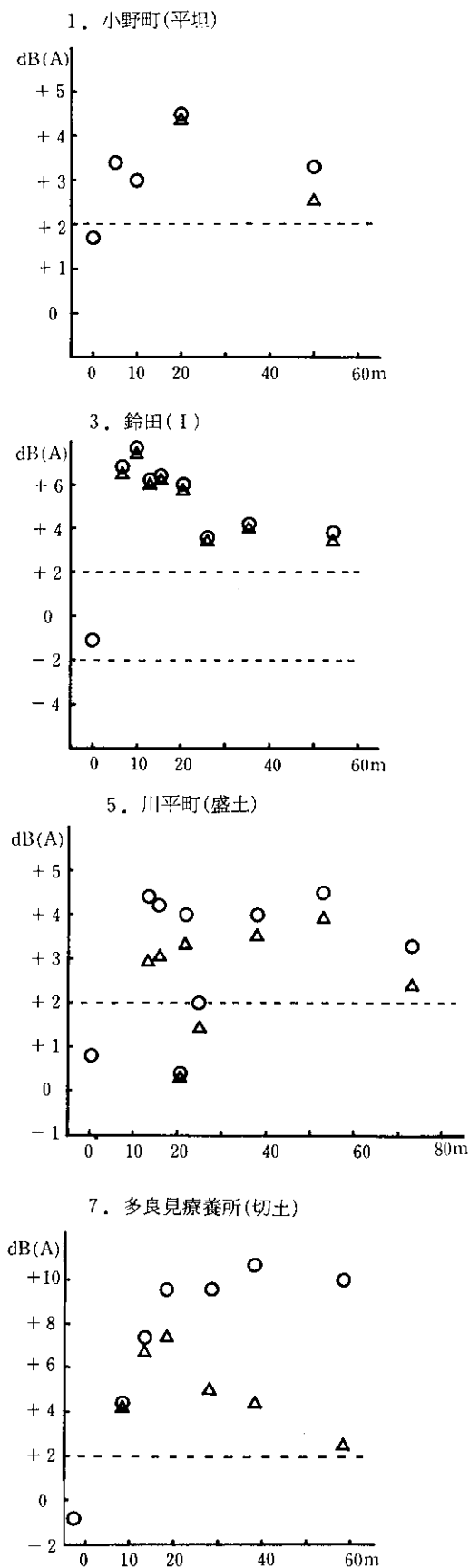


図15-2 実測値と予測値との差

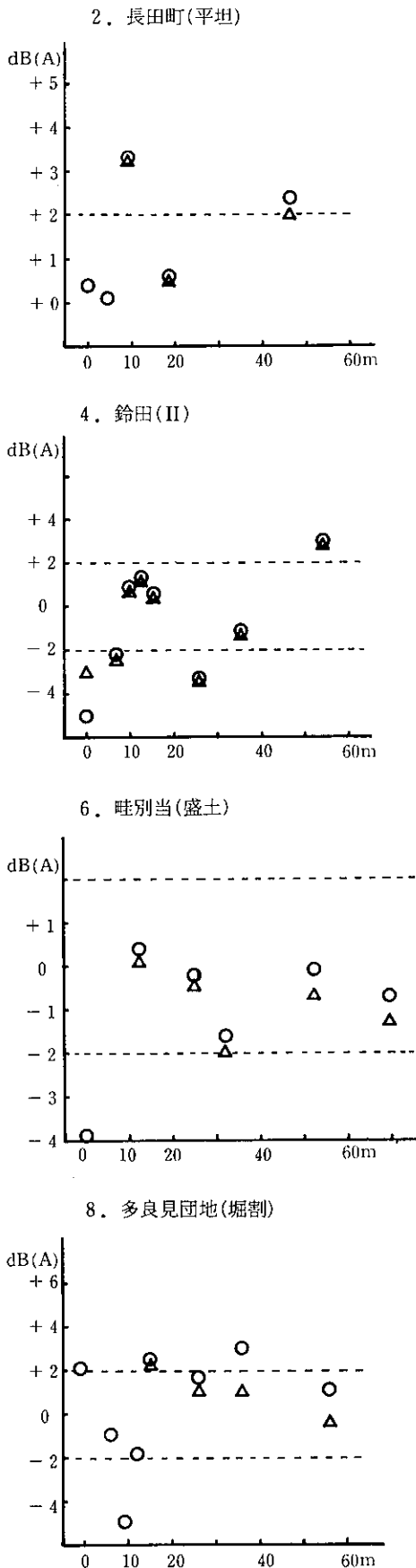


表 3 実測結果-諫早市小野町

測定地点 路肩端 地上面 からの-からの 距離(m) 高さ(m)	測定 値数	平均値 dB(A)	最小値~ 最大値 dB(A)	標準 偏差
0 - 0.45 (道路端)	6	67.5	60.8~ 73.6	4.2
1.2	42	70.1	63.6~ 75.0	2.7
2.5	7	69.5	68.0~ 71.6	1.2
5 - 0.45	6	63.3	59.5~ 66.0	2.6
1.2	21	66.6	59.6~ 70.6	3.5
2.5	7	68.1	63.3~ 72.0	3.2
10 - 0.45	6	60.3	53.6~ 63.8	3.2
1.2	24	63.5	58.5~ 66.8	2.5
2.5	7	65.9	60.3~ 69.3	2.9
20 - 1.2	27	62.4	58.0~ 65.6	2.0
2.5	7	63.8	60.6~ 67.0	2.3
50 - 0.45	7	53.6	50.3~ 56.0	1.8
1.2	26	56.5	51.3~ 59.8	2.0
2.5	7	59.4	54.0~ 62.2	2.5
100 - 0.45	6	51.1	49.3~ 53.6	1.5
1.2	13	52.4	50.3~ 56.9	1.8
2.5	7	53.3	52.3~ 54.2	0.6

測定項目	測定 値数	平均値	最小値~ 最大値	
平均車速 (km/時)	6	43.4	41.5~ 44.2	
交通量 (台/時)	6	938	888~ 1,074	
車種 混入率	b ₁ : 乗用車類 混入率	6	0.61	0.60~ 0.67
	b ₂ : 小型貨物車類 混入率	6	0.23	0.20~ 0.23
	b ₃ : 大型車類 混入率	6	0.16	0.12~ 0.18

表 4 実測結果—諫早市長田町

測定地点 路肩端 地上面 からの—からの 距離(m) 高さ(m)	測定 値数	平均値 dB(A)	最小値～ 最大値 dB(A)	標準 偏差
0 — 0.45 (道路端)	12	67.2	62.6～ 71.0	2.3
1.2	32	66.6	61.0～ 71.0	2.8
2.5	6	67.9	62.0～ 70.2	3.0
4.6 — 0.45	12	60.6	56.5～ 65.0	3.0
1.2	20	61.9	57.8～ 67.5	2.7
2.5	7	64.5	60.5～ 68.3	2.6
9.2 — 0.45	12	60.2	58.0～ 61.6	1.2
1.2	20	58.8	49.0～ 66.6	4.8
2.5	6	61.4	52.5～ 68.6	5.1
18.5 — 1.2	20	59.0	56.5～ 62.0	1.7
2.5	6	60.7	59.5～ 62.3	1.0
46.3 — 0.45	14	58.1	54.5～ 63.0	2.4
1.2	20	56.7	51.8～ 60.0	2.0
2.5	6	57.7	53.0～ 62.3	2.9
92.7 — 0.45	12	52.9	47.1～ 57.5	2.8
1.2	12	51.6	46.9～ 57.2	3.3
2.5	6	57.6	56.5～ 59.4	1.0

測定項目	測定 値数	平均値	最小値～ 最大値	
平均車速 (km/時)	7	46.2	43.3～ 48.7	
交通量 (台/時)	7	689	552～861	
車種 混入率	b ₁ : 乗用車類 混入率	7	0.60	0.51～ 0.67
	b ₂ : 小型貨物車類 混入率	7	0.21	0.17～ 0.25
	b ₃ : 大型車類 混入率	7	0.19	0.16～ 0.24

表 5 実測結果—大村市鈴田(昭和51年9月14日)

測定地点 路肩端 地上面 からの—からの 距離(m) 高さ(m)	測定 値数	平均値 dB(A)	最小値～ 最大値 dB(A)	標準 偏差
0 — 1.2 (道路端)	13	70.6	67～73	1.9
7.1 — 1.2	13	58.8	57～60	1.0
10.0 — 1.2	13	60.2	59～62	1.0
12.8 — 1.2	13	59.2	58～62	1.1
15.6 — 1.2	13	60.1	58～63	1.2
20.4 — 1.2	13	60.2	57～62	1.6
26.0 — 1.2	13	57.8	54～61	2.2
35.5 — 1.2	13	57.5	53～61	2.2
54.4 — 1.2	13	54.8	52～58	2.0
101.7 — 1.2	13	52.4	49～57	2.1

測定項目	測定 値数	平均値	最小値～ 最大値	
平均車速 (km/時)	(注) 60	45.7	30.3～ 56.5	
交通量 (台/時)	3	1,426	1,308～ 1,644	
車種 混入率	b ₁ : 乗用車類 混入率	3	0.72	0.68～ 0.76
	b ₂ : 小型貨物車類 混入率	3	0.16	0.14～ 0.17
	b ₃ : 大型車類 混入率	3	0.12	0.10～ 0.16

(注) 車速の測定値数は全測定台数

表 6 実測結果—大村市鈴田(昭和53年7月7日)

測定地点 路肩端 地上面 からの—からの 距離(m) 高さ(m)	測定 値数	平均値 dB(A)	最小値～ 最大値 dB(A)	標準 偏差
0 — 1.2 (道路端)	60	67.8	59.8～ 73.5	3.3
7.1 — 1.2	53	52.3	44.0～ 60.0	3.5
10.0 — 1.2	12	54.8	49.5～ 59.0	2.9
12.8 — 1.2	45	55.7	46.2～ 60.3	2.8
15.6 — 1.2	53	55.7	51.3～ 61.2	2.2
3.0	55	56.5	52.2～ 61.7	2.4
5.0	54	59.9	51.4～ 74.2	4.8
26.0 — 1.2	56	52.3	44.0～ 57.0	2.4
5.0	38	57.5	49.0～ 62.7	2.5
35.5 — 1.2	56	53.6	45.2～ 58.5	2.5

測定項目	測定 値数	平均値	最小値～ 最大値	
平均車速 (km/時)	7	50.8	49.3～ 52.7	
交通量 (台/時)	9	1,446	906～ 1,878	
車種 混入率	b ₁ : 乗用車類 混入率	9	0.73	0.60～ 0.80
	b ₂ : 小型貨物車類 混入率	9	0.10	0.08～ 0.15
	b ₃ : 大型車類 混入率	9	0.17	0.11～ 0.25

表 7 実測結果—長崎市川平町

測定地点 路肩端 地上面 からの—からの 距離(m) 高さ(m)	測定 値数	平均値 dB(A)	最小値～ 最大値 dB(A)	標準 偏差
0.5 — 1.2 (道路端)	5	70.9	67.3～ 73.3	2.7
13.3 — 1.2	11	54.5	51.0～ 57.1	1.9
15.8 — 1.2	23	55.1	51.3～ 58.8	1.8
3.0	6	56.4	54.8～ 59.0	1.5
6.0	6	59.2	57.6～ 61.0	1.1
9.0	6	61.2	59.5～ 63.3	1.2
20.8 — 1.2	5	54.5	52.4～ 55.6	1.2
21.8 — 1.2	5	58.2	56.3～ 60.0	1.4
3.0	5	57.4	56.2～ 59.1	1.3
6.0	5	61.1	60.2 62.8	1.1
9.0	5	62.2	60.4～ 64.6	1.6
24.8 — 1.2	12	56.7	54.5～ 58.7	1.5
37.8 — 1.2	5	59.5	58.6～ 60.0	0.5
52.8 — 1.2	23	58.8	56.2～ 62.2	1.7
3.0	7	55.9	54.8～ 58.2	1.3
6.0	7	57.5	55.8～ 59.8	1.2
9.0	7	57.3	55.4～ 60.2	1.5
72.8 — 1.2	5	56.1	53.6～ 57.2	1.3

測定項目	測定 値数	平均値	最小値～ 最大値	
平均車速 (km/時)	—	60 (制限 車速)	—	
交通量 (台/時)	4	1,224	1,056～ 1,440	
車種 混入率	b ₁ : 乗用車類 混入率	4	0.76	0.65～ 0.88
	b ₂ : 小型貨物車類 混入率	4	0.14	0.08～ 0.19
	b ₃ : 大型車類 混入率	4	0.10	0.04～ 0.20

表8 実測結果—長崎市畔別当

測定地点 路肩端 地上面 からの—からの 距離(m) 高さ(m)	測定 値数	平均値 dB(A)	最小値～ 最大値 dB(A)	標準 偏差
0 — 1.2 (道路端)	13	65.8	56.3～ 73.5	4.5
12.3 — 1.2	12	55.2	52.6～ 57.8	1.4
24.9 — 1.2	13	54.2	49.3～ 58.3	2.6
31.7 — 1.2	13	52.0	46.5～ 55.9	2.9
52.7 — 1.2	13	51.6	47.5～ 54.5	2.2
69.3 — 1.2	13	51.0	45.0～ 54.5	2.7
92.0 — 1.2	13	50.4	45.0～ 54.8	2.9
137.3 — 1.2	13	52.2	47.5～ 55.2	2.2

測定項目	測定 値数	平均値	最小値～ 最大値
平均車速 (km/時)	1	56.1	—
交通量 (台/時)	1	867	—
車種 混入率	b ₁ : 乗用車類 混入率	1	0.70
	b ₂ : 小型貨物車類 混入率	1	0.18
	b ₃ : 大型車類 混入率	1	0.12

表9 実測結果—多良見町多良見療養所

測定地点 路肩端 地上面 からの—からの 距離(m) 高さ(m)	測定 値数	平均値 dB(A)	最小値～ 最大値 dB(A)	標準 偏差
-2.7 — 1.2 (道路端)	18	71.4	69～76	2.0
8.2 — 1.2	11	67.9	65～71	1.6
13.2 — 1.2	18	63.1	61～66	1.3
18.2 — 1.2	18	60.0	58～63	1.3
28.2 — 1.2	18	54.8	53～57	1.2
38.2 — 1.2	17	53.7	52～55	0.8
58.2 — 1.2	18	51.4	50～53	0.8

測定項目	測定 値数	平均値	最小値～ 最大値
平均車速 (km/時)	—	60(制限車速)	—
交通量 (台/時)	3	691	616～750
車種 混入率	3	854	720～984
b ₁ : 乗用車類 混入率	3	0.71	0.63～0.77
b ₂ : 小型貨物車類 混入率	3	0.74	0.61～0.81
b ₃ : 大型車類 混入率	3	0.19	0.11～0.27
	3	0.17	0.09～0.30
	3	0.10	0.07～0.12
	3	0.09	0.08～0.11

上段は諫早→長崎, 下段は長崎→諫早。

表11 予測結果—諫早市小野町 (平坦構造)

測定地点 路肩端からの—地上面からの 距離m 高さm	回折減衰による補正值 α_d (dB(A))	種々の原因による補正值 α_i (dB(A))	自動車交通騒音中央値 L_{50} (dB(A))
0 — 1.2 (道路端)	—	-2.5	68.4
5 — 1.2	—	-6.4	63.2
10 — 1.2	—	-7.8	60.5
20 — 1.2	—	-8.2	57.9
50 — 1.2	—	-9.4	53.2

表10 実測結果—多良見町多良見団地

測定地点 路肩端 地上面 からの からの 距離(m) 高さ(m)	測定 値数	平均値 dB(A)	最小値～ 最大値 dB(A)	標準 偏差
-0.9 - 1.2 (道路端)	12	68.2	50～76	7.2
6.0 - 1.2	12	63.8	53～71	5.8
9.0 - 1.2	12	57.8	52～62	3.5
12.0 - 1.2	12	55.8	52～59	2.2
15.0 - 1.2	12	54.8	50～57	2.2
26.0 - 1.2	12	49.7	47～52	1.7
36.0 - 1.2	12	47.0	43～51	1.9
56.0 - 1.2	9	45.1	43～47	1.2

測定項目	測定 値数	平均値	最小値～ 最大値	
平均車速 (km/時)	(注) 51	66.1	46.6～ 83.4	
交通量 (台/時)	4	848	768～912	
車種 混入率	b ₁ : 乗用車類 混入率	4	0.74	0.72～ 0.78
	b ₂ : 小型貨物車類 混入率	4	0.16	0.11～ 0.19
	b ₃ : 大型車類 混入率	4	0.10	0.06～ 0.12

(注) 車速の測定値数は全測定台数を示す。

表12 予測結果—諫早市長田町 (平坦構造)

測定地点 路肩端からの 地上面からの 距離m 高さm	回折減衰による補正值 α_a (dB(A))	種々の原因による補正值 α_i (dB(A))	自動車交通騒音中央値 L ₅₀ (dB(A))
0 - 1.2 (道路端)	—	-2.5	66.2
4.6 - 1.2	—	-6.4	61.8
9.2 - 1.2	—	-7.8	59.5
18.5 - 1.2	—	-8.2	58.4
46.3 - 1.2	—	-9.2	54.3
92.7 - 1.2	—	—	—

表13 予測結果—大村市鈴田 (盛土構造) (昭和51年9月14日)

測定地点 路肩端からの 地上面からの 距離m 高さm	回折減衰による補正值 α_a (dB(A))	種々の原因による補正值 α_i (dB(A))	自動車交通騒音中央値 L ₅₀ (dB(A))
0 - 1.2 (道路端)	—	-1.5	71.7
7.1 - 1.2	-10.2	-6.8	51.2
10.0 - 1.2	-9.0	-7.8	52.5
12.8 - 1.2	-8.1	-7.5	53.0
15.6 - 1.2	-7.6	-6.7	53.7
20.4 - 1.2	-7.1	-5.8	54.2
26.0 - 1.2	-6.8	-5.2	54.2
35.5 - 1.2	-6.5	-5.2	53.3
54.4 - 1.2	-6.3	-6.0	51.0
101.7 - 1.2	-6.3	—	—

(注) α_a = 読み取り値

表14 予測結果—大村鈴田（盛土構造）(昭和51年7月7日)

測定地点 路肩端からの距離m	地上面からの高さm	回折減衰による補正值 α_d (dB (A))	種々の原因による補正值 α_i (dB (A))	自動車交通騒音中央値 L_{50} (dB (A))
0	1.2 (道路端)	—	-1.5	70.8
7.1	1.2	-10.2	-6.8	54.5
10.0	1.2	-9.0	-7.8	53.9
12.8	1.2	-8.1	-7.5	54.4
15.6	1.2	-7.6	-6.7	55.1
	3.0	-6.6	-5.5	57.3
	5.0	-6.3	-4.7	58.5
26.0	1.2	-6.8	-5.2	55.6
	3.0	-6.5	-4.4	56.7
	5.0	-6.1	-3.8	57.8
35.5	1.2	-6.5	-5.2	54.7
54.4	1.2	-6.3	-6.0	52.4
101.7	1.2	-6.3	—	—

(注) α_d = 読み取り値

表15 予測結果—長崎市川平町（盛土構造）

測定地点 路肩端からの距離m	地上面からの高さm	回折減衰による補正值 α_d (dB (A))	種々の原因による補正值 α_i (dB (A))	自動車交通騒音中央値 L_{50} (dB (A))
0.5	1.2 (道路端)	—	-1.9	70.1
13.3	1.2	-10.4	-8.0	50.1
15.8	1.2	-9.1	-8.1	50.9
20.8	1.2	-7.5	-5.7	54.1
21.8	1.2	-7.3	-5.6	54.2
24.8	1.2	-6.8	-5.2	54.7
37.8	1.2	-4.4	-5.3	55.5
52.8	1.2	-3.8	-5.8	54.3
72.8	1.2	-3.1	-6.8	52.8

(注) α_d = 読み取り値

表16 予測結果—長崎市畦別当（盛土構造）

測定地点 路肩端からの距離m	地上面からの高さm	回折減衰による補正值 α_d (dB (A))	種々の原因による補正值 α_i (dB (A))	自動車交通騒音中央値 L_{50} (dB (A))
0	1.2 (道路端)	—	—	69.7
12.3	1.2	-4.9	-7.8	54.8
24.9	1.2	-5.7	-5.2	54.4
31.7	1.2	-5.7	-5.1	53.6
52.7	1.2	-4.9	-5.9	51.7
69.3	1.2	-3.0	-6.7	51.7
92.0	1.2	-3.0	—	—
137.3	1.2	-3.0	—	—

(注) α_d = 読み取り値

表17 予測結果—多良見町多良見療養所（切土構造）

測定地点 路肩端からの 距離m	地上面からの 高さm	回折減衰による補正值 α_d (dB(A))	種々の原因による補正值 α_r (dB(A))	自動車交通騒音中央値 L_{50} (dB(A))
-2.7	1.2 (道路端)	—	—	70.6
8.2	1.2	—	-5.1	63.5
13.2	1.2	-6.8 -3.7	-7.2	55.7
18.2	1.2	-10.8 -7.0	-8.4	50.4
28.2	1.2	-13.3 -10.1	-9.6	45.2
38.2	1.2	-14.2 -11.5	-9.7	43.0
58.2	1.2	-15.8 -12.7	-8.6	41.4

(注) α_d の上段は（諫早→長崎）側，下段は（長崎→諫早）側。
 α_d = 読み取り値 + 2

表18 予測結果—多良見町多良見団地（掘割構造）

測定地点 路肩端からの 距離m	地上面からの 高さm	回折減衰による補正值 α_d (dB(A))	種々の原因による補正值 α_r (dB(A))	自動車交通騒音中央値 L_{50} (dB(A))
-0.9	1.2 (道路端)	—	—	66.1
6.0	1.2	—	-3.8	64.7
9.0	1.2	+0.2	-5.5	62.7
12.0	1.2	-3.3	-6.7	57.6
15.0	1.2	-5.2	-7.6	52.3
26.0	1.2	-8.2	-9.4	48.0
36.0	1.2	-9.1	-9.7	44.7
56.0	1.2	-10.0	-8.8	44.0

(注) α_d = 読み取り値 + 2

トレーサーガスによる大気拡散調査

公害研究部大気科

淵 義明・山口 道雄・松田 正彦

Diffusion Experiments in Various Topographical Conditions by Tracer Gas

Department of Environmental Pollution, Air Quality Section
Yoshiaki FUCHI, Michio YAMAGUCHI, Masahiko MATSUDA

To forecast the diffusion of air pollutant around a highway, this experiment was made by use of tracer gas (SF_6) in Nagasaki City from 1976 to the basis of experiment on Nitrogen Oxides exhausted from motor vehicles near a highway in 1975.

Among series of experiments, a point source and a line source were used at four places (Kaminoshima, Kawabira, Azebettoh, Nishiyama) and two places (Mie, Azebettoh) respectively.

Diffusion parameters (σ_y , σ_z) were decided using Pasquill-Gifford nomogram based on Pasquill Category according to mean wind speed and insolation in daytime, further, were calculated from the measured values by two approximation methods at Mie.

The estimated values that were calculated by a Gaussian Plume model and Puff model by were compared with the measured values.

The results were summarized as follows:

1. At Kaminoshima where is a flat land having no topographical effects on diffusion, the measured values of SF_6 under the atmospheric stability class B were compared with the calculated values of Plume model and Puff model on the class B and B~C.

Under the class B, the measured values were larger than the calculated values of Puff model, but were smaller than those of Plume model.

Under the class B~C which indicates the slightly stabler condition than class B, the measured values were similar to the calculated values of Puff model, but were larger than those of Plume model.

2. At Mie (a flat land), the distribution of SF_6 concentration differed clearly between the class A~B and C~D.

Diffusion parameters (σ_z) under the class A~B and C~D were calculated from the measured values and were compared with σ_z of Pasquill-Gifford nomogram under the same class, they were greater than σ_z of Pasquill-Gifford near the line source and became similar to that at leeward distance 50~100 m from the source.

3. At Azebettoh, the measured values both in stable and unstable atmospheric conditions were compared with the calculated ones by Puff model and Plume model using following three assumptions.

- 1) $H_e = Z = 1.2$ (m)
- 2) $H_e = 1.2$ $Z = 1.5$ (m)
- 3) $H_e = 1.2 - (Z \text{ co-ordinates})$ $Z = 1.5$ (m)

In the stable condition, the calculated values of Assumption 1 and 2 were more coincident with the measured values than those of Assumption 3. Moreover, the correlation coefficient and regression line of Assumption 1 for the measured values were similar to those of Assumption 2.

Judging from coincidence between the calculated and measured values, Puff model slightly better than Plume model.

In the unstable condition, the summed values in the frequency of each wind direction by Assumption 1 coincided well the measured values.

4. At Nishiyama, the terrain is rough but upper wind was the stable, therefore, in many cases, the measured values were similar to the calculated values of Plume model.
5. At Kawabira (point source) and Azebettoh (line source) where are rough terrain, the wind fluctuation was generally great, so main wind direction turned aside occasionally from the sampling of SF_6 . Therefore the typical diffusion patterns were not obtained.

I. はじめに

大気汚染に大きな影響を与え、局所的汚染の原因となっている自動車排出ガスが拡散される様相は、その物性、気象、地形等の各種要因により影響を受け複雑である。

自動車排気ガスの主成分である窒素酸化物およびその二次大気汚染物質である光化学オキシダントのような反応性の高い物質は、大気中で化学的変化をおこし減少を伴うため拡散現象の把握が困難であり、その化学反応機構等についても研究が進められているところである。

一方、排気ガス拡散に物理的な働きかけをする地形、気象等の諸条件下における安定な汚染物質についても、実験的な現象把握を基にした拡散理論の裏付けがなさ

れている。

本県においては九州横断自動車道の建設や各地で一般自動車道の建設予定があり、住民の健康保持と生活環境の保全の観点から、自動車排気ガスの実態調査および拡散状態の把握が急がれている。本調査はその基礎資料を得る目的で、トレーサーガス(SF_6)を用いて長崎市内の平坦地や起伏地など、6個所で拡散実験を行い若干の知見を得ることが出来たので報告する。

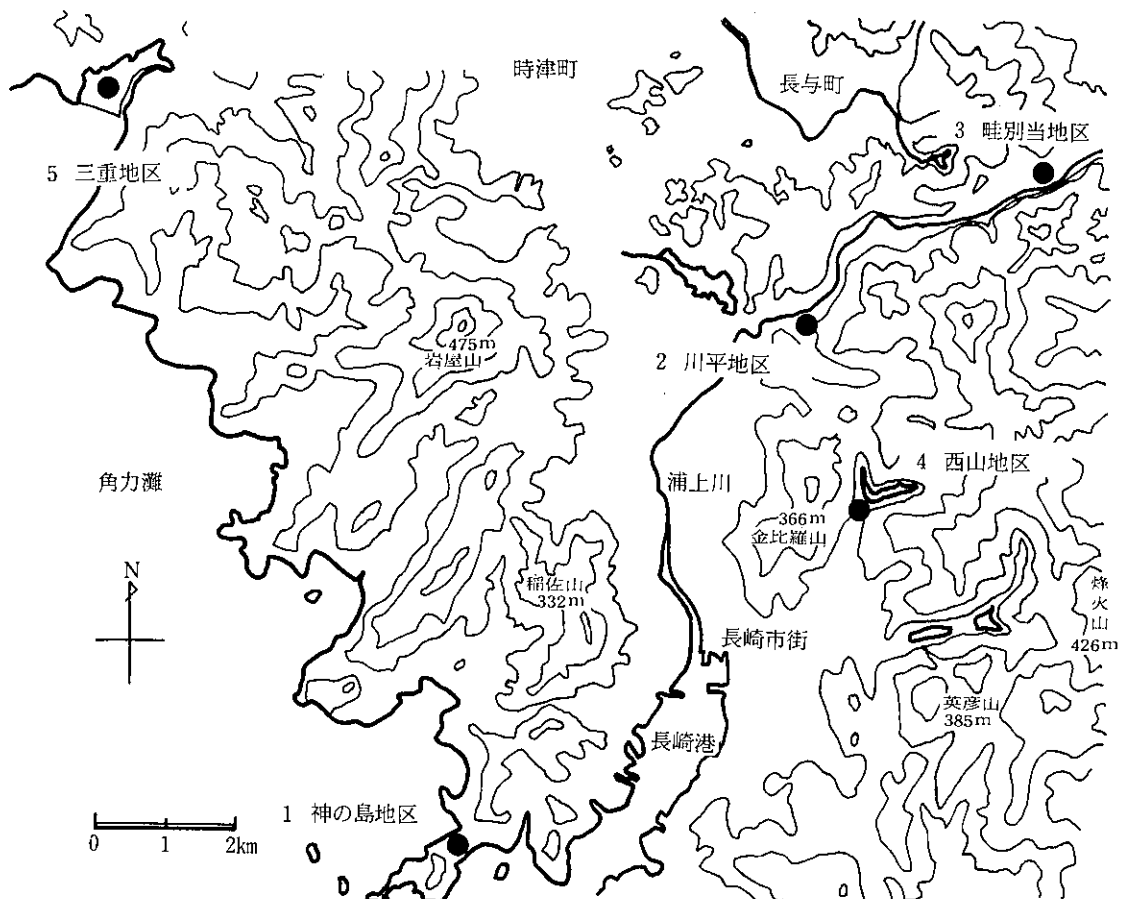
なお本調査は公害規制課が総括した大気環境基礎調査の一環でもある。

II. 調査概要

1. 調査場所および期間

- (1) 神の島地区 昭和51年10月5日～19日
- (2) 川平地区 昭和51年11月2日～14日

図1 調査場所



- (3) 畦別当地区 昭和51年11月15日～27日
- (4) 西山地区 昭和51年12月6日～17日
- (5) 三重地区 昭和52年10月6日～15日
- (6) 畦別当地区 昭和52年12月5日～21日
昭和53年2月1日～17日

- 5) 日射量 放射収支量
- 6) 雲量
- 7) 時間帯別自動車交通量 車種別交通量

2. 調査内容

(1) 調査項目

- 1) トレーサーガス濃度
- 2) 窒素酸化物
- 3) 風向風速
- 4) 気温湿度

(2) トレーサーガスおよび放出源

1) トレーサーガス

6 弗化いおう(以下 SF₆)を使用した。 内容量10kgのボンベ入り(液化)
分子量：146.07 比重：1.67(液体)
凝固点：-64°C

2) 点源

図2の装置でSF₆を放出させた。なおブローアの調

(点源) 図2 トレーサーガス放出装置および装置

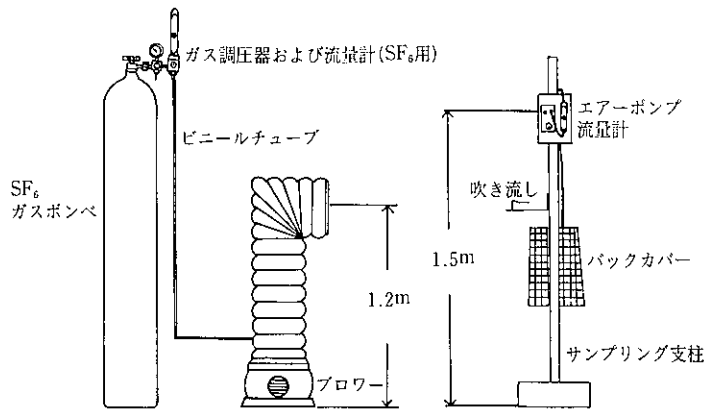


図3 トレーサーガス放出装置およびサンプリング装置

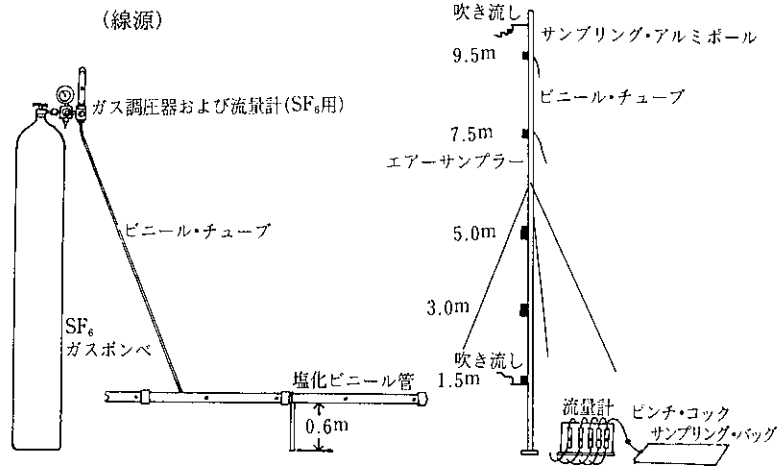
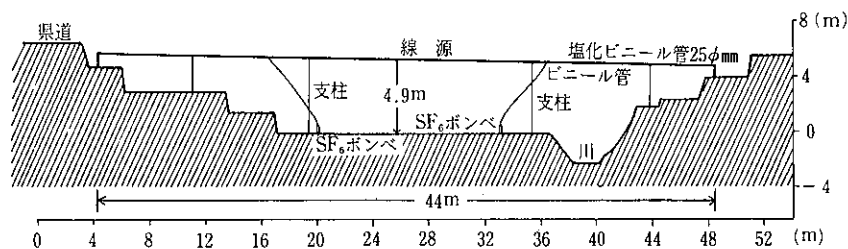


図4 畦別当地区における線源地点の断面図



節により希釈空気は $2 \text{ m}^3/\text{min}$ に設定した。放出口の高さは地上1.2mである。調圧器、流量計は SF_6 専用ラボ調整器(日本酸素株式会社1004-01B, 1004G-25A)を使用した。

3) 線源

装置を図3に示した。流量計から塩化ビニール管までの導管はビニール管(内径10mm)であり、2m間隔に直径2mmの孔を開け上向きの放出源とした。

三重地区での調査では放出源の高さは0.6mで、線源の長さは100mで北とのなす角が 48° である。また塩化ビニール管への SF_6 の導入は線源の両端から、それぞれ25m地点の2箇所である。

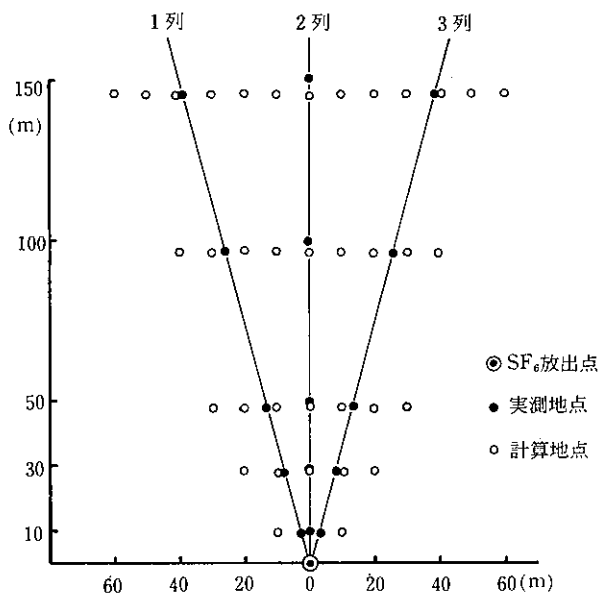
畦別当地区では高さ4.9m、長さ44mの線源で北とのなす角は 37° である。その両端からそれぞれ11m地点に SF_6 を導入した。図4に線源地点の断面図を示した。

(3) 点源の調査場所

1) 神の島地区

図1, 別添図1に示したように長崎市街部の南西に位置し、神の島と対岸との瀬戸を埋立てた平坦地で、北北西および南南東側が開放され、両方位の風が卓越しているため、放出源を同地区の北北西、南南東側に設置し、調査時前の風向により風下方向にサンプリング列を設けた。採取地点およびその座標は図5に示した。なお、その高さは1.5mである。

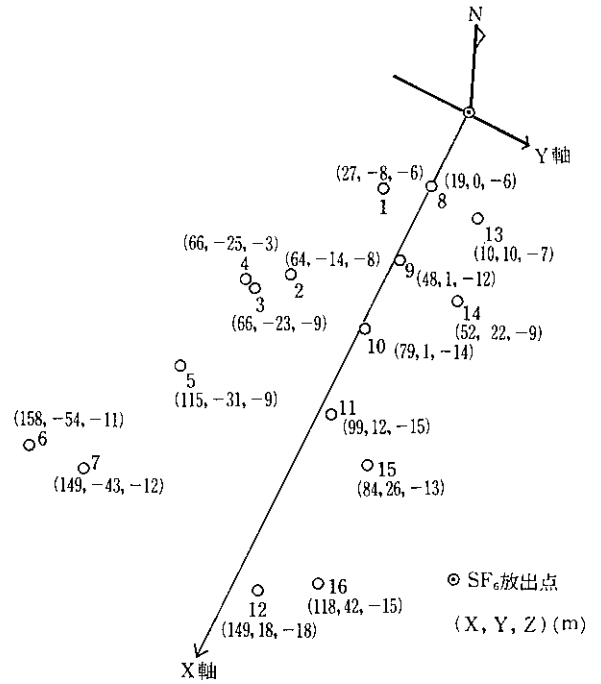
図5 神の島地区におけるサンプリング地点及び座標



2) 川平地区

図1, 別添図2が示すように、小高い山々の谷間を浦上川が流れ、その川沿いに民家が密集した地区であ

図6 川平地区におけるサンプリング地点及び座標



る。この地区を通る国道34号長崎バイパスは以前、長崎市内から諫早方面への主要幹線は国道34号日見線が1本であった為に交通が渋滞したので、この分散、緩和の策として昭和42年完成したもので、同地区は長崎側の起点となった。

今回の調査地区では長崎バイパスは浦上川との高度差、約10mの切土構造であり、長崎市内から料金徴集所(北北東方向)へ向って緩やかな上り勾配となっている。

SF_6 の放出口は浦上川に掛る橋梁上に設置し、その南～南西側に16地点を設けた。なお図6, 別添図2に各採取地点、座標を示した。

3) 畦別当地区

同地区は図1, 別添図3に示すように川平地区の上流であり、標高200m程度の山間地で谷を流れる小川の両岸は階段状の田畑および林となっている。谷間に沿って県道(東長崎長与線)、国道34号長崎バイパスが通る溝状地形である。

バイパス側の放出口から図7, 別添図3に示したように西北西から南西の方向へ5列に4地点、計20の採取地点を設けた。各サンプリング地点の座標は図7に示した。

4) 西山地区

図1に示したように西北部に金比羅山(366m)が、また東部に烽火山(462m)が位置し、両山の裾に形成した谷で、さらに北部は小高い山が蓋をするような状態で迫出し、南側だけが開放された地区である。明治37年、

図7 畦別当地区におけるサンプリング地点及び座標

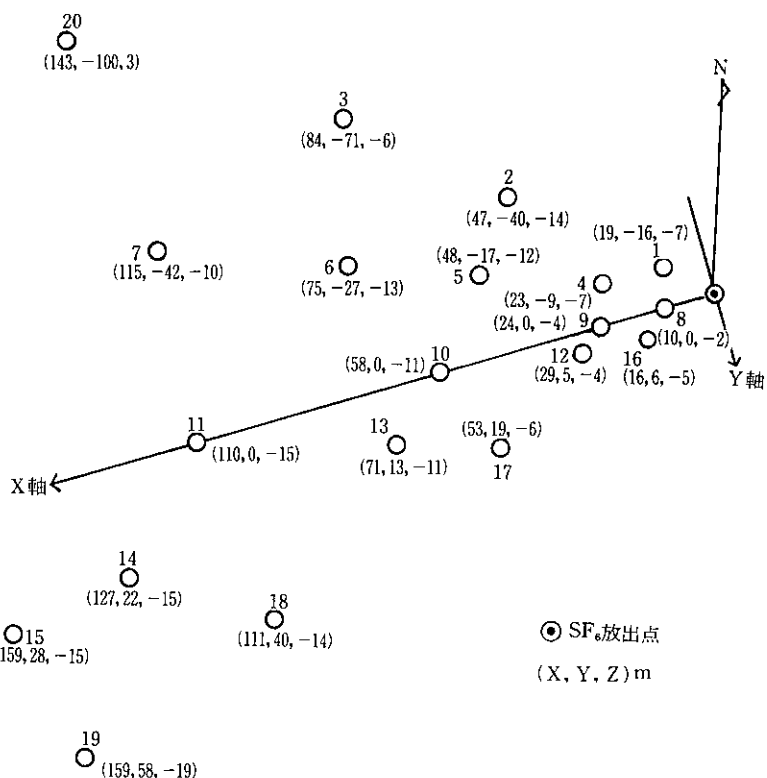
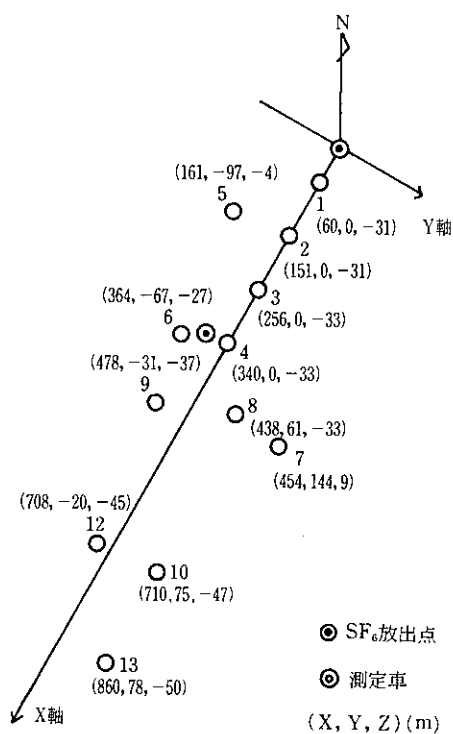


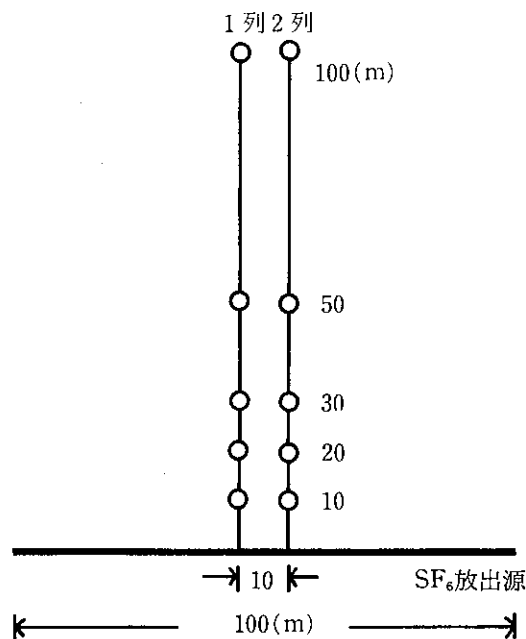
図8 西山地区におけるサンプリング地点及び座標



この地形を利用し、西山高部貯水池が建設された。

今回の調査のSF₆放出点とした貯水池の堰堤は長さ約139m、高さ約32mである。サンプリング地点は別添図4に示すように堰堤から南西方向に12地点を設けた。図8にそれぞれの座標を示したが、他の地区と比

図9 三重地区におけるサンプリング地点および座標



べ放出点の高度が大きいためサンプリング地点の距離も長く、最短地点が60m、最長地点が860mである。なお、地点1から4までは高部浄水場内、地点の5、7、12を除く他の地点は住宅の密集した場所である。

(4) 線源の調査場所

1) 三重地区

長崎市北西部の角力灘に面した畷刈で長崎漁港のための入江埋立が昭和48年から施工され現在も工事が行なわれている。

別添図5に示すように、この埋立地の3方は小高い山に囲まれた平坦地である。調査は、その埋立地内の恵比須島(埋立前の名称)付近で、周囲に建物等の全くない場所で実施した。

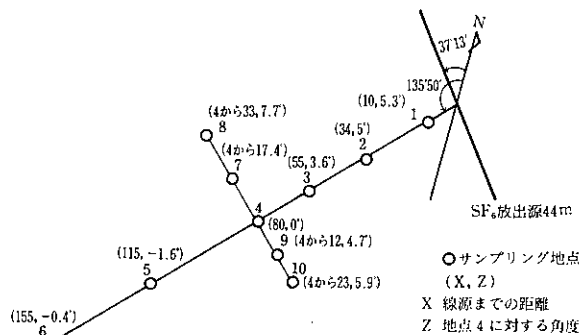
図9に示したように、線源に対して風下直角方向に2列のサンプリング列を設定し、距離10mから100mまでに5地点を設け、各地点とも図3に示したように地上1.5m, 3m, 5.0m, 7.5m, 9.5mの高度に採取口を設置した。

2) 畦別当地区

点源での調査を実施した同じ地区で、図10に示したように線源から98°37'の角度にサンプリング列を設置し、同列に6地点、最長採取地点は155mである。さらに、地点4から線源と平行に4地点を設けた。

図10に示した各地点の座標は地点1～4までは線源からの距離と地点4からの伏角または仰角である。地点7から地点10の地点については、地点4からの距離と仰角である。各地点とも図3に示したように地上1.5m～9.5mに採取口を設けた。

図10 畦別当地区におけるサンプリング地点および座標



(5) 測定時間および方法

1) 測定時間

SF₆は測定開始前、10～30分間(地区により異なる)予備放出し、終了と同時に放出も終了させた。採取時間は原則として60分間である。

2) 測定機器

SF₆: 島津 GC-4 CMPFE ECD⁶³N₂

窒素酸化物: MONITOR-LABS MODEL-8440

風向風速: 小笠原 PR-550TC

小笠原 PR-450

海上電機 ULTRASONIC ANEMO-METOR TU-51

気温、湿度: 玉屋自記温湿度計

日射量: EKO MS-4, 4-1

放射収支量: EKO CN-11

時間帯別自動車交通量: 松下通信トラフィレコーダ VT-811A

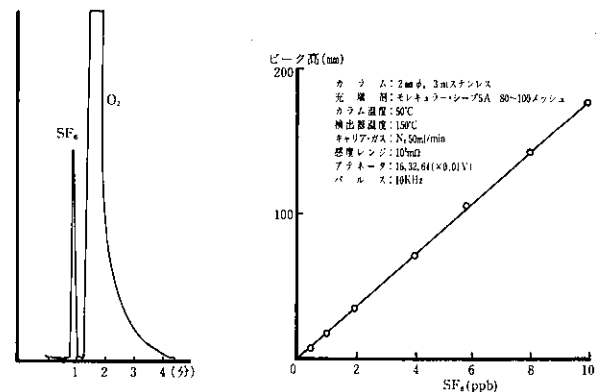
車種別交通量: 数取器

3) 測定方法

i) SF₆

各地点において一斉にハンディエアーサンプラーで毎分0.3 lの流量で採取バック(20 lマイラーバック)に採取し、そのガスサンプルの約10mlを分取し、2 mlサンプリング・グループ付ガスクロマトグラフィーで分析を行った。図10にSF₆の分析図および検量線を示した。

図11 SF₆分析図および検量線



ii) 窒素酸化物

各地点で採取したバックから、SF₆を分析する前にサンプルを分取し測定機(化学発光式)で一酸化窒素、二酸化窒素、窒素酸化物を測定した。

iii) 気象

調査期間中の風向風速は大気汚染移動測定車に搭載した風向風速計で常時観測した。また測定時間中の放出源における風向風速については移動型風向風速計で観測を行った。

なお畦別当地区における線源での調査では、放出源に超音波風向風速計を設置し、測定中の風向風速を観測した。

起伏地における調査では小型の吹流しにより各地点の風向を2分毎に30回観測した。

気温、湿度、日射量、放射収支量は各測定器を1台、調査地区内に設置し調査期間中、連続測定した。

iv) 自動車交通量

時間帯別交通量はトラフィレコーダで連続測定した。車種別交通量は数取器を使用し、大型車、バス、小型貨物車、普通乗用車、タクシー、軽自動車、その他の7車種に分類し測定した。

3. データ処理および拡散計算

(1) サンプリング地点座標および変換

サンプリング地点は実測し(X, Y, Z)座標で表示した。Xは放出源からの水平距離、Yは各地点から基準軸(神の島地区では中央列、他の地区はX軸)までの直交距離である。Zは放出点に対する高度差として表わした。

濃度計算する際はサンプリング時における風向を基に(X, Y)座標は総て変換処理を行い拡散計算した。

(2) 拡散計算式¹⁾

電算機により計算値を求める際は、次の拡散計算式で処理を行った。

1) 正規分布型ブルームモデル

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi \cdot U \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left\{ \exp\left(-\frac{(H-Z)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(H+Z)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right\} \quad (1)$$

2) パフモデル

$$C(x, y, z, t) = \frac{Q}{(2\pi)^{3/2} \sigma_x \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z} \exp\left\{ -\frac{(x-\xi)^2}{2\sigma_x^2} \right\} \cdot \exp\left\{ -\frac{(y-\eta)^2}{2\sigma_y^2} \right\} \cdot \exp\left\{ -\frac{(Z-\zeta)^2}{2\sigma_z^2} \right\} \quad (2)$$

3) 無限線源モデル

$$C(x, z) = \frac{Q}{\sqrt{2\pi} \cdot U \cdot \sigma_z} \left\{ \exp\left(-\frac{(H-Z)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(H+Z)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right\} \quad (3)$$

Q: 排出強度 (cm³/s, cm³/s・m)

U: 風速 (m/s)

(x, y, z): 位置ベクトル (m)

H: 排出源高 (m)

$\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$: 拡散パラメータ (m)

ξ, η, ζ : パフの中心位置 (m)

(3) 計算に用いた拡散パラメータ

1) 点源の場合

測定時に観測された日射量、風速により Meade の安定度分類を日本式に修正した分類法¹⁾で区分し、その大気安定度別にパスキル・ギフォード図およびターナ図の近似式¹⁾より算出した。なお今回の調査において大気安定度は日射量が 5 Cal/cm²・h 以上の場合は日射量と風速で分類し、それ以下の場合は雲量で分類した。

2) 線源の場合

次の通りの方法により拡散パラメータ(σ_z)を求めた。

i) 実測値からそのまま標準偏差を求めた。

ii) 拡散式-(3)から地上源とし近似的に求めた²⁾。

(4) 計算上の仮定

点源による調査を実施した川平地区、畦別当地区、西山地区は起伏地であることから次の3通りの仮定に基づき拡散計算を行った。

1) 仮定1: He = Z = 1.2

2) 仮定2: He = 1.2, Z = 1.5

3) 仮定: He = 1.2 - (Z座標) Z = 1.5

(5) 濃度の重合計算

点源による調査で測定時に風向が複数方位に出現したものは風向別に濃度計算を行い、その風向出現頻度を乗じ重合させた。

$$C = \sum_i C'(Di \cdot Vj) f(Di) \quad (4)$$

C'(Di・Vj): 風向 Di, 風速 Vj における濃度

f(Di): 風向 Di の出現頻度

表1 Meade の安定度分類 (日本式)

地上風速 m/s	日 中			夜 間		
	日 射 量 Cal/cm ² /h			本 曇 (8~10)	上 層 雲 (5~10) 中・下層雲 (5~7)	雲 量 (0~4)
	強 >50	並 49~25	弱 <24			
< 2	A	A~B	B	D	-	-
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

A: 強不安定, B: 並不安定, C: 弱不安定,
D: 中立, E: 弱安定, F: 並安定

III. 調査結果

今回の拡散調査は実施場所の地形別または放出源の種類別で2通りの分類がだまかにできるが、結果の取纏めは、地形別に分け、平坦地での調査を拡散調査手法の基礎的な検討とし、起伏地については拡散実態調査的な見地からの把握を主眼として作業を行った。

なお、本調査において測定、観測された総ての結果については、気象条件その他の障害があったものをも含め、一括して本報告の末尾に別表として記載した。また、同時に測定した各サンプリング地点の窒素酸化物濃度および車種別交通量についても、別表とした。

1. 平坦地における大気拡散基礎調査

(1) 神の島地区(点源)

1) 気象³⁾⁴⁾

調査実施日の天気を別添図6に示した。12日は朝鮮付近にある低気圧を含む気圧の谷の通過のため曇がちであった。18日は高気圧が九州を去り、一般的に雲の多い天気であった。19日は東支那海に発生した低気圧のため、下り坂に向った。

測定時の気温は19.9°C~23.2°C、湿度は47~68%であった。風はNW~WNWおよびE~SSEが卓越しており、風速は2 m/s前後であった。日射量は21.5~42.5 Cal/cm²・hであり、大気安定度に分けるとA~Bが1例、Bが2例、Cが2例出現した。

2) 結果

図12, 13は10月18日の1回目に測定した実測値および

図12 神の島地区の実測値および計算値
昭和51年10月18日 14:04~15:04 (安定度B)

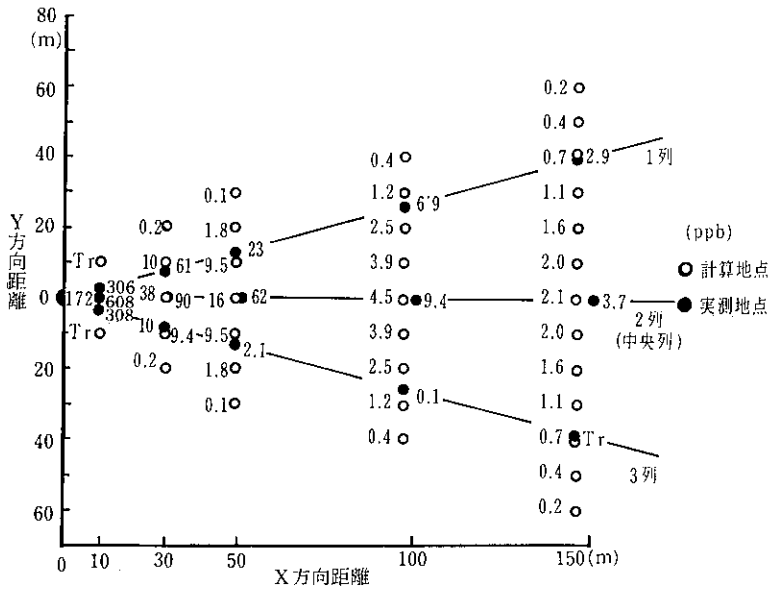
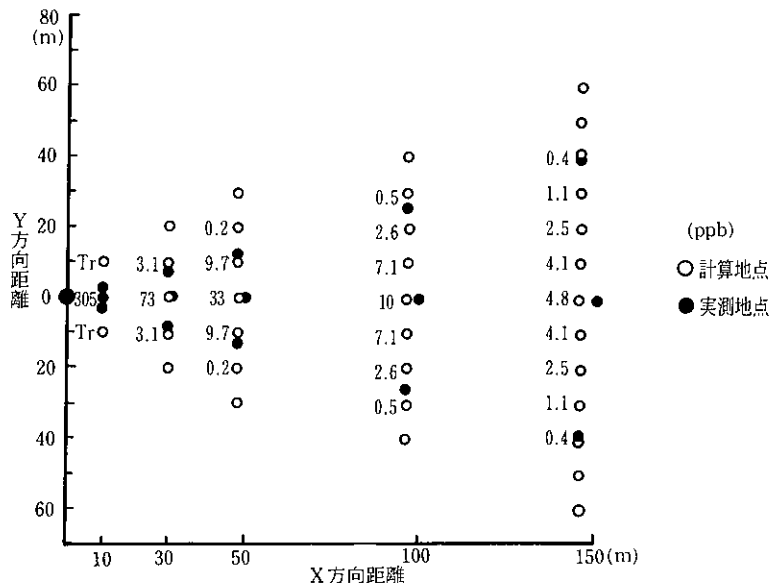


図13 神の島地区の計算値
昭和51年10月18日 14:04~15:04 (安定度B~C)



び計算値の濃度分布図である。実測値は10m地点では中央列が最も高く、左右対称であるが、30m以降になると3列目は極端に低い値で、100m地点では検出限界(0.1ppb)であった。この原因として1列目側に風の主軸が傾いていたことによるものと思われる。

図12の左側数値は実測値と比較するために同一条件(安定度B)でブルーム式により計算した値である。図13は大気安定度を1ランク安定度側へとりB~Cでの

拡散パラメータ(以下 σ_y, σ_z)を用い計算したものである。

なお、各風下距離の横方向濃度については、5m刻みで計算したが、ここでは10m間隔に濃度を記載した。

中央列についてみた場合、両計算値とも実測値より低い値であるが、サンプリング時の大気安定度Bで算出された結果よりも、B~Cとした場合の方が実測値に近い値であった。

図14-1 神の島地区におけるSF₆の距離減衰
昭和51年10月8日 14:04~15:04

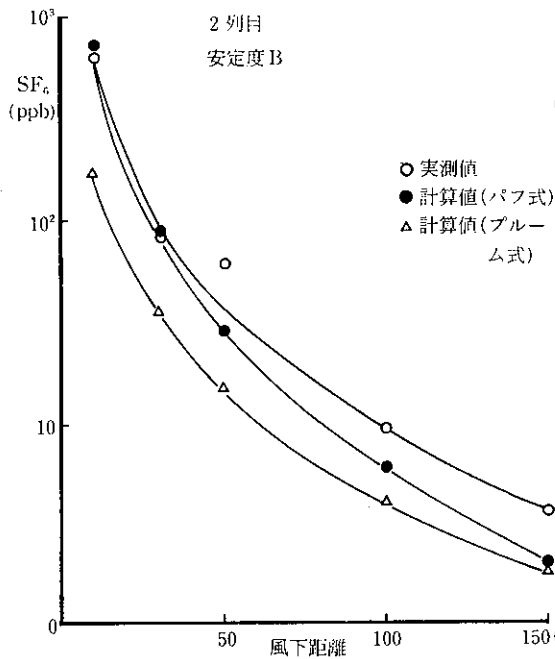


図14-2

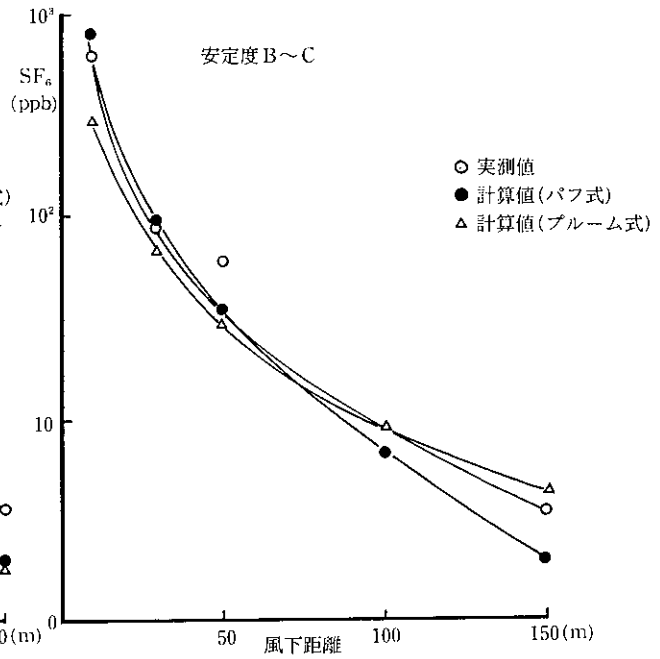


図15-1 地点別のSF₆濃度分布

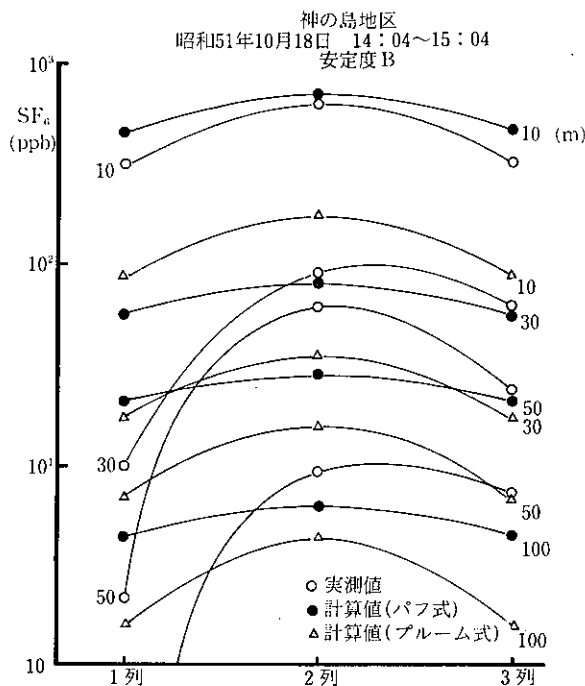


図15-2

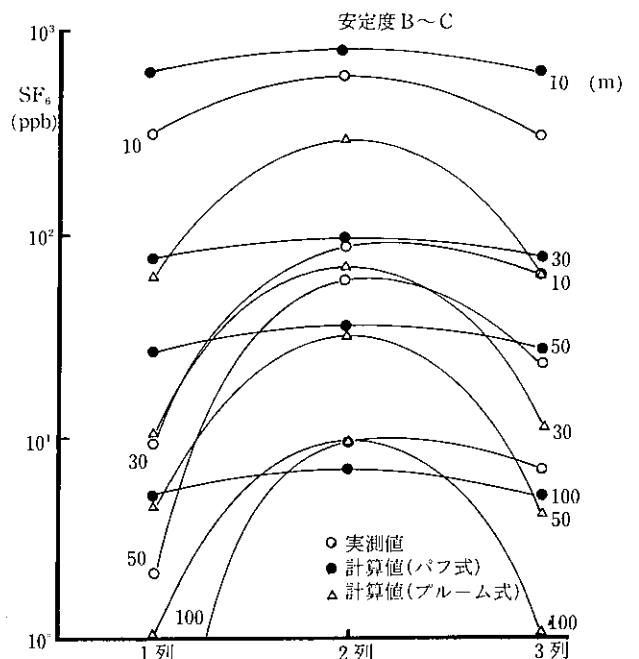


図16-1 SF₆濃度分布

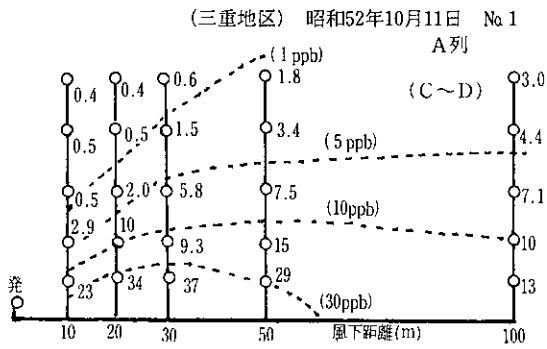


図16-2

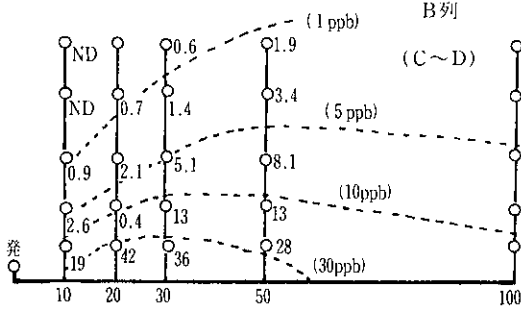


図16-3

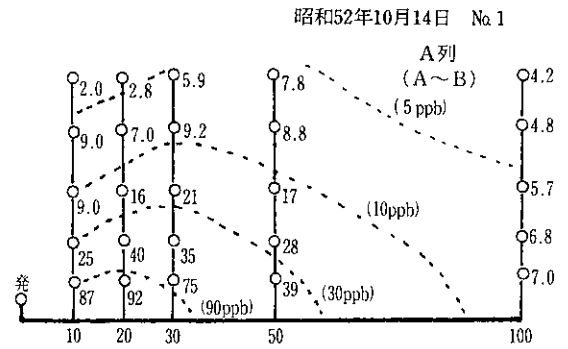


図16-4

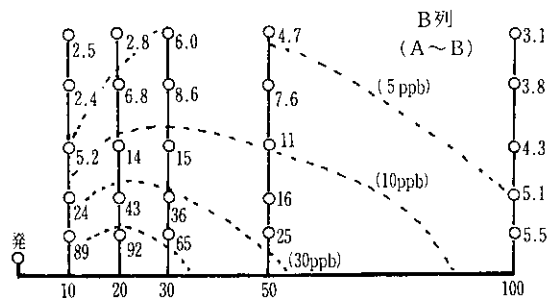


図14-1, 14-2ではブルーム式およびパフ式による計算値と実測値を中央列について比較した。また図15-1, 15-2は各列について比較したものである。これらの図より2通りの拡散式のうち中央列および3列目ではパフ式による計算値の方が実測値との適合性の高い結果が得られた。

(2) 三重地区

1) 気象

調査を実施した10月4日~14日は中緯度の高圧帯が強まったため、乾燥した晴れの天気が続いた。なお調査日の天気は別添図6に示した。

日射量は14.8Cal/cm²・h, 29.3Cal/cm²を除くと大部分が40Cal/cm²・h前後であった。サンプリング中の平均風速は1.9m/s ~ 4.9 m/s で大気安定度のA~B, B,

表2 三重地区における拡散パラメータ (σ₂)

単位: m

距離	10m		20m		30m		50m		100m		大気安定度										
	K	H	K	H	K	H	K	H	K	H											
No. 1	I	3.8	3.8	1.8	2.1	3.5	3.5	2.6	2.4	3.5	3.5	3.1	2.9	4.2	3.9	3.7	3.8	6.8	4.8	-	8.6
	P. G	0.87		1.6		2.2		3.4		6.0		C~D									
No. 2	I	3.7	3.9	1.9	1.9	3.5	3.4	2.4	2.3	3.5	4.1	2.7	3.0	4.1	3.7	3.5	3.4	5.9	5.8	9.0	7.4
	P. G	0.87		1.6		2.2		3.4		6.0		C~D									
No. 3	I	5.4	4.7	3.2	2.8	4.1	4.1	3.5	2.8	5.3	4.4	4.5	3.8	5.4	5.7	6.0	7.7	9.0	9.1	23	23
	P. G	1.1		2.3		3.5		6.0		12		A~B									
No. 4	I	3.9	5.0	2.0	1.8	3.2	3.1	2.3	2.4	3.3	3.1	3.1	3.0	3.9	3.9	4.0	3.8	6.1	6.2	9.5	9.6
	P. G	1.0		2.0		2.9		4.7		9.1		B~C									
No. 5	I	3.6	3.1	2.0	1.9	3.2	3.3	2.4	2.1	3.5	3.4	2.4	2.8	4.1	4.2	3.8	3.7	5.6	5.8	7.7	7.0
	P. G	0.87		1.6		2.2		3.4		6.0		C~D									
No. 6	I	3.8	3.7	2.5	2.3	4.7	3.7	3.2	3.0	4.4	4.5	3.6	3.8	5.2	5.4	5.7	6.3	8.7	9.1	17	17
	P. G	1.1		2.3		3.5		6.0		12		A~B									
No. 7	I	5.3	4.0	3.2	-	4.9	4.7	5.0	4.0	5.3	5.3	6.4	4.3	8.0	6.1	-	7.6	12	8.7	17	16
	P. G	1.2		2.3		3.4		5.5		11		B									

図17-1 処理Hによる拡散巾

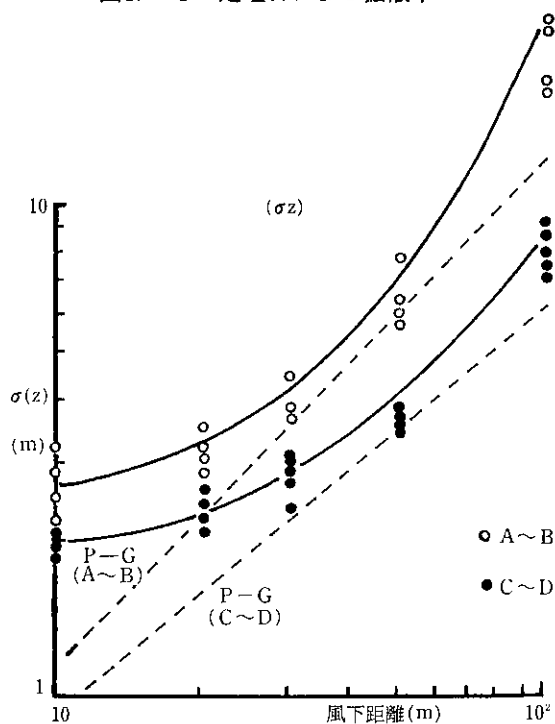
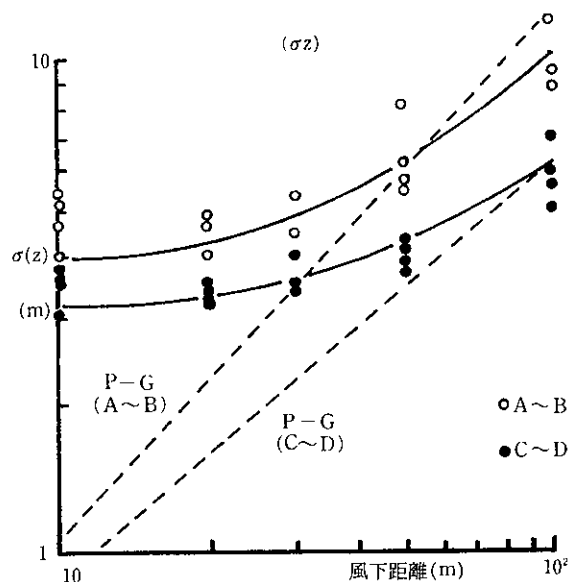


図17-2 処理Kによる拡散巾



C~Dが出現した。また水平方向の主風向は大部分が線源に対し70.5°~113.5°で比較的、安定な状態であった。

2) 結果

同地区における8測定例のうち、大気安定度C~DとA~Bの時の2例について、その濃度分布を図16-1, 17-2および16-3, 16-4に示した。

A~B時は大気の乱れが大きいためC~D時の安定した状態に比べ近距離において、1.5m高さの濃度に対して鉛直方向の濃度比は小さい、さらにA~B時に放

出されたSF₆量はC~D時に比べ約1.6倍であったが、地上濃度10ppb以上の到達距離は100mにまで達していないことなどから、明らかにC~D時に比べ大気の乱流強度が大きいことを示している。

他の測定例の中には放出源に近い地点で列間に濃度差がみられたものもあったが、これは、放出口が2m間隔の多点放出法であるため、その影響を強く受けたものである。

表2は2通りの方法で求めた σz を示したものである。処理Kは実測値を基に式(3)から近似したもので、

表3 三重地区における σz の平均値と標準偏差及び95%信頼限界

単位: m

安定度	風下距離(m)	10		20		30		50		100	
		K	H	K	H	K	H	K	H	K	H
A~B	σz算出法										
	データ処理										
	平均値	4.4	2.7	4.2	3.1	4.7	3.9	5.4	6.4	7.0	19.9
	標準偏差	0.70	0.34	0.36	0.26	0.38	0.34	0.18	0.77	0.16	2.9
C~D	上限値	3.1	2.1	3.5	2.6	4.0	3.3	5.1	5.0	8.7	14.5
	下限値	5.7	3.3	4.8	3.6	5.3	4.6	5.8	7.8	9.3	25.2
	平均値	3.7	1.9	3.4	2.4	3.6	2.8	4.0	3.7	5.8	7.9
	標準偏差	0.26	0.09	0.12	0.15	0.23	0.23	0.18	0.15	0.58	0.75
C~D	上限値	3.3	1.8	3.3	2.2	3.3	2.6	3.8	3.5	5.1	7.0
	下限値	4.0	2.0	3.5	2.5	3.9	3.1	4.2	3.8	6.5	8.9

表4 風下距離と σz の関係

処 理 安定度	標 準 偏 差 法 (H)		近 似 計 算 法 (K)	
	I	II	I	II
A~B	$Y=0.24X^{0.85}$	$Y=0.11X^{1.06}$	$Y=0.48X^{0.93}$	$Y=0.48X^{1.01}$
	$r=0.94$ (n=5)	$r=0.99$ (n=20)	$r=0.97$ (n=5)	$r=0.99$ (n=20)
C~D	$Y=0.22X^{0.75}$	$Y=0.23X^{0.75}$	$Y=0.36X^{1.06}$	$Y=0.33X^{1.19}$
	$r=0.98$ (n=5)	$r=0.97$ (n=30)	$r=0.98$ (n=5)	$r=0.97$ (n=30)

処理Hは濃度分布の標準偏差から求めたものである。
またP・Gの欄はバスキル・ギフォードの σz である。

例数が2例以上であった安定度A~B, C~Dについては、両処理法においてもサンプリング列による差、測定日時の違いによる差は大きくなかったが、安定度のB, B~Cは例数が少ないこともあり、Bの場合はA~Bよりも大きな σz が得られ、B~Cの場合はC~Dの σz と同程度の結果であった。

表3は例数が2例以上であった安定度A~BとC~Dについて統計処理したものである。

図17-1, 17-2は σz と風下距離の関係を図式化した

表5 処理Hから求めた σz での計算値
安定度 (A~B) (ppb)

距 離 高度(m)	距 離 (m)				
	10	20	30	50	100
9.5	Tr	0.3	5.2	15	14
7.5	Tr	2.8	13	20	15
5	0.4	19	30	28	16
3	22	52	46	32	16
1.5	104	78	56	33	16

$$y = 1.93x + 3.66$$

$$r = 0.91 \quad (n=23)$$

表6 処理Kから求めた σz での計算値
安定度 (A~B) (ppb)

距 離 高度(m)	距 離 (m)				
	10	20	30	50	100
9.5	0.7	5.2	9.4	15	16
7.5	4.5	13	17	20	20
5	23	31	31	29	23
3	52	46	42	35	26
1.5	73	57	46	38	28

$$y = 1.32x + 13.41$$

$$r = 0.88 \quad (n=25)$$

ものである。

処理Kで算出した σz は50m, 100m地点ではバスキル・ギフォードの σz に近い値であったが、50mよりも線源に近い地点では、かなり大きな値となっている。

処理Hで算出した σz はバスキル・ギフォードの σz よりも50m以外の地点では大きい値が得られた。両処理法から求められた σz のバラツキをみると安定度A~Bの方がC~Dよりも若干、大きいようである。

表4は風下距離と σz との相関係数および回帰式である。なお、Iは10月11日、1回目(C~D), 10月14日、1回目(A~B)に測定した時の σz であり、IIは総

表7 処理Hから求めた σz での計算値
安定度 (C~D) (ppb)

距 離 高度(m)	距 離 (m)				
	10	20	30	50	100
9.5	Tr	Tr	0.1	1.7	4.8
7.5	Tr	0.1	12	42	6.7
5	0.1	3.1	6.8	9.9	9.0
3	6.3	15	17	15	11
1.5	33	29	25	17	11

$$y = 0.76x + 2.70$$

$$r = 0.89 \quad (n=22)$$

表8 処理Kから求めた σz での計算値
安定度 (C~D) (ppb)

距 離 高度(m)	距 離 (m)				
	10	20	30	50	100
9.5	Tr	0.4	0.9	1.9	3.5
7.5	0.6	1.9	2.9	4.5	5.9
5	5.2	8.0	9.1	9.9	9.7
3	16	16	16	15	13
1.5	28	23	20	17	15

$$y = 0.55x + 3.94$$

$$r = 0.85 \quad (n=24)$$

での σz について処理したものである。処理Hで得られた総での σz と距離との関係を $\sigma_{(x)} = \gamma x^a$ の式に回帰し、パスキル・ギフォード・チャートの近似式と比較してみると、安定度A~Bの場合は安定度A, Bの範囲内であり、C~Dの場合は同安定度1,000~10,000 mの近似式に類似した結果であった。

表4中のIIの関係式から各地の σz を逆算し、式(3)により同一条件の基に計算した計算値と実測値との関係をみたのが表5~8である。表をみると処理Hで求めた σz を入力した場合の方が式、相関係数とも若干、良好な結果が得られた。

(3) 考察

拡散計算を行う場合、その取り扱い方が最も問題になる拡散パラメータを推定する方法としては風速、日射量等により大気安定度階級に分類し、表または式を用い求める方法¹⁾と、風の乱れに大きさを使って求める方法⁵⁾、その他の方法⁶⁾がある。しかしながら、これらの方法にも数通りがあり、算出された拡散パラメータに違いがみられる。

神の島地区では、測定上の不備もあり、拡散パラメータについて独自に検討を加えることができなかったため、採取時間の違い等の問題を残しながらもパスキル・ギフォードによる拡散パラメータを近似的に求め用いた。

同地区における調査での実測値と計算値を比較した場合、実際の採取時間が1時間であることから、時間

希釈率を考慮する必要があるにも拘らず、計算値が実測値よりも低く出るのは、放出源近傍で観測された風向、風速結果および雲量等で決定した安定度が不安定側に位置付けされたことも原因のひとつと思われる。

三重地区で実施した調査では、風向変動による拡散パラメータの推定法については鉛直方向の風向風速を観測する機器の不備のため検討できなかったが、鉛直方向の濃度分布より σz を近似的に試算しパスキル・ギフォードの σz を比較検討した。なお大気安定度がA~B, C~Dの場合以外については資料不足のため解析できなかった。

安定度A~B, C~Dの条件で得られた σz はパスキル・ギフォードの σz に比べ大きめの値であったが、この差は前述したように評価時間等の条件がかなり異なっている結果によるものと思われる。

坂上らは野外実験、風洞実験での鉛直濃度分布の結果から σz を求める場合、 σz は分布の標準偏差でなく、また地上源のときにだけ Σz_0 から σz が求められるが、他の場合は直接には求められないと述べている⁷⁾⁸⁾⁹⁾。

今回は σz は地上源(He=0)とみなし、濃度分布より求めたもので誤差を含むことは否めないが、 $\sigma_{(x)} = \gamma x^a$ から逆算した σz を用い式(3)で算出した結果は実測値とかなり良好な関係も得られており、濃度分布を近似的に推定する場合に用いることができる。

拡散計算による推定値を得る際の課題として実際に

図18 川平地区の実測値および計算値
昭和51年11月5日 11:30~12:30

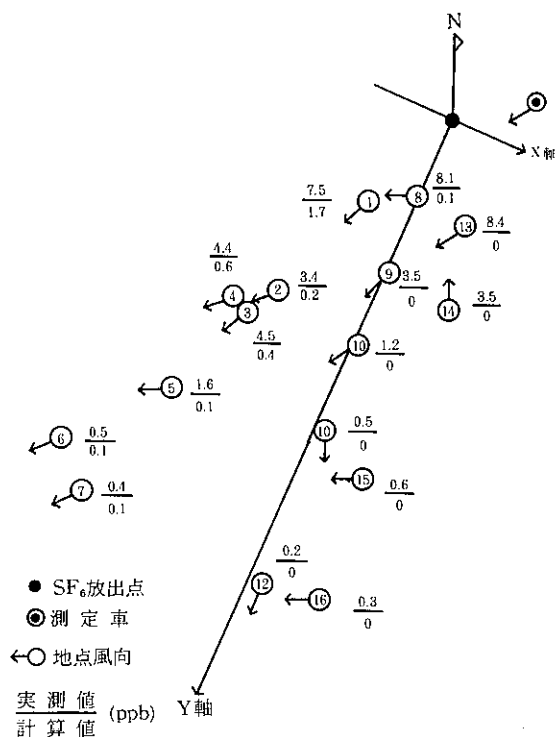
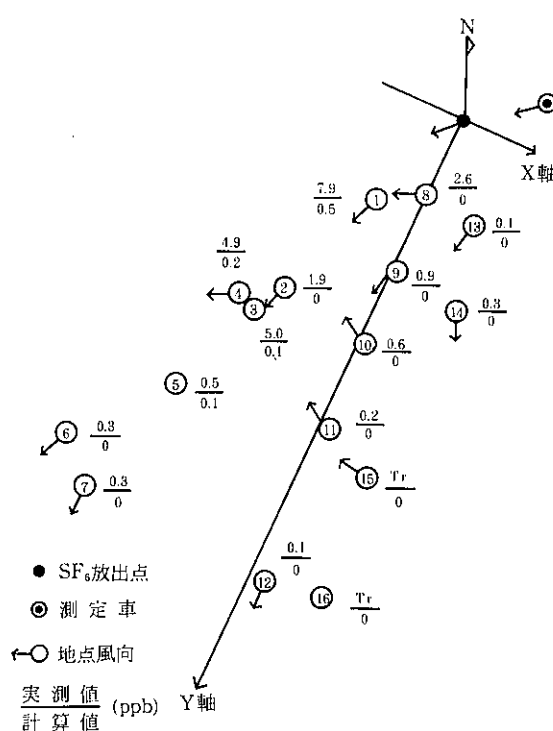


図19 川平地区の実測値および計算値
昭和51年11月8日 14:15~15:15



即応した拡散式(有限線源¹⁰⁾等)の適用等が残される。

2. 起伏地における大気拡散調査

(1) 川平地区(点源)

1) 気象

調査日の天気を別添図6に示した。昭和51年11月5日は日本海を東進した低気圧からのびる寒冷前線が通過したが影響なく、大陸の高気圧の張り出しにより回復した。8日は中国東北の高気圧の張り出しで天気はよかった。11日は大陸高気圧の張り出しで回復の兆しであった。

気温は9.5~21.7°C, 湿度32~98%であった。日射量は3.5~53.5Cal/cm²・hで、大気安定度A~B, B, C, Dが出現した。測定時間中の風向は、ほとんどE~NEであり条件的には恵まれなかった。

2) 結果

図18は安定度B, 図19は安定度A~Bの条件での実測値と仮定1で算出したブルーム計算値である。放出源付近の主風向が地点をそれたこと、放出源が高いことから、かなり低い値である。

風向の頻度別に濃度計算し重合させた結果をみると、風向主軸から大きくそれたX軸から東側では総てTrであった。図中に各サンプリング地点の主風向を示したが、各地点とも非定常状態で全体的に風向変動が大きい。

(2) 畦別当地区(点源)

1) 気象

昭和51年11月16日の測定日は高気圧が東へ去り曇りの天気であった。19日は九州南部に低気圧が通過したため曇りであった。24日は冬型の気圧配置で上海付近の高気圧が東進し晴れて気温が下降した。26日も冬型で曇りがちの天気であった。

同地区は海洋性気候に属している長崎市周辺地域の中でも山間に位置しているため冷涼地であり、また起伏地形で大気の流れも非常に複雑である。

測定時の気象は気温が3.2~12.7°C, 湿度は44~77%, 日射量が1.9~24.5Cal/cm²・hで大気安定度B, C, Dが出現した。

2) 結果

図20は11月16日に測定した結果と仮定した結果と仮定1によるブルーム式計算値およびパフ式計算値である。測定時はENEの風が主で大気安定度Dであった。実測値は第3列を境に北側と南側の列で大きな差がみられた。風向ENEは放出源付近で煙軸がサンプリング列の第3列と第4列の間であること、同図に示したように各地点ではNE~NNEの風が卓越し、地点9付近ですでに煙軸がさらに南側へ押し曲げられていることによるものと思われる。

図21は19日に測定した実測値と仮定1でのブルーム

図20 畦別当地の実測値および計算値
昭和51年11月16日 15:50~16:50

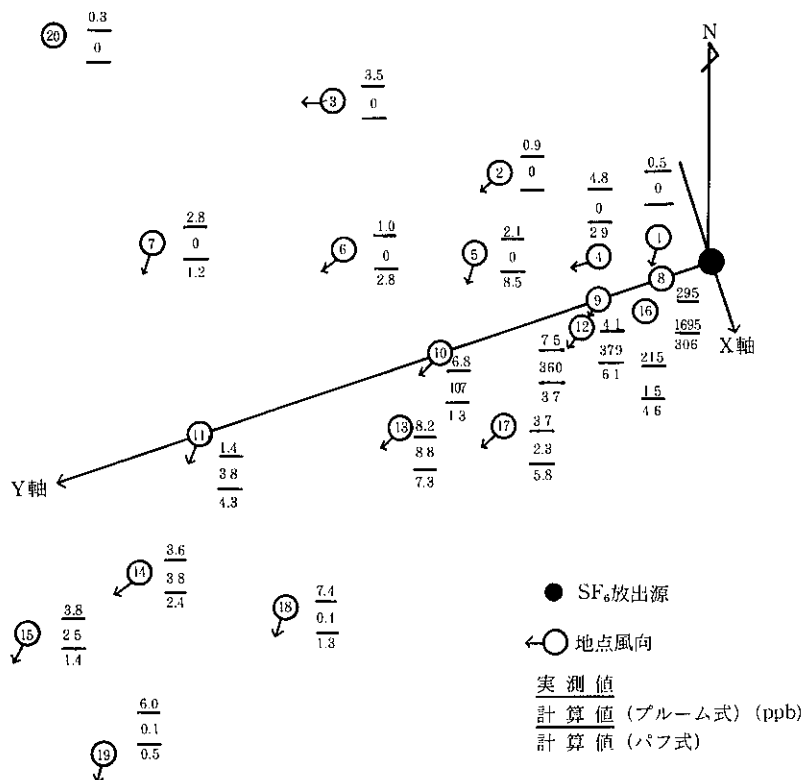


図21 畦別当地区の実測値および計算値
昭和51年11月19日 13:00~14:00

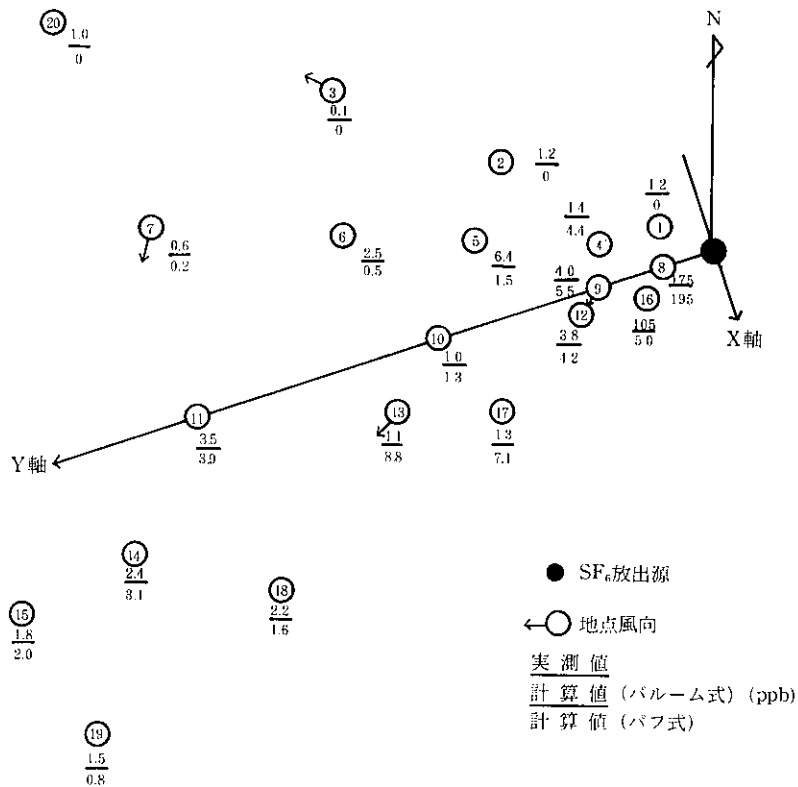


表9. 畦別当地区の実測値と計算値の相関

調査日時	計算式	仮定	相関係数	回帰式	個数
52・11・16 15:50~ 16:50	ブルーム	仮定1	0.78	$y = 3.31x + 6.04$	20
	ブルーム	仮定2	0.77	$y = 2.58x + 13.3$	20
	ブルーム	仮定3	0.78	$y = 3.25x - 40.9$	20
	パフ	フ	0.86	$y = 0.76x - 2.37$	20
52. 11. 19 13:00~14:00	ブルーム	仮定1	0.95	$y = 0.98x - 2.04$	20

計算値である。ENEの風向頻度が最も多く、計算上は第1列の総ての地点でTrという結果であった。仮定2の計算値も仮定1と類似の結果が得られたが、仮定3では仮定1、2に比べ放出源高さが計算上かなり高くなるため実測値および他の計算値より小さい結果となった。

仮定1、2、3の計算値と実測値との相関性については表8に示した。図21に示したように19日に測定した実測値と計算値との相関は高く、回帰式も良好な結果が得られた。安定度Bで、大気が乱れている時ではあったが風向の出現頻度による重合計算により、実測値との適合性の高い結果が得られた。

また図20に示したパフ式での計算結果についても、ブルーム式の結果と同様にパフ式が地形にそって拡散していくと仮定した結果は実測値との適合性も高く、

ブルーム式で算出した3通りの計算値よりも相関および回帰式とも優れている。

(3) 西山地区(点源)

1) 気象

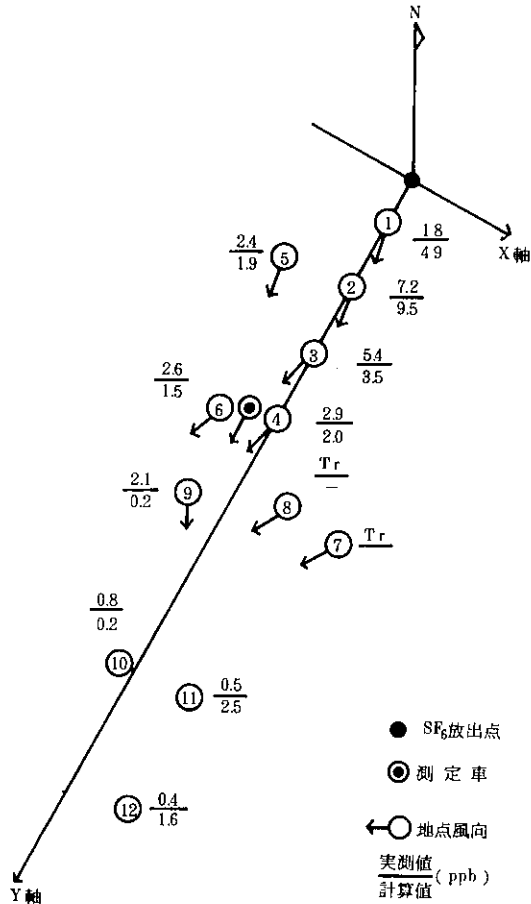
昭和51年12月9日は冬型の気圧配置で曇りであった。14日は大陸東岸の大きな移動性高気圧が張り出し晴れの天気であった。17日は再び冬型に戻ったが大したことはなく曇りがちの天気であった。

12月の調査であったため、気温が4.6~11.4℃と他の地区の調査時よりも低く、湿度48~73%、日射量は0.5~40Cal/cm²・hであった。同地区の風向は季節風の吹き降しのため他地区よりも安定している。大気安定度A~B、B、C、Dが出現した。

2) 結果

図22は大気安定度A~Bで不安定な状態での実測値

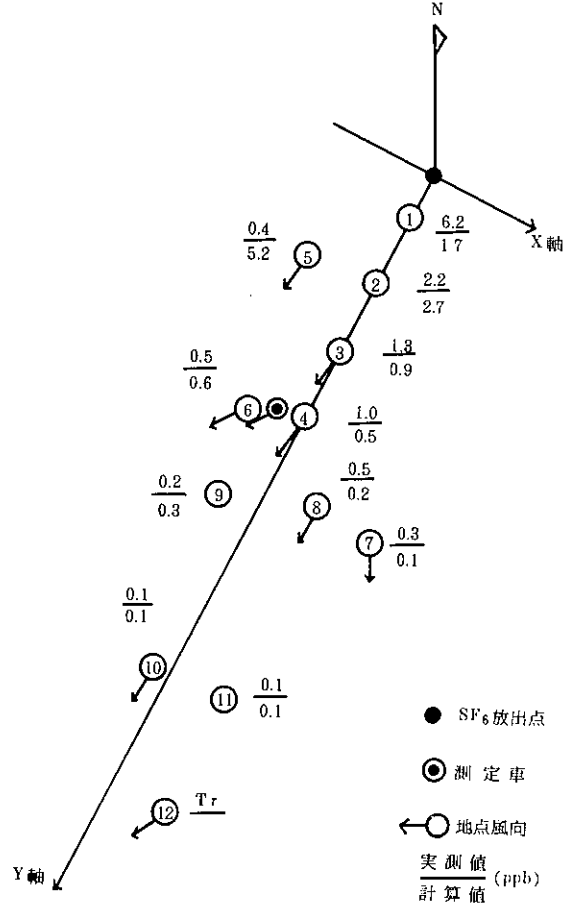
図22 西山地区の実測値および計算値
昭和51年12月17日 7:40~8:40



とブルーム式による計算値である。地点1および5を除いて、かなり類似の結果が得られた。

図23は大気安定度がDで非常に安定な時の結果である。実測では地点7, 8が検出限界以下であった。両図に示した各地点の主風向をみても分かるように建物等

図23 西山地区の実測値および計算値
昭和51年12月14日 14:30~15:30



があるにもかかわらず、各地点とも類いの風向を示している。このような条件下では、かなり実測値との適合性の高い計算値が求められる。

(4) 畦別当地区(線源)

1) 気象

図24 畦別当地区の実測値
昭和52年12月6日 15:08-16:08

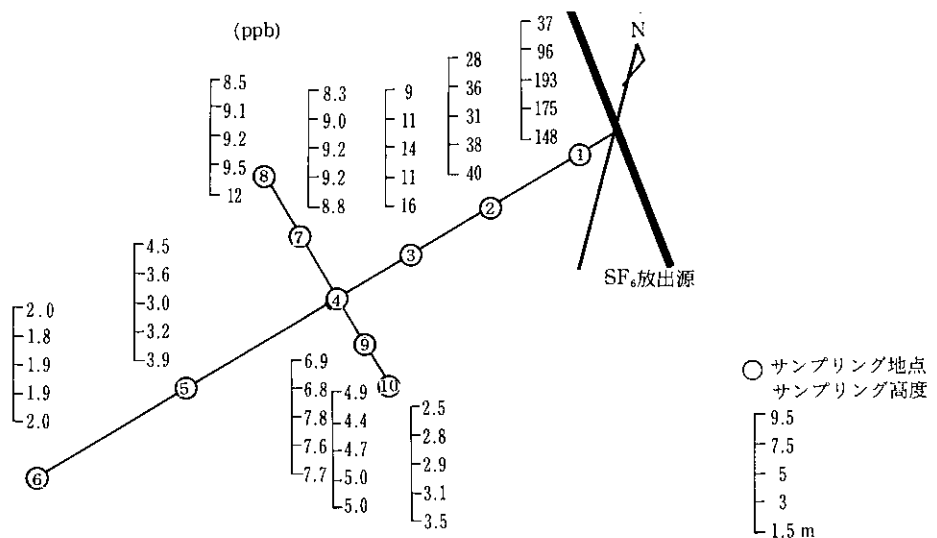
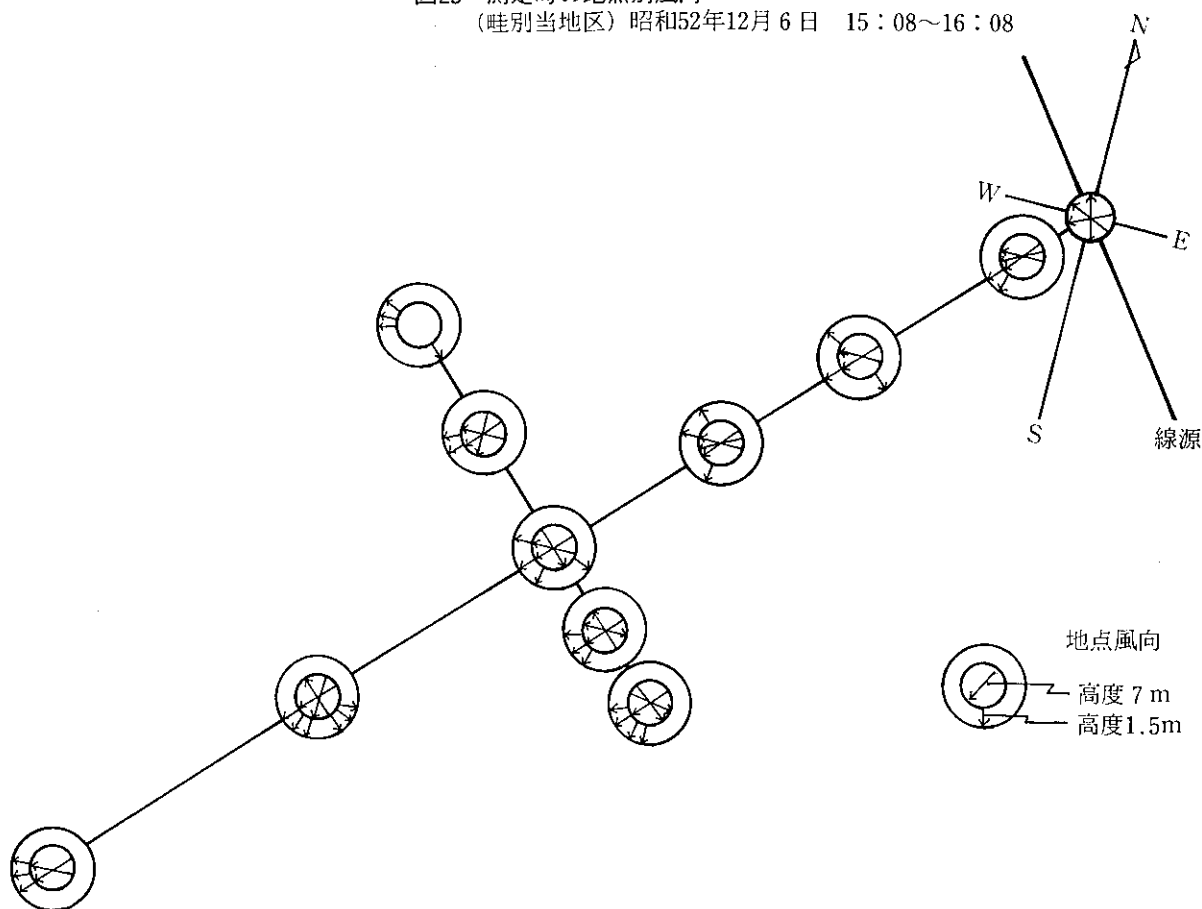


図25 測定時の地点別風向
(畦別当地区) 昭和52年12月6日 15:08~16:08



昭和52年12月6日は大陸高気圧に覆われ晴れ、13日もひき続き晴れであった。19日は前線の通過後、移動性高気圧に覆われ晴れであった。21日は冬型の気圧配置であったが影響が小さく、晴れであった。

気温は3.0~15°C、湿度28~65%で日射量は7.5~46.5Cal/cm²・hであった。風向は乱れ非定常の状態であった。大気安定度はA~Bが大部分であり、Bが1回出現した。

2) 結果

図24は各地点の実測値である、また別添図9は各地点の鉛直濃度分布である。地点1では放出源高さに最も近い5m高度において最高の濃度を示したが、他の高度では5mより低い採取口で濃度が高く、線源付近では吹き降しの風が卓越していることを示している。他の地点では鉛直方向の顕著な濃度差はみられなかった。

起伏地形では大気の流れは非常に複雑で、図25で分るように、1.5m高度と7.0m高度では同じ地点でも同一風向とは限らず、乱れが大きく攪拌が起り、平均化されたものと思われる。

(5) 考察

今回の起伏地における調査は点源による実験が3地区、線源が1地区で実施した。これらの地区は前述し

たように地形的には山間地であり、川平、西山地区は測定地点が建物に隣接し、畦別当地区は階段状の田畑であったため、局所的な風の変動は大きかった。

川平地区の場合、トレーサーガスの煙軸がサンプリングネットを外れた例が多く、気象的障害により、十分な検討を加えることができなかった。

畦別当における実験結果については、定常時、非定常時と考えられた2例について若干の検討を行った。定常時の場合は16方位分割による風向観測結果から出現した1方位の風向を煙軸として計算した推定値は煙軸に近い地点と遠く離れた地点で、その濃度差が極端に大きくなったが、実際の拡散場においては小型の吹流しによる観察でも分るように地形効果のため全体的な大気の流れは屈曲し、各地点においても無風または一定した風向が出現しないこともあり、計算結果に比べ地点間の差は小さくなっている。

西山地区では他地区に比べ季節風による一般流がかなり定常的で気象条件には恵まれていたが、トレーサーガスの放出量が装置の都合上、他地区と同程度であり、点源高度がかなり高く、サンプリング地点も遠距離であったことから、実測値は低く、計算値もTrとなった地点が数ヶ所出現し、実験方法上の問題を残した。

今回、調査を実施した起伏地では地形効果のため、ブルームの下流に死水領域ができ、逆流が起るようになると全く手がつけられないと坂上¹¹⁾も述べているような現象が起り大気の流れを複雑なものにしているようである。

このような状況下では総ての風向風速条件について再現し、モデルに組み込むことはほとんど不可能に近く、コンピュータモデルを用いる際は明らかに地形効果で発生していると思われる気流が存在しないことが前提条件として掲げられるため、起伏地での拡散現象を再現する風洞実験による解析との組み合わせが必要となる¹²⁾。

今回の調査結果で分るように地形の影響が比較的、小さい場合は仮定し、つまり煙軸が起伏に応じて拡散していくとし、風向出現頻度を考慮に入れ重合計算すれば実測値と適合性のよい結果が得られる。

IV ま と め

昭和50年度に実施した道路近傍における自動排出ガス拡散実態調査の結果¹³⁾に基づいて、拡散実験法の検討および基礎資料を得る為に昭和51年度から52年度まで長崎市内の5地区でトレーサーガスを用いた方法で拡散実験を実施した。

点源による拡散実験は神の島、川平、畦別当、西山の4地区で、線源による実験は三重、畦別当の2地区で行い、次のような結果を得た。

1) 地形効果の少ない神の島では、大気安定度Bにおけるトレーサーガスの実測値とブルーム式又はパフ式で算出した計算値との比較を行った。なお、 σ_y 、 σ_z はパスキル・ギフォード図およびターナ図より求めた。

安定度Bにおいては実測値はパフ式による計算値よりも小さく、ブルーム式による計算値よりも大きかった。

また、安定度Bよりも1ランク安定側のB~Cの条件下では実測値はパフ式の計算値とほぼ同様であり、ブルーム式による計算値より若干、大きな値が得られた。

2) 三重地区での線源による結果をみると、大気安定度A~BとC~Dではトレーサーガスの濃度分布は明らかに異っていた。さらに両安定における実測値を基に2通りの近似法で拡散パラメータ(σ_z)を算出した。風下距離100mまでの範囲において、両処理法により求めた σ_z は、線源付近ではパスキル・ギフォード図の近似的 σ_z よりも大きく、50~100mの距離では、ほぼ類似した値であった。

3) 畦別当地区の点源による拡散実験では大気の状態が定常時および非定常時の2例について、その実測値とブルーム式およびパフ式による計算値との比較検討を行った。

ブルーム式で計算する際は同地区が起伏地であるた

め、次の3通りの仮定に基づき計算した。

(1) He=1.2 Z=1.2(m)

(2) He=1.2 Z=1.5(m)

(3) He=1.2-[Z座標] Z=1.5(m)

定常時の場合、ブルーム式の仮定1、仮定2で計算した結果は実測値との相関および回帰式とも類似であり、仮定3の計算値よりも優れていた。パフ式による計算値はブルーム式による3通りの計算値よりも実測値との適合性が非常に良かった。

非定常時の場合は仮定1に基づき風向出現頻度による重合計算を行い実測値との適合性のよい結果が得られた。

4) 西山地区は起伏地形ではあったが、一般風はかなり安定であり、点発生源による実測値とブルーム式による計算値は類似した結果が多かった。

5) 起伏地である川平地区における点源拡散実験および畦別当での線源拡散実験では全般的に地形効果の為、風向変動が大きく、また主風向がサンプリング地点をそれた例があり顕著な傾向を把握することが出来なかった。

おわりに、本調査にあたり御協力、御指導をして下さった長崎大学工学部流体研究室、医学部公衆衛生学教室、長崎市公害対策課、長崎県公害規制課の皆様にも厚くお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 環境庁大気保全局規制課編：総量規制マニュアル、(1975)
- 2) 大阪府編：低煙源拡散実態調査報告書、96~99、(1977)
- 3) 日本気象協会長崎支部：気象旬報
- 4) 長崎新聞社：長崎新聞、きょうの天気
- 5) HAYASHI, M: PROCEEDING of THE FOURTH INTERNATIONAL CLEAN AIR CONGRESS, 162~166, (1977)
- 6) 栗田秀美：大気汚染研究, 1, 8, 19~25, (1977)
- 7) 坂上治郎, 他：大気汚染研究全国協議会講演要旨集, 406, (1977)
- 8) 坂上治郎：大気汚染学会誌, 13, 1, 33~38, (1978)
- 9) 坂上治郎：大気汚染学会講演要旨集, 435, (1978)
- 10) 環境技術研究会編：総量規制に伴う大気拡散計算手法について, 74~75, (1975)
- 11) 坂上治郎：日本機械学会誌, 76, 660, 74~75, (1975)
- 12) 横山長之, 他：環境アセスメント手法入門, 154. オーム社, (1975)
- 13) 吉村雅昭, 他：長崎県衛生公害研究所報, 16, 36~48, (1976)

別表1 神の島地区の調査時気象

調査年月日	天候	気温 (°C)	湿度 (%)	日射量 (Cal/cm ² ·h)	雲量	風向出現頻度 (%)	風速 (m/s)	大気安定度	
51. 10. 12 11:25~12:25	曇	19.9	47	41.5	9	E ESE SE	19 74 7	2.0 2.3 1.6	B
51. 10. 12 14:07~15:07	曇	19.9	52	21.5	10	ESE SE SSE	27 23 50	2.1 2.0 2.3	C
51. 10. 18 14:04~15:04	曇	23.2	60	42.5	9	WNW NW	96 4	2.4 2.5	B
51. 10. 18 15:18~16:18	曇	23.2	60	29.5	9	WSW W WNW NW	4 19 73 4	2.0 1.8 1.9 1.7	A~B
51. 10. 19 11:30~12:30	曇	22.2	68	23.3	10	ENE E ESE	69 27 4	2.7 2.6 2.7	C

別表2 川平地区の調査時気象

調査年月日	天候	気温 (°C)	湿度 (%)	日射量 (Cal/cm ² ·h)	雲量	風向出現頻度 (%)	風速 (m/s)	大気安定度	
51. 11. 5 11:30~12:30	晴	14.9	72	53.5	3	NE ENE E	4 73 23	2.7 3.0 3.1	B
51. 11. 5 14:30~15:30	晴	13.5	76	15.5	8	ENE E	46 54	2.5 2.3	C
51. 11. 8 7:45~8:45	晴	9.5	98	11.5	0	NE SSE ENE SSW E SE	54 4 19 4 15 4	0.5 0.4 0.5 0.6 0.2 0.4	D
51. 11. 8 10:45~11:45	晴	18.5	56	28.0	0	NE ENE E	8 54 38	1.4 1.7 1.3	A~B
51. 11. 8 14:15~15:15	晴	21.7	32	35.3	0	ENE E ESE SSE	35 58 4 4	2.0 1.9 2.1 1.5	A~B
51. 11. 11 11:17~12:17	曇	18.0	76	14.8	10	ENE E	33 67	3.3 3.1	C
51. 11. 11 17:00~18:00	晴	15.6	71	3.6	8	ENE E	88 12	2.8 2.5	D

別表3 畦別当地区の調査時気象

調査年月日	天候	気温 (°C)	湿度 (%)	日射量 (Cal/cm ² ·h)	雲量	風向出現頻度 (%)		風速 (m/s)		大気安定度
51. 11. 16 13:45~14:25	曇	10.2	50	19.6	10	N NNE NE ENE	E ESE	6 6 59 12 6 12	1.5 1.2 1.8 1.0 2.5 0.9	B
51. 11. 16 15:50~16:50	曇	8.9	66	1.9	10	ENE		100	1.9	D
51. 11. 19 8:00~9:00	曇	7.9	62	4.7	10	SE SSE SSW SW	WSW	4 8 35 46 8	0.7 0.8 0.7 0.8 1.0	D
51. 11. 19 13:00~14:00	曇	12.7	44	24.3	9	NNE NEN SSW SW	WSW WNW	4 35 35 8 8 8	1.2 1.5 2.0 1.0 1.5 1.3	B
51. 11. 24 16:30~17:30	晴	3.2	77	8.8	0	N NNE NE ENE	WSW WNN NW NNW	8 8 20 23 4 8 4 23	1.1 0.8 0.8 1.0 0.7 0.9 0.7 1.2	D
51. 11. 26 13:35~14:35	曇	7.0	68	16.5	9	E ESE SE SSE	SSW SW WSW	8 50 12 11 4 4 12	1.7 2.4 1.8 2.7 2.4 1.8 2.4	C

別表4 西山地区の調査時気象

調査年月日	天候	気温 (°C)	湿度 (%)	日射量 (Cal/cm ² ·h)	雲量	風向出現頻度 (%)		風速 (m/s)		大気安定度
51. 12. 9 12:05~13:05	曇	4.6	64	22.0	9	NNE NE ENE		8 12 80	3.0 2.6 2.8	C
51. 12. 9 15:00~16:00	曇	4.7	67	7.0	10	NNE NE		58 42	1.5 1.6	D
51. 12. 14 11:35~12:35	晴	9.3	49	40.0	3	ENE		100	2.3	B
51. 12. 14 14:30~15:30	晴	5.0	48	37.0	3	NNE NE ENE E		12 27 58 4	1.6 1.4 1.3 1.2	A~B
51. 12. 17 9:40~8:40	曇	7.9	73	0.5	9	NNE NE ENE		60 20 20	1.2 1.3 1.9	D
51. 12. 17 11:00~12:00	曇	11.4	50	27.0	9	ENE		100	2.7	B
51. 12. 17 13:40~14:40	曇	10.6	52	31.0	10	NNE NE ENE E	ESE	8 4 15 65 8	1.5 1.5 1.4 1.8 2.1	A~B

別表5 三重地区の調査時気象

調査年月日	天候	気温 (°C)	湿度 (%)	日射量 (Cal/cm ² ·h)	雲量	風向出現頻度 (%)	風速 (m/s)	大気安定度
52. 10. 4 14:00~15:00	晴	26.8	46	44.9	4	NNE NE ENE 55 35 10	4.8	C~D
52. 10. 4 15:15~16:15	晴	25.9	50	29.3	4	NNE ENE NE 9 46 46	4.5	C~D
52. 10. 6 11:35~12:22	晴	25.0	45	37.2	4	ESE S ENE SW E SSW SE 5 5 50 15 10 10 5	1.9	A~B
52. 10. 6 14:05~15:05	晴	25.5	62	36.8	4	SW WSW SWW 30 65 5	3.0	B~C
52. 10. 11 14:00~15:00	晴	22.0	49	39.0	1	NE NNE ENE 20 75 5	4.6	C~D
52. 10. 11 16:00~17:00	晴	21.0	63	14.8	1	NNE NE 90 10	4.9	D
52. 10. 14 11:30~12:30	晴	26.0	41	52.0	3	NE ENE NNE E 15 60 15 10	2.8	A~B
52. 10. 14 14:00~14:45	晴	25.5	44	38.0	3	NNW NE NNE N ENE 5 15 45 15 20	2.1	B

別表6 畔別当地区の調査時気象

調査年月日	天候	気温 (°C)	湿度 (%)	日射量 (Cal/cm ² ·h)	雲量	風向出現頻度 (%)	風速 (m/s)	大気安定度
52. 12. 6 15:08~16:08	晴	15	45	19.0	1	N WSW NNE W NE NW SW NNN 10 3 13 3 29 19 10 10 0.6 2.2 0.8 1.8 0.8 1.5 3.6 0.6	B	
52. 12. 13 14:06~15:06	晴	15	34	30.0	2	N WNN NNE NW SW NNN WSW 26 10 10 23 6 19 6 0.6 1.3 0.9 0.9 2.0 0.8 1.4	A~B	
52. 12. 19 00:06~00:46	晴	8.5	29	31.5	3	ENE SE S SSW 3 1 2 25 1.4 0.3 1.0 2.0	A~B	
52. 12. 19 14:48~15:13 15:18~15:53	晴	9.0	28	25.0	3	NE SE ENE S E SSW ESE SW 2 2 4 2 3 14 2 6 1.5 0.6 1.7 0.6 0.8 1.2 0.8 1.2	A~B	
52. 12. 21 8:22~9:22	晴	8.0	65	7.5	5	NNE SW NE WSW ENE WNW E NW 1 1 12 3 8 1 5 1 0.2 0.1 0.8 0.4 0.7 0.2 0.3 0.1	B	
53. 2. 13 11:45~12:45	晴	4.9	42	46.5	4	NE S ENE SSW E SW SE 7 10 3 10 10 30 30 0.4 0.6 0.2 0.9 0.4 1.2 0.6	A~B	
53. 2. 13 14:02~15:02	晴	4.9	44	36.5	4	E S ESE SSW SE SSE 23 27 13 20 3 13 0.8 0.7 0.6 0.5 0.6 0.4	A~B	
53. 2. 17 13:23~14:23	晴	3.0	50	37.0	4	NE SE ENE E ESE 7 3 40 47 3 0.6 0.2 1.1 1.0 0.6	A~B	

別表7 トレーサーガスの散布状況

地区	年 月 日	時 間	総散布量(l)	平均散布量(l/分)	散 布 量(cm ³ /秒)
神 の 島	51. 10. 12	11:25~12:25	18	0.3	5.0
	51. 10. 12	14:07~15:07	18	0.3	5.0
	51. 10. 18	14:04~15:04	24	0.4	6.7
	51. 10. 18	15:18~16:18	24	0.4	6.7
	51. 10. 19	11:30~12:30	18	0.3	5.0
川 平	51. 11. 5	11:30~12:30	72	1.2	20
	51. 11. 5	14:30~15:30	72	1.2	20
	51. 11. 8	7:45~9:45	72	1.2	20
	51. 11. 8	10:45~11:45	72	1.2	20
	51. 11. 8	14:15~15:15	72	1.2	20
	51. 11. 11	11:17~12:17	72	1.2	20
	51. 11. 11	17:00~18:00	72	1.2	20
畦 別 当	51. 11. 16	13:45~14:25	72	1.2	20
	51. 11. 16	15:50~16:50	72	1.2	20
	51. 11. 19	8:00~9:00	72	1.2	20
	51. 11. 19	13:~14:00	72	1.2	20
	51. 11. 24	16:30~17:30	72	1.2	20
	51. 11. 26	13:35~14:35	72	1.2	20
西 山	51. 12. 9	12:05~13:05	72	1.2	20
	51. 12. 9	15:00~16:06	72	1.2	20
	51. 12. 14	11:35~12:35	72	1.2	20
	51. 12. 14	14:30~15:30	120	2.0	33
	51. 22. 17	7:40~8:40	72	1.2	20
	51. 12. 17	11:00~12:00	72	1.2	20
	51. 12. 17	13:40~14:00	72	1.2	20

別表8 トレーサーガスの散布状況

地 区	年 月 日	時 間	総 散 布 量 (l)	平 均 散 布 量 (l/分)	単 位 長 さ 当 り 散 布 量 (cm ³ /m・秒)
三 重	52. 10. 4	14:00~15:00	192	3.2	0.53
	52. 10. 4	15:15~16:15	192	3.2	0.53
	52. 10. 6	11:35~15:22	171	3.6	0.61
	52. 10. 6	14:05~15:05	218	3.6	0.61
	52. 10. 11	14:00~15:00	174	2.9	0.48
	52. 10. 14	11:30~12:30	262	4.4	0.73
	52. 10. 14	14:00~14:45	196	4.4	0.73
畦 別 当	52. 12. 6	15:08~16:08	240	4	1.56
	52. 12. 13	14:06~15:06	240	4	1.56
	52. 12. 19	12:06~12:46	240	4	1.56
	52. 12. 19	14:48~15:13	240	4	1.56
		15:18~15:53	240	4	1.56
	52. 12. 21	8:22~9:22	220	4	1.56
	53. 2. 13	11:45~12:45	360	6	2.34
	53. 2. 13	14:02~15:02	360	6	2.34
53. 2. 17	13:23~14:23	360	6	2.34	

別表9 SF₆測定結果(神の島地区)

51.10.12 11:25~12:25 (ppb)

列 \ 距離(m)	10	30	50	100	150
1	480	—	12	2.3	0.9
2	390	—	11	2.4	1.0
3	365	—	9.2	1.8	0.7

51.10.18 15:18~16:18 (ppb)

列 \ 距離(m)	10	30	50	100	150
1	260	55	23	6.5	2.3
2	370	138	69	17	3.9
3	360	53	18	5.5	2.0

51.10.12 14:07~15:07 (ppb)

列 \ 距離(m)	10	30	50	100	150
1	228	—	12	2.4	0.6
2	308	—	7.5	0.7	0.4
3	280	—	7.6	0.6	0.2

51.10.19 11:30~12:30 (ppb)

列 \ 距離(m)	10	30	50	100	150
1	240	34	12	3.4	1.3
2	238	70	20	10	3.9
3	175	36	9.0	3.8	0.9

51.10.18 14:04~15:04 (ppb)

列 \ 距離(m)	10	30	50	100	150
1	308	9.4	2.1	0.1	Tr
2	608	90	62	9.4	3.7
3	306	61	23	6.9	2.9

別表10 SF₆測定結果(川平地区)

(ppb)

地点番号 月,日,時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
51. 11. 5 11:30~12:30	7.5	3.4	4.5	4.4	1.6	0.5	0.4	8.1	3.5	1.2	0.5	0.2	8.4	3.5	0.6	0.3
51. 11. 5 14:30~15:30	3.1	1.9	2.5	2.3	0.7	0.5	0.3	4.7	2.4	0.9	0.2	Tr	2.1	0.9	0.1	Tr
51. 11. 8 7:45~8:45	12	20	17	31	6.0	6.7	7.8	6.0	1.5	1.1	0.5	0.2	4.5	7.0	0.8	0.1
51. 11. 8 10:45~11:45	9.8	—	1.7	—	0.7	0.3	0.3	7.2	2.6	1.0	1.2	0.5	3.1	1.7	0.6	0.7
51. 11. 8 14:15~15:15	7.9	1.9	5.0	4.9	0.5	0.3	0.3	2.6	0.9	0.6	0.2	0.1	0.1	0.3	Tr	Tr
51. 11. 11 11:17~12:17	6.3	1.0	2.0	1.8	0.2	0.1	0.1	1.5	0.5	0.1	Tr	Tr	0.3	0.3	Tr	Tr
51. 11. 11 17:00~18:00	15	4.8	4.3	1.1	0.6	0.5	0.5	5.3	1.9	0.6	0.3	0.1	0.7	0.8	Tr	0.2

別表11 SF₆測定結果 (睦別当地区)

(ppb)

地点番号 月.日.時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
51. 11. 16 13:45~14:25	5.1	8.5	22	1.0	0.7	3.4	0.3	135	11	5.4	0.6	7.6	6.4	7.2	1.4	155	6.2	6.5	0.4	1.5
51. 11. 16 15:50~16:50	0.5	0.9	3.5	4.8	2.1	1.0	2.8	295	41	6.8	1.4	75	8.2	3.6	3.8	215	37	7.4	6.0	0.3
51. 11. 19 8:00~9:00	35	20	8.2	42	21	9.0	6.8	190	39	20	8.5	34	11	7.2	2.9	70	18	8.3	5.6	3.8
51. 11. 19 13:00~14:00	12	1.2	0.1	14	6.4	2.5	0.6	175	40	10	3.5	38	11	2.4	1.8	105	13	2.2	1.5	1.0
51. 11. 24 16:30~17:30	8.4	0.3	1.0	12	4.3	0.7	8.2	270	27	4.3	0.6	85	3.6	0.5	4.3	140	8.4	2.6	0.7	4.0
51. 11. 26 13:35~14:35	7.6	2.5	0.5	5.8	1.3	0.8	0.5	68	8.2	1.0	0.2	7.4	0.4	0.2	0.2	23	1.3	0.2	Tr	0.2

別表12 SF₆測定結果 (西山地区)

(ppb)

地点番号 月.日.時	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
51. 12. 9 12:05~13:05	4.3	1.4	0.9	0.5	0.7	0.4	0.1	0.2	0.3	0.1	Tr	0.2
51. 12. 9 15:00~16:00	8.5	2.8	1.8	1.0	0.6	0.6	0.3	0.6	0.4	0.2	0.1	0.1
51. 12. 14 11:35~12:35	5.2	2.0	1.0	0.5	0.7	0.4	0.1	0.2	0.2	0.1	Tr	0.1
51. 12. 14 14:30~15:30	6.2	2.2	1.3	1.0	0.4	0.5	0.3	0.5	0.2	0.1	Tr	0.1
51. 12. 14 7:40~8:40	5.0	2.2	1.8	1.4	Tr	Tr	0.3	1.3	0.3	0.6	0.1	Tr
51. 12. 17 11:00~12:00	18	7.2	5.4	2.9	2.4	2.6	Tr	Tr	2.1	0.5	0.4	0.8
51. 12. 17 13:40~14:00	0.9	0.5	0.3	0.2	0.7	0.1	Tr	0.1	0.1	Tr	—	0.1

別表13-1 SF₆測定結果 (三重地区) 52.10.4

1回目 (ppb)

距離(m) 高度(m)	10		20		30		50		100	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1.5	47	78	47	88	44	70	40	43	12	9.0
3	6.5	13	15	24	19	26	23	27	12	16
5	1.3	2.8	4.7	6.9	7.3	7.9	8.8	11	9.3	10
7.5	0.9	2.5	1.3	2.0	2.5	3.2	5.2	5.0	7.2	6.5
9.5	1.0	1.6	0.9	1.8	1.0	1.4	2.7	2.1	4.7	3.8

別表13-2

2回目 (ppb)

距離(m) 高度(m)	10		20		30		50		100	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1.5	25	36	34	51	34	44	29	39	15	7.5
3	2.1	3.0	8.8	10	11	19	14	19	12	15
5	0.6	0.5	2.0	1.4	3.2	—	7.4	14	8.5	11
7.5	0.4	0.9	0.8	0.7	1.3	6.5	2.8	2.9	5.9	5.0
9.5	0.4	0.6	0.6	0.7	0.7	2.5	1.8	1.6	4	3.1

別表13-3

52.10.6

1回目 (ppb)

高度(m)	距離(m)		10		20		30		50		100	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1.5	39	82	43	74	32	35	15	15	4.1	2.3		
3	20	28	20	27	18	17	9.0	12	3.4	2.7		
5	7.4	13	10	9.1	10	11	6.3	9.2	2.7	2.4		
7.5	0.6	6.3	4.4	3.7	7.8	5.6	4.6	6.4	2.6	1.8		
9.5	5.9	8.3	2.7	4.4	3.4	3.0	2.6	3.6	2.2	1.5		

別表13-4

2回目 (ppb)

高度(m)	距離(m)		10		20		30		50		100	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1.5	16	74	46	91	59	92	62	94	29	29		
3	2.3	4.1	10	25	25	37	37	47	22	25		
5	0.4	1.7	1.8	4.6	8.6	9.7	16	25	14	16		
7.5	0.3	2.3	0.4	0.5	2.2	3.0	7.5	9.4	10	11		
9.5	0.4	0.8	0.4	0.9	0.8	1.6	3.1	4.1	8.5	9.0		

別表13-5

52.10.11

1回目 (ppb)

高度(m)	距離(m)		10		20		30		50		100	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1.5	23	19	34	42	37	36	29	28	13	11		
3	2.9	2.6	10	0.4	9.3	13	15	13	10	9.1		
5	0.5	0.9	2.0	2.1	5.8	5.1	7.5	8.1	7.1	6.7		
7.5	0.5	—	0.5	0.7	1.5	1.4	3.4	3.4	4.4	3.9		
9.5	0.4	ND	0.4	—	0.6	0.6	1.8	1.9	3.0	3.0		

別表13-6

52.10.14

1回目 (ppb)

高度(m)	距離(m)		10		20		30		50		100	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1.5	87	89	92	92	75	65	39	25	7.0	5.5		
3	25	24	40	43	35	36	28	16	6.8	5.1		
5	9.0	5.2	16	14	21	15	17	11	5.7	4.3		
7.5	9.0	2.4	7.0	6.8	9.2	8.6	8.8	7.6	4.8	3.8		
9.5	2.0	2.5	2.8	2.8	5.9	6.0	7.8	4.7	4.2	3.1		

別表13-7

2回目 (ppb)

高度(m)	距離(m)		10		20		30		50		100	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1.5	97	28	53	73	46	58	32	36	11	9.3		
3	44	26	42	46	41	43	28	22	9.7	9.1		
5	15	7.5	19	19	24	25	18	16	8.7	8.2		
7.5	9.2	6.2	16	15	13	14	18	11	8.2	7.2		
9.5	17	15	7.3	8.2	10	12	15	9.5	7.6	5.1		

別表14-1 SF₆の測定結果 (畦別当地区)

52.12.6 15:08~16:08

		地点		高度		SF ₆ 濃度								
		1		9.5	37			高度(m)						
				7.5	96			濃度(ppb)						
				5	193									
				3	175									
				1.5	148									
		2		9.5	28									
				7.5	36									
				5	31									
				3	38									
				1.5	40									
		3		9.5	9									
				7.5	11									
				5	14									
				3	11									
				1.5	16									
8	9.5	8.5	7	9.5	8.3	4	9.5	6.9	9	9.5	4.9	10	9.5	2.5
	7.5	9.1		7.5	9.0		7.5	6.8		7.5	4.4		7.5	2.8
	5	9.2		5	9.2		5	7.8		5	4.7		5	2.9
	3	9.5		3	9.2		3	7.6		3	5.0		3	3.1
	1.5	12		1.5	8.8		1.5	7.7		1.5	5.0		1.5	3.5
		5		9.5	4.5									
				7.5	3.6									
				5	3.0									
				3	3.2									
				1.5	3.9									
		6		9.5	2.0									
				7.5	1.8									
				5	1.9									
				3	1.9									
				1.5	2.0									

別表14-2

52.12.13 14:06~15:06

		地点		高度		SF ₆ 濃度								
		1		9.5	78			高度(m)						
				7.5	144			濃度(ppb)						
				5	184									
				3	191									
				1.5	166									
		2		9.5	36									
				7.5	39									
				5	40									
				3	39									
				1.5	37									
		3		9.5	16									
				7.5	16									
				5	16									
				3	15									
				1.5	16									
8	9.5	8.3	7	9.5	7.3	4	9.5	7.1	9	9.5	5.5	10	9.5	6.8
	7.5	8.1		7.5	8.3		7.5	7.7		7.5	6.6		7.5	6.6
	5	8.1		5	8.9		5	7.5		5	6.4		5	5.8
	3	7.9		3	8.3		3	8.4		3	6.8		3	5.9
	1.5	—		1.5	7.0		1.5	7.6		1.5	6.8		1.5	10.0
		5		9.5	4.6									
				7.5	5.1									
				5	3.9									
				3	4.1									
				1.5	4.6									
		6		9.5	2.8									
				7.5	2.7									
				5	2.5									
				3	2.2									
				1.5	2.7									

別表14-3

52.12.19 12:06~12:46

		地点		高度	SF ₆ 濃度																																																								
		<table border="1"> <tr><td>9.5</td><td>1.3</td></tr> <tr><td>7.5</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>1.2</td></tr> <tr><td>3</td><td>1.2</td></tr> <tr><td>1.5</td><td>0.5</td></tr> </table>		9.5	1.3	7.5	1.0	5	1.2	3	1.2	1.5	0.5	<table border="1"> <tr><td>9.5</td><td>--</td></tr> <tr><td>7.5</td><td>1.2</td></tr> <tr><td>5</td><td>1.2</td></tr> <tr><td>3</td><td>1.1</td></tr> <tr><td>1.5</td><td>0.6</td></tr> </table>		9.5	--	7.5	1.2	5	1.2	3	1.1	1.5	0.6	<table border="1"> <tr><td>9.5</td><td>1.3</td></tr> <tr><td>7.5</td><td>1.3</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.7</td></tr> <tr><td>3</td><td>1.6</td></tr> <tr><td>1.5</td><td>0.8</td></tr> </table>		9.5	1.3	7.5	1.3	5	0.7	3	1.6	1.5	0.8	<table border="1"> <tr><td>9.5</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>7.5</td><td>0.4</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.6</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.4</td></tr> <tr><td>1.5</td><td>0.4</td></tr> </table>		9.5	0.5	7.5	0.4	5	0.6	3	0.4	1.5	0.4	<table border="1"> <tr><td>9.5</td><td>0.4</td></tr> <tr><td>7.5</td><td>0.3</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.2</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.4</td></tr> <tr><td>1.5</td><td>0.3</td></tr> </table>		9.5	0.4	7.5	0.3	5	0.2	3	0.4	1.5	0.3
9.5	1.3																																																												
7.5	1.0																																																												
5	1.2																																																												
3	1.2																																																												
1.5	0.5																																																												
9.5	--																																																												
7.5	1.2																																																												
5	1.2																																																												
3	1.1																																																												
1.5	0.6																																																												
9.5	1.3																																																												
7.5	1.3																																																												
5	0.7																																																												
3	1.6																																																												
1.5	0.8																																																												
9.5	0.5																																																												
7.5	0.4																																																												
5	0.6																																																												
3	0.4																																																												
1.5	0.4																																																												
9.5	0.4																																																												
7.5	0.3																																																												
5	0.2																																																												
3	0.4																																																												
1.5	0.3																																																												
		1		9.5	3.5	高度 (m) 濃度 (ppb)																																																							
				7.5	34																																																								
				5	68																																																								
				3	54																																																								
		2		1.5	55																																																								
				9.5	3.5																																																								
				7.5	7.0																																																								
				5	8.7																																																								
		3		3	9.6																																																								
				1.5	10																																																								
				9.5	1.3																																																								
				7.5	7.1																																																								
		4		5	3.3																																																								
				3	3.5																																																								
				1.5	5.3																																																								
				9.5	1.3																																																								
		5		7.5	1.3																																																								
				5	0.7																																																								
				3	1.6																																																								
				1.5	0.8																																																								
		6		9.5	0.9																																																								
				7.5	0.9																																																								
				5	0.2																																																								
				3	0.4																																																								
		7		1.5	0.3																																																								
				9.5	0.2																																																								
				7.5	0.2																																																								
				5	0.7																																																								
		8		3	0.2																																																								
				1.5	0.1																																																								

別表14-4

52.12.19 14:48~15:13
15:18~15:53

		地点		高度	SF ₆ 濃度																																																								
		<table border="1"> <tr><td>9.5</td><td>6.2</td></tr> <tr><td>7.5</td><td>5.8</td></tr> <tr><td>5</td><td>6.2</td></tr> <tr><td>3</td><td>5.7</td></tr> <tr><td>1.5</td><td>6.2</td></tr> </table>		9.5	6.2	7.5	5.8	5	6.2	3	5.7	1.5	6.2	<table border="1"> <tr><td>9.5</td><td>3.7</td></tr> <tr><td>7.5</td><td>3.6</td></tr> <tr><td>5</td><td>4.1</td></tr> <tr><td>3</td><td>3.6</td></tr> <tr><td>1.5</td><td>3.3</td></tr> </table>		9.5	3.7	7.5	3.6	5	4.1	3	3.6	1.5	3.3	<table border="1"> <tr><td>9.5</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>7.5</td><td>3.2</td></tr> <tr><td>5</td><td>2.7</td></tr> <tr><td>3</td><td>2.8</td></tr> <tr><td>1.5</td><td>2.3</td></tr> </table>		9.5	3.0	7.5	3.2	5	2.7	3	2.8	1.5	2.3	<table border="1"> <tr><td>9.5</td><td>2.4</td></tr> <tr><td>7.5</td><td>2.3</td></tr> <tr><td>5</td><td>2.3</td></tr> <tr><td>3</td><td>2.4</td></tr> <tr><td>1.5</td><td>2.3</td></tr> </table>		9.5	2.4	7.5	2.3	5	2.3	3	2.4	1.5	2.3	<table border="1"> <tr><td>9.5</td><td>1.9</td></tr> <tr><td>7.5</td><td>1.8</td></tr> <tr><td>5</td><td>1.8</td></tr> <tr><td>3</td><td>1.8</td></tr> <tr><td>1.5</td><td>1.5</td></tr> </table>		9.5	1.9	7.5	1.8	5	1.8	3	1.8	1.5	1.5
9.5	6.2																																																												
7.5	5.8																																																												
5	6.2																																																												
3	5.7																																																												
1.5	6.2																																																												
9.5	3.7																																																												
7.5	3.6																																																												
5	4.1																																																												
3	3.6																																																												
1.5	3.3																																																												
9.5	3.0																																																												
7.5	3.2																																																												
5	2.7																																																												
3	2.8																																																												
1.5	2.3																																																												
9.5	2.4																																																												
7.5	2.3																																																												
5	2.3																																																												
3	2.4																																																												
1.5	2.3																																																												
9.5	1.9																																																												
7.5	1.8																																																												
5	1.8																																																												
3	1.8																																																												
1.5	1.5																																																												
		1		9.5	47	高度 (m) 濃度 (ppb)																																																							
				7.5	84																																																								
				5	200																																																								
				3	124																																																								
				1.5	98																																																								
		2		9.5	15																																																								
				7.5	14																																																								
				5	15																																																								
				3	15																																																								
				1.5	15																																																								
		3		9.5	7.2																																																								
				7.5	7.6																																																								
				5	6.7																																																								
				3	6.8																																																								
				1.5	8.0																																																								
		4		9.5	1.7																																																								
				7.5	2.9																																																								
				5	2.9																																																								
				3	1.7																																																								
				1.5	1.7																																																								
		5		9.5	1.0																																																								
				7.5	0.9																																																								
				5	0.9																																																								
				3	0.8																																																								
				1.5	0.7																																																								
		6		9.5	1.7																																																								
				7.5	2.9																																																								
				5	2.9																																																								
				3	1.7																																																								
				1.5	1.7																																																								
		7		9.5	1.0																																																								
				7.5	0.9																																																								
				5	0.9																																																								
				3	0.8																																																								
				1.5	0.7																																																								
		8		9.5	1.7																																																								
				7.5	2.9																																																								
				5	2.9																																																								
				3	1.7																																																								
				1.5	1.7																																																								
		9		9.5	1.0																																																								
				7.5	0.9																																																								
				5	0.9																																																								
				3	0.8																																																								
				1.5	0.7																																																								
		10		9.5	1.7																																																								
				7.5	2.9																																																								
				5	2.9																																																								
				3	1.7																																																								
				1.5	1.7																																																								

別表14-5

52.12.21 8:22~9:22

				地点	高度	SF ₆ 濃度								
				1	9.5	60								
					7.5	184								
					5	420								
					3	440								
				2	1.5	340								
					9.5	35								
					7.5	38								
					5	55								
				3	3	61								
					1.5	60								
					9.5	26								
					7.5	25								
				4	5	24								
					3	28								
					1.5	32								
					9.5	21								
8	9.5	19	7	9.5	5.2	4	9.5	16	9	9.5	7.0	10	9.5	7.0
	7.5	19		7.5	19		7.5	8.6		7.5	9.6		7.5	7.5
	5	50		5	19		5	15		5	9.0		5	7.5
	3	52		3	20		3	16		3	10		3	7.8
				5	1.5	16								
					9.5	7.0								
					7.5	7.4								
					5	7.9								
				6	3	7.6								
					1.5	8.5								
					9.5	4.5								
					7.5	3.8								
				7	5	4.2								
					3	4.1								
					1.5	4.0								
					9.5	4.0								

高度(m)
濃度(ppb)

別表14-6

53.2.13 11:45~12:45

				地点	高度	SF ₆ 濃度								
				1	9.5	27								
					7.5	46								
					5	46								
					3	94								
				2	1.5	89								
					9.5	15								
					7.5	16								
					5	22								
				3	3	21								
					1.5	26								
					9.5	9.2								
					7.5	9.4								
				4	5	10								
					3	9.7								
					1.5	10								
					9.5	4.9								
8	9.5	5.4	7	9.5	4.9	4	9.5	4.2	9	9.5	5.5	10	9.5	5.5
	7.5	5.7		7.5	5.6		7.5	3.9		7.5	4.4		7.5	3.0
	5	5.9		5	5.0		5	5.5		5	4.5		5	3.6
	3	5.5		3	5.2		3	5.5		3	4.3		3	3.1
				5	1.5	4.7								
					9.5	2.7								
					7.5	2.8								
					5	2.2								
				6	3	2.5								
					1.5	2.4								
					9.5	1.8								
					7.5	1.6								
				7	5	1.6								
					3	1.4								
					1.5	1.4								
					9.5	1.4								

高度(m)
濃度(ppb)

別表14-7

53. 2.13 14:02~15:02

		地点		高度		SF ₆ 濃度	
		1		9.5	61	高度(m) 濃度(ppb)	
				7.5	71		
				5	84		
				3	88		
		2		9.5	12		
				7.5	12		
				5	13		
				3	13		
		3		9.5	7.1		
				7.5	7.8		
				5	8.6		
				3	8.2		
		4		9.5	4.2		
				7.5	4.2		
				5	4.6		
				3	4.6		
		5		9.5	2.1		
				7.5	2.1		
				5	2.1		
				3	2.2		
		6		9.5	1.5		
				7.5	1.5		
				5	1.5		
				3	1.4		
		7		9.5	5.0		
				7.5	5.3		
				5	4.5		
				3	4.4		
		8		9.5	4.9		
				7.5	5.1		
				5	5.0		
				3	5.0		
		9		9.5	3.7		
				7.5	3.4		
				5	3.5		
				3	5.3		
		10		9.5	2.7		
				7.5	3.2		
				5	3.2		
				3	4.2		
		1.5		9.5	4.6		
				7.5	4.6		
				5	4.6		
				3	4.6		

別表14-8

53. 2.17 13:23~14:23

		地点		高度		SF ₆ 濃度	
		1		9.5	23	高度(m) 濃度(ppb)	
				7.5	71		
				5	83		
				3	105		
		2		9.5	88		
				7.5	19		
				5	19		
				3	20		
		3		9.5	23		
				7.5	27		
				5	11		
				3	9.8		
		4		9.5	7.8		
				7.5	6.8		
				5	6.4		
				3	4.9		
		5		9.5	6.1		
				7.5	6.0		
				5	4.9		
				3	6.1		
		6		9.5	6.0		
				7.5	3.3		
				5	2.9		
				3	2.6		
		7		9.5	2.9		
				7.5	2.9		
				5	2.9		
				3	2.9		
		8		9.5	1.2		
				7.5	1.8		
				5	1.8		
				3	1.7		
		9		9.5	—		
				7.5	—		
				5	—		
				3	—		
		10		9.5	3.3		
				7.5	3.5		
				5	3.7		
				3	5.3		
		1.5		9.5	8.5		
				7.5	8.3		
				5	8.8		
				3	8.9		
		2.5		9.5	2.5		
				7.5	4.1		
				5	4.2		
				3	5.3		
		3.8		9.5	3.8		
				7.5	3.8		
				5	3.8		
				3	3.8		

別表15 拡散実験時における窒素酸化物濃度 (川平地区)

(ppb)

年.月.日	地点番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
51. 11. 5	NO	19	16	20	17	17	26	13	17	15	14	14	14	18	14	12	13
	NO ₂	5	5	8	3	4	10	4	6	5	4	4	3	4	5	4	2
	NO _x	24	21	28	20	21	36	17	23	20	18	18	17	22	19	16	15
51. 11. 5	NO	19	15	27	18	15	12	25	17	13	11	11	10	15	12	12	11
	NO ₂	7	5	9	7	7	4	9	7	3	2	3	4	5	3	3	4
	NO _x	26	20	36	25	22	16	34	24	16	13	14	14	20	15	15	15
51. 11. 8	NO	205	204	320	275	126	138	335	162	68	64	58	52	145	109	70	56
	NO ₂	5	10	15	12	12	14	15	4	6	4	6	8	10	10	9	8
	NO _x	210	250	335	287	138	152	350	166	74	68	64	60	155	119	79	64
51. 11. 8	NO	20	25	33	19	16	14	26	16	14	13	11	10	14	13	12	10
	NO ₂	9	7	11	13	4	4	12	6	3	3	4	3	8	3	3	3
	NO _x	29	32	44	32	20	18	38	22	17	16	15	13	22	16	15	13
51. 11. 8	NO	20	15	28	15	10	12	34	14	14	11	11	10	15	11	11	10
	NO ₂	13	8	14	12	5	3	14	9	9	3	4	4	7	7	3	3
	NO _x	33	23	42	27	15	15	48	23	23	14	15	14	22	18	14	13
51. 11. 11	NO	17	13	21	14	11	11	23	16	11	13	10	10	17	11	10	10
	NO ₂	7	6	10	7	4	5	8	8	5	6	4	4	5	4	4	4
	NO _x	24	19	31	21	15	16	31	24	16	19	14	14	22	15	14	14
51. 11. 11	NO	29	21	37	19	15	14	44	20	14	13	13	11	19	14	12	13
	NO ₂	12	7	14	15	6	3	8	10	9	4	5	5	9	7	5	5
	NO _x	41	28	51	34	21	17	52	30	23	17	18	16	28	21	17	18

別表16 拡散実験時における窒素酸化物濃度 (睦別当地区)

(ppb)

年.月.日	地点番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
51. 11. 16	NO	10	10	10	15	10	10	8	18	12	12	8	11	11	8	8	15	13	8	9	7
	NO ₂	4	3	4	5	4	4	4	5	5	4	4	6	4	4	3	4	5	5	2	3
	NO _x	14	13	14	20	14	14	12	23	17	16	12	17	15	12	11	19	18	13	11	10
51. 11. 16	NO	19	16	8	19	12	11	9	36	25	13	11	24	21	10	9	34	23	12	15	8
	NO ₂	14	4	13	15	14	11	12	15	14	15	3	17	12	17	16	15	17	16	12	11
	NO _x	33	20	21	34	26	22	21	51	39	28	14	41	33	27	25	49	40	28	27	19
51. 11. 19	NO	38	24	17	38	29	23	20	83	53	30	33	57	38	32	32	79	62	45	42	8
	NO ₂	11	13	11	13	12	8	13	18	13	12	15	14	11	16	14	16	17	15	14	8
	NO _x	49	37	28	51	41	31	33	101	66	42	48	71	49	48	46	95	79	60	56	16
51. 11. 19	NO	13	10	9	12	10	10	9	18	14	9	10	13	11	11	9	17	13	10	9	8
	NO ₂	5	5	3	5	3	3	3	8	7	6	2	6	7	2	4	7	7	5	6	2
	NO _x	18	15	12	17	13	13	12	26	21	15	12	19	18	13	13	24	20	15	15	10
51. 11. 24	NO	10	10	9	11	9	10	8	17	13	11	8	13	11	8	8	16	14	9	10	7
	NO ₂	3	3	2	3	1	2	4	5	4	4	4	6	3	4	3	4	5	5	3	2
	NO _x	13	13	11	14	10	12	12	22	17	15	12	19	14	12	11	20	19	14	13	9
51. 11. 24	NO	9	9	7	14	9	7	6	30	19	9	7	17	12	7	8	29	20	9	7	7
	NO ₂	3	2	1	2	1	1	1	4	3	3	1	4	3	3	4	4	5	5	7	1
	NO _x	12	11	8	16	10	8	7	34	22	12	8	21	15	10	12	33	25	14	14	8
51. 11. 26	NO	10	7	7	13	9	7	7	23	18	12	7	22	11	6	7	21	21	6	8	6
	NO ₂	3	2	2	3	2	1	1	5	4	3	2	4	3	2	2	6	4	6	3	1
	NO _x	13	9	9	16	11	8	8	28	22	15	9	26	14	8	9	27	25	12	11	7

別表17 拡散実験時における窒素酸化物濃度（西山地区）（ppb）

年.月.日	地点番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		51. 12. 14	NO	10	10	11	12	17	51	10	43	10	53
11:35	NO ₂	3	3	1	4	14	19	2	13	5	15	18	5
12:35	NO _x	13	13	12	16	31	70	12	56	15	68	41	14
51. 12. 14	NO	7	7	7	8	11	32	7	22	13	51	32	8
14:30	NO ₂	1	2	2	2	10	14	1	10	14	16	16	4
15:30	NO _x	8	9	9	10	21	46	8	32	27	67	48	12
51. 12. 14	NO	14	14	14	24	8	11	8	86	18	104	22	6
16:30	NO ₂	20	16	15	18	7	7	13	26	12	23	13	6
17:30	NO _x	34	30	29	42	15	18	21	112	30	127	35	12
51. 12. 17	NO	10	14	15	11	18	81	6	43	31	104	114	11
7:40	NO ₂	14	15	15	14	18	27	6	19	22	30	34	10
8:40	NO _x	24	29	30	25	36	108	12	62	53	134	148	21
51. 12. 17	NO	10	10	9	11	15	39	10	21	10	40	32	11
11:00	NO ₂	3	4	4	4	6	14	3	12	7	17	28	4
12:00	NO _x	13	14	13	15	21	53	13	33	17	57	60	15
51. 12. 17	NO	10	10	8	9	11	36	7	27	10	34	18	10
13:40	NO ₂	1	2	4	4	12	17	2	13	8	14	16	14
14:40	NO _x	11	12	12	13	23	53	9	40	18	48	34	24

別表18 車種別交通量（川平地区）国道34号線長崎バイパス

年 月 日 時	車種(台) 走行方向	普通自動車		軽自動車	大型車 特殊車	バス	普通貨物	その他	総台数
		ガソリン	LPG						
51. 11. 5 11:30 12:30	長崎→諫早	120	15	20	5	6	41	7	214
	長崎←諫早	225	23	52	11	9	61	2	383
51. 11. 5 14:30 15:30	長崎→諫早	218	15	55	44	12	146	0	490
	長崎←諫早	259	15	56	21	7	84	2	444
51. 11. 8 7:45 8:45	長崎→諫早	420	12	99	14	19	81	3	648
	長崎←諫早	508	15	149	22	10	107	2	813
51. 11. 8 10:45 11:45	長崎→諫早	213	17	55	33	12	161	7	498
	長崎←諫早	130	20	78	45	3	136	1	413
51. 11. 8 14:15 15:15	長崎→諫早	164	29	59	48	13	148	1	462
	長崎←諫早	161	17	68	8	4	168	1	427
51. 11. 11 11:17 12:17	長崎→諫早	197	19	49	35	12	173	2	487
	長崎←諫早	131	17	45	45	7	126	3	374
51. 11. 11 17:00 18:00	長崎→諫早	342	15	103	32	17	225	7	741
	長崎←諫早	347	20	119	48	17	224	3	778

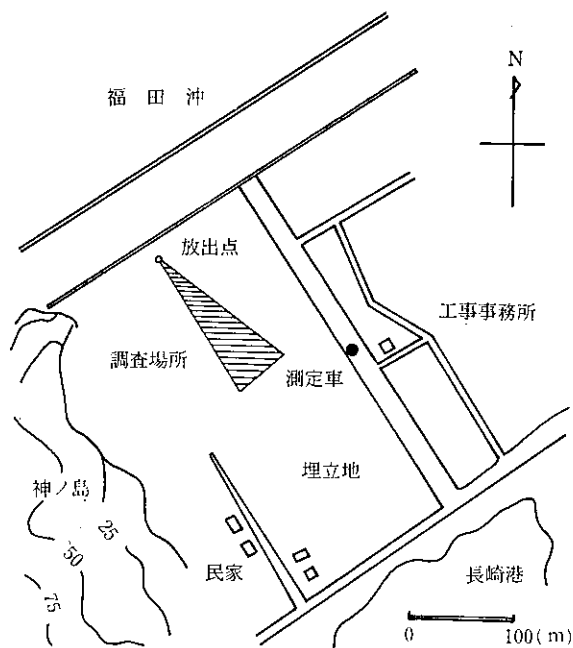
別表19 車種別交通量(畔別当地区) 国道34号線長崎バイパス

年月日時	車種(台) 走行方向	普通自動車		軽自動車	大型車 特殊車	バス	普通貨物	その他	総台数
		ガソリン	LPG						
51. 11. 16 13:45 } 14:25	長崎→諫早	183	12	34	18	6	60	1	314
	長崎←諫早	178	6	32	15	3	61	1	296
51. 11. 16 15:50 } 17:00	長崎→諫早	402	33	45	31	10	92	0	613
	長崎←諫早	468	22	98	23	15	98	3	727
51. 11. 19 8:00 } 9:00	長崎→諫早	241	11	39	25	6	80	1	403
	長崎←諫早	186	5	47	23	5	90	3	359
51. 11. 19 13:00 } 14:00	長崎→諫早	206	11	53	40	9	142	2	463
	長崎←諫早	145	9	45	33	6	108	2	348
51. 11. 26 13:35 } 14:35	長崎→諫早	98	15	15	20	4	73	2	227
	長崎←諫早	177	8	25	55	3	149	0	417

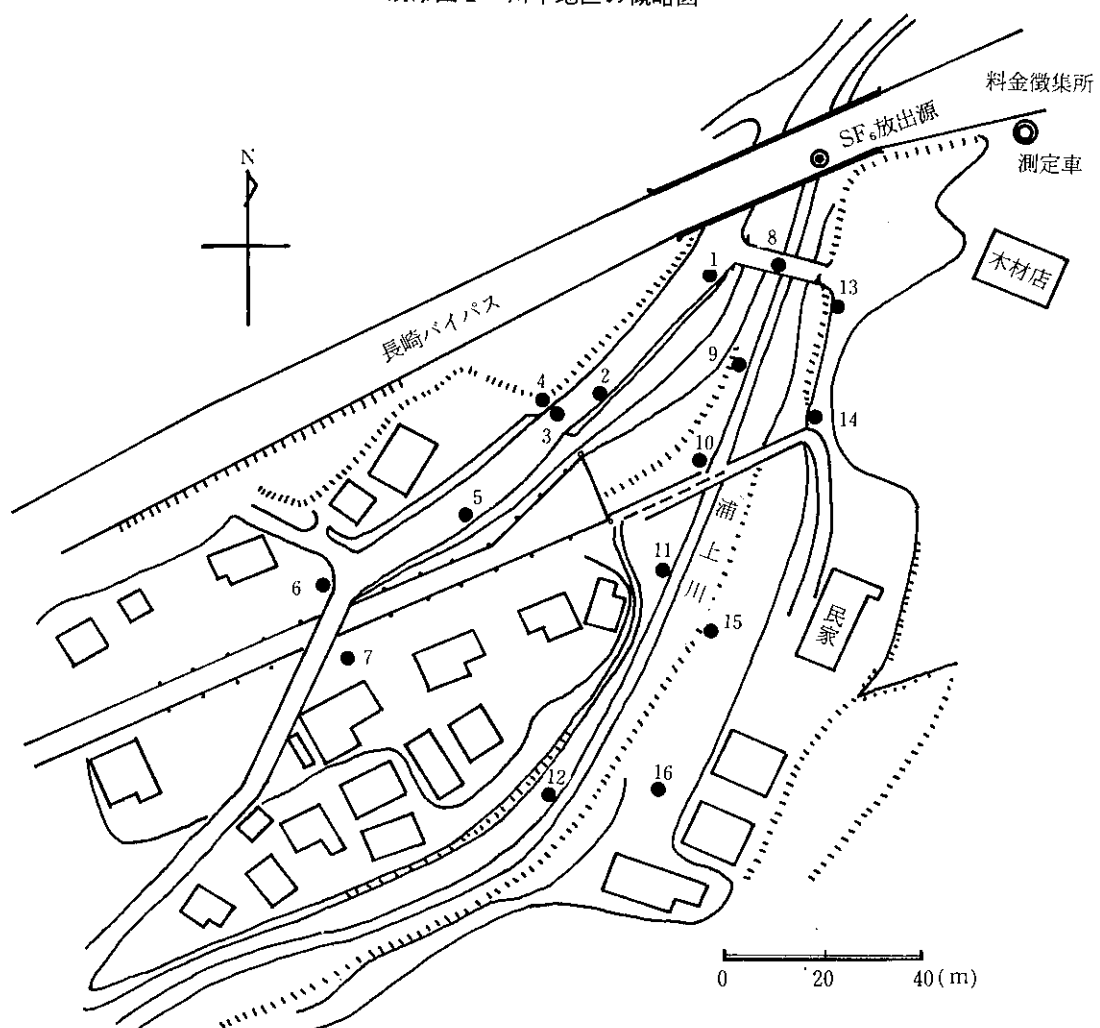
別表20 車種別交通量(西山地区) 県道馬町大橋線

年月日時	車種(台) 走行方向	普通自動車		軽自動車	大型車 特殊車	バス	普通貨物	その他	総台数
		ガソリン	LPG						
51. 12. 14 11:35 } 12:35	西山→三原	67	22	62	12	5	37	18	223
	西山←三原	46	27	65	6	6	76	21	247
51. 12. 14 14:00 } 15:00	西山→三原	70	26	55	19	6	72	20	268
	西山←三原	65	25	58	15	7	45	19	234
51. 12. 14 15:00 } 16:00	西山→三原	66	17	63	10	6	42	17	221
	西山←三原	61	19	50	0	8	86	14	238
51. 12. 14 16:00 } 17:00	西山→三原	93	34	63	1	7	83	33	314
	西山←三原	89	25	60	6	8	60	14	262
51. 12. 14 17:00 } 18:00	西山→三原	160	37	104	2	8	95	45	451
	西山←三原	85	31	150	8	7	53	29	363

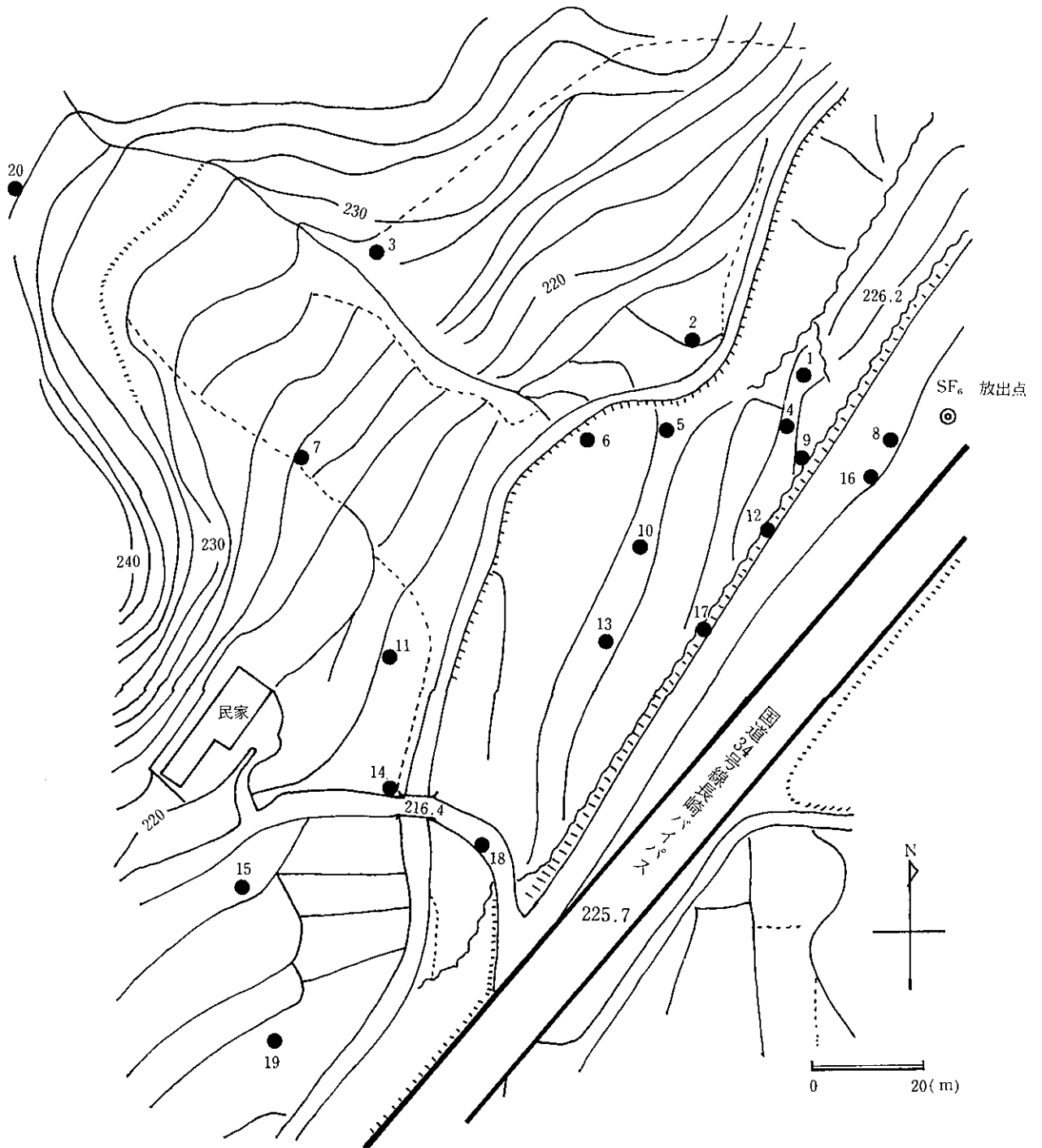
別添図1 神の島地区の概略図



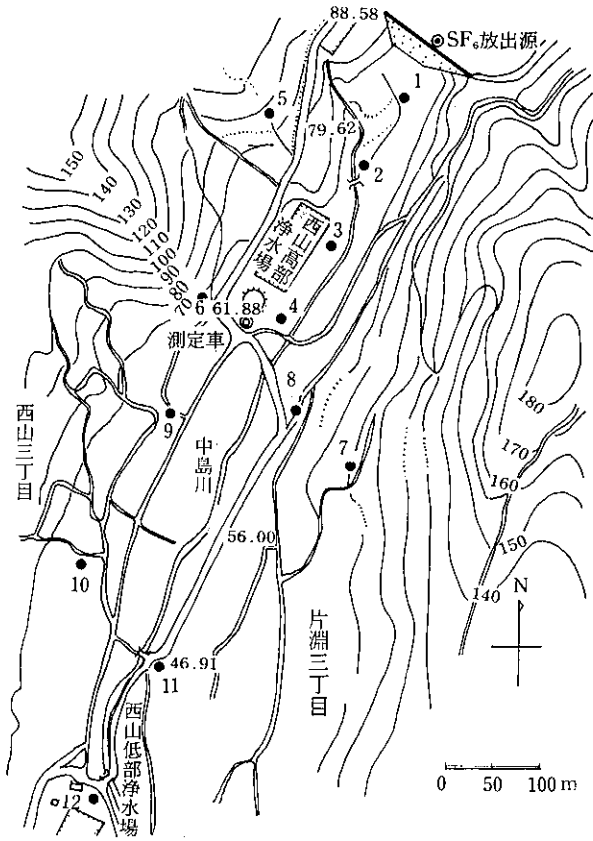
別添図2 川平地区の概略図



別添図3 畦別当地区の概略図

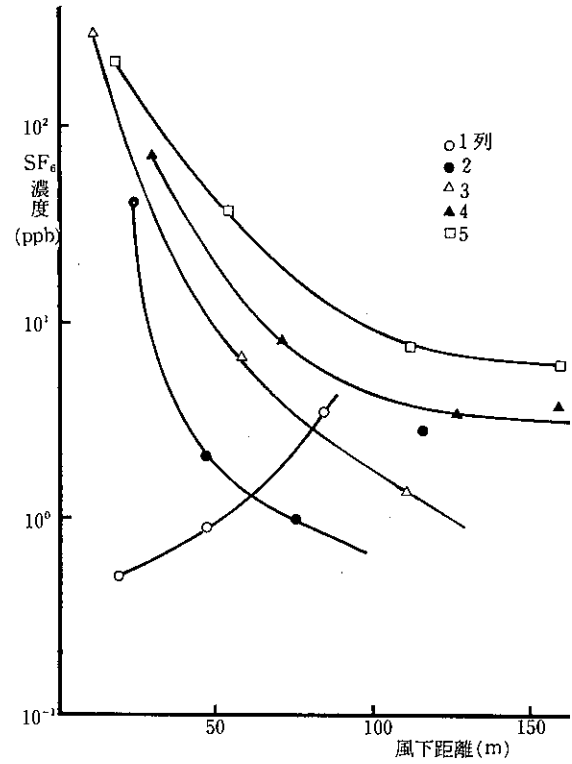


別添図4 西山地区の概略図

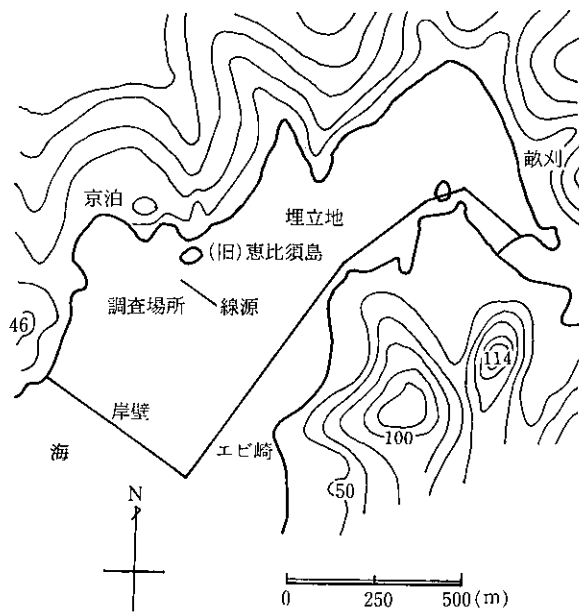


別添図7 SF₆の距離減衰(畦別当地区)

51. 11. 16 15:50~16:50

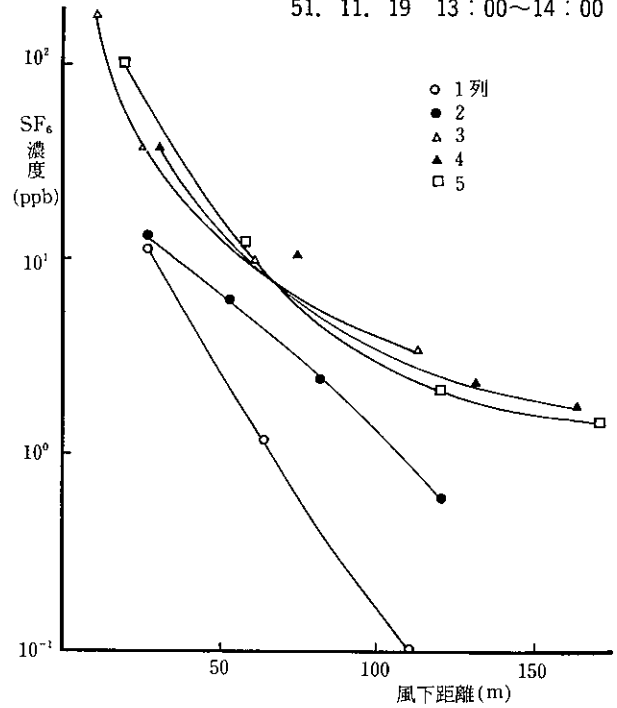


別添図5 三重地区の概略図

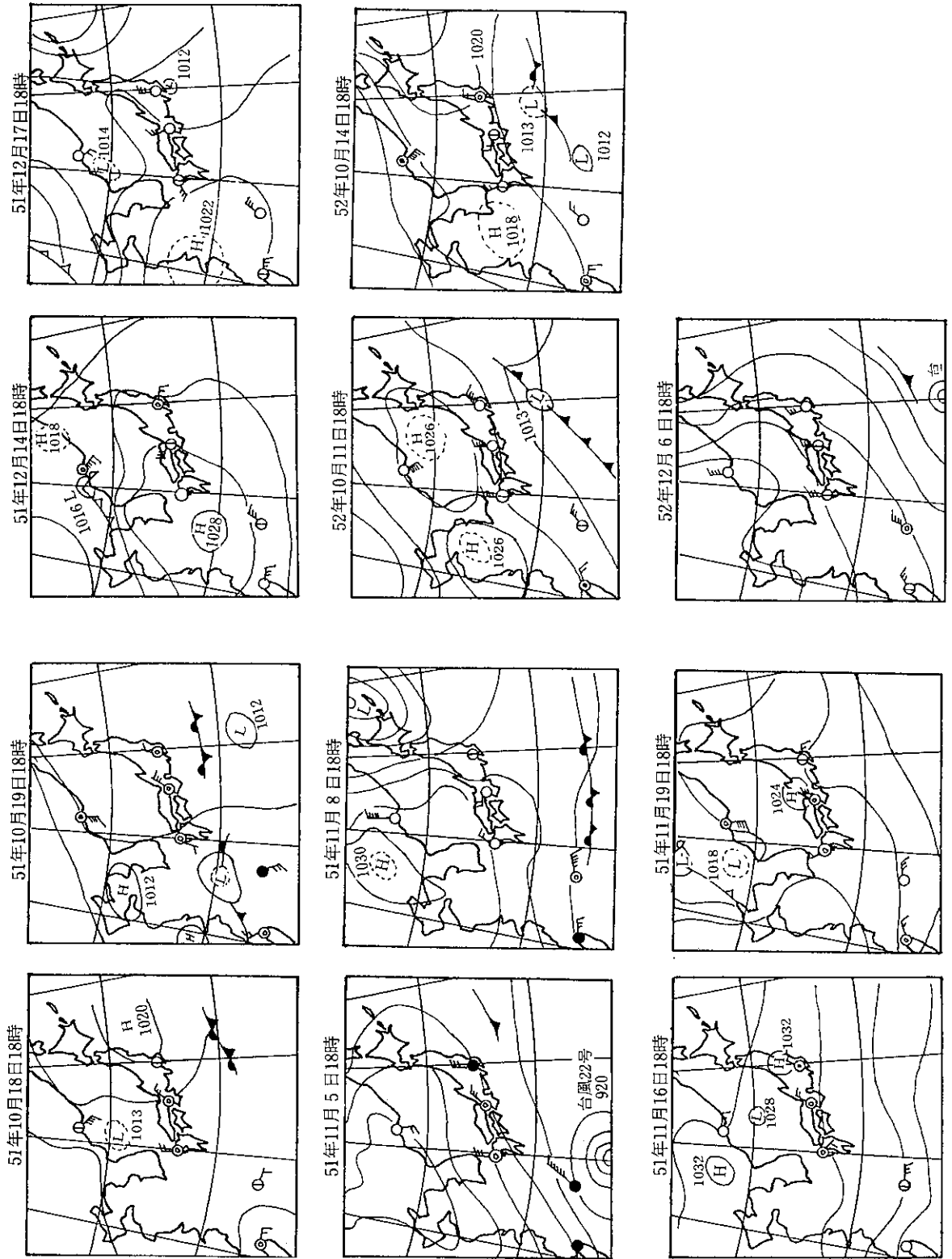


別添図8 SF₆の距離減衰(畦別当地区)

51. 11. 19 13:00~14:00

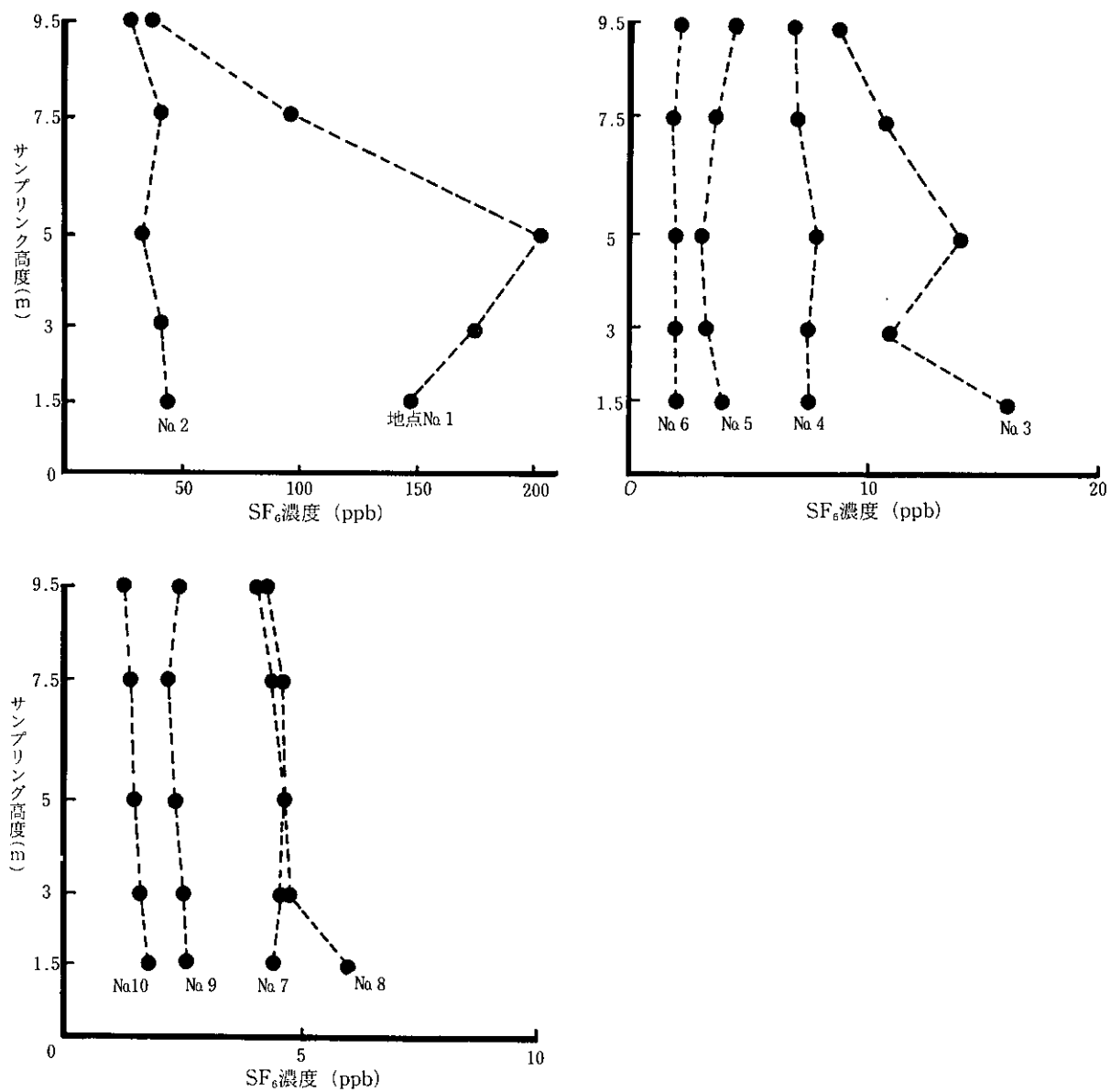


別添図6 調査日の天気図



別添図9 SF₆鉛直方向濃度分布

畦別当地区 52. 12. 6 15:08~16:08



既刊の印刷物一覧

1. 壱岐日本脳炎予防特別対策事業総括報告書（昭和42～44年度），40p, (1970)
長崎県衛生部，長崎県農林部
2. 水銀環境汚染調査（生物汚染調査），52p, (1975)
長崎県衛生公害研究所
3. 大島町水質等環境調査，18p, (1975)
長崎県衛生公害研究所
4. 小浜町水質等環境調査，10p, (1975)
長崎県衛生公害研究所
5. 底質，土壌及び魚類等の重金属調査結果（第1集），昭和45～48年度，108p,
(1975)
長崎県環境部公害規制課，長崎県衛生公害研究所
6. 川棚川流域の水銀汚染等に係る環境調査報告書，14p, (1977)
長崎県環境部
7. 同上，資料編，24p, (1977)
8. 大村湾の水理構造と水質特性（昭和51年度大村湾水質調査報告書），82p,
(1977)
長崎県環境部，長崎県衛生公害研究所
9. 長崎県下の水道と原水の水質，196p, (1977)
長崎県環境部，長崎県衛生公害研究所
10. 環境庁委託業務結果報告書，30p, (1978)
長崎県衛生公害研究所，長崎県環境部公害規制課
11. 昭和52年度健康管理検診にもとづく経過観察報告書，23p, (1978)
長崎県環境部
12. 昭和53年度健康管理検診にもとづく経過観察報告書，22p, (1979)
長崎県環境部
13. 腎尿細管機能を中心とする臨床所見の比較研究（資料），20p, (1979)
長崎県環境部

長崎県衛生公害研究所報 X VIII

(昭和52年度論文集)

昭和54年3月31日 印刷

昭和54年3月31日 発行

編集・発行 長崎県衛生公害研究所

長崎市滑石1丁目9番5号

TEL ☎8613, ☎9195

(〒852)

印刷所 昭和堂印刷

長崎市栄町6番23号

TEL代表☎1234