

本資料は 年 月 日付で登録区分、
変更する。

2001. 6. 20

【技術情報室】

大気拡散計算に関する気象観測データの解析

1996年8月

動力炉・核燃料開発事業団
東海事業所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2001

社内資料
PNC-TN8420 96-017
1996年8月

大気拡散計算に関連する気象観測データの解析



赤津 康夫
片桐 裕実
清水 武彦
叶野 豊
今泉 謙二
小林 隆史*

要旨

動力炉・核燃料開発事業団東海事業所では、昭和30年代（当時は、原子燃料公社）から、気象観測を継続・実施してきている。その後、再処理施設からの大気放出される放射性廃棄物の環境影響評価に使用する目的で、昭和49年頃から気象観測塔が設置され、昭和52年のホット試験以降の大気拡散計算に用いられている。

本報告書は、1977年（昭和52年）から1995年（平成7年）までの約18年間に実施した大気拡散計算に関連する気象統計結果を取りまとめるとともに、気象要因に関連する大気拡散の特性について考察したものである。

その結果、各年の気象統計と再処理施設からの放出量を基にした計算結果での最大濃度地点は、安全審査等で評価している最大濃度地点と同様の地点に多く出現することが確認された。しかし、20年間の観測結果を用いた今回の調査結果では、大気安定度の出現頻度等の違いにより、西南西方向に最大濃度地点が出現するパターンが数回あった。

また、これまで曆年で報告していた一般公衆の線量当量評価が、1995年（平成7年）から年度報告となったため、大気拡散計算に用いる気象統計結果、相対濃度について年度別に整理し、付録として収録した。

無印 安全管理部環境安全課
* 原子力システム



August, 1996

Analysis of Meteorological Observation Data for the Atmosphere Diffusion Calculation

General Manager : Yasuo AKATSU
Deputy General Manager : Hiromi KATAGIRI
Staffs: Takehiko SHIMIZU
Yutaka KANO
Kenji IMAIZUMI
Takashi KOBAYASHI

ABSTRACT

The meteorological observation has been performed since 1955 in PNC Tokai-works.

After 1974, this observation came to measure on the top of the meteorological tower (100m above sea level) for the environmental assessment of a radioactive waste with the atmospheric discharge from the reprocessing plant. This report presents an atmospheric phenomenon statistic result and an examination about a characteristic of the atmosphere diffusion based on the data from 1977 to 1995.

Characteristics of the result are as follows ;

- (1) It was confirmed that the maximum air concentration point that was calculated based on the discharge amount from reprocessing plant and atmospheric phenomenon statistic of each year appears at near point in the safety assessment of 1977.
- (2) In some case, a maximum concentration point has appeared at about 800m in the west-southwest direction owing to the deference of appearance frequency of the atmospheric stability, etc. Normally it appears at about 2,000m point in south-west direction.

Still, as reference materials, atmospheric phenomenon statistics result and relative concentration were mentioned.

Environmental Protection Section, Health and Safety Division, Tokai Works, PNC.

* Nuclear Energy System Inc.

目 次

はじめに	1
1. 概要	2
2. 大気拡散基本式	3
2.1 大気拡散モデル	3
2.1.1 拡散式の導き方	3
2.1.2 基本拡散式	4
3. 気象観測	10
4. 調査結果	12
4.1 風下方位別相対濃度の比較	12
4.2 大気安定度の出現頻度	19
4.3 風向別大気安定度別相対濃度	22
5. まとめ	23
付録	

目 次

はじめに	1
1. 概要	2
2. 大気拡散基本式	3
2.1 大気拡散モデル	3
2.1.1 拡散式の導き方	3
2.1.2 基本拡散式	4
3. 気象観測	10
4. 調査結果	12
4.1 風下方位別相対濃度の比較	12
4.2 大気安定度の出現頻度	19
4.3 風向別大気安定度別相対濃度	22
5. まとめ	23
付録	

はじめに

動力炉・核燃料開発事業団東海事業所では、昭和30年代（当時は、原子燃料公社）から、気象観測を継続・実施してきている。その後、再処理施設からの大気放出される放射性廃棄物の環境影響評価に使用する目的で、昭和49年頃から気象観測塔が設置され、昭和52年のホット試験以降の大気拡散計算に用いられ一般公衆の線量当量評価を実施してきた。また、これらの気象統計データは再処理施設安全審査に1977年の気象観測データをベースに用いられてきた。

本報告書は、1977年（昭和52年）から1995年（平成7年）までの約18年間に実施した大気拡散計算結果を相対濃度として取りまとめたものである。その結果、各年の最大濃度地点は、安全審査等で評価している最大濃度地点と同様南西の地点に多く出現するが、今回の調査結果では、大気安定度の出現頻度等の違いにより、西南西方向に最大濃度地点が出現するパターンが数回あった。

また、西南西方向の場合は、気象指針による大気安定度の分類法によるBの出現頻度に依存し、南西方向の場合は大気安定度の分類法によるDの出現頻度に依存していることが分かった。

1. 概要

原子力施設から環境中に放出される気体状放射性廃棄物の環境影響評価は、放出される放射性物質の大気中における拡散の解析と、拡散した放射性物質から人への影響の算定の、主として二つの課程からなる。人への影響については、農・畜産物、その他の物質を経由する人への経路と大気中放射性物質から直接人への経路とが考えられる。

人への影響についての評価手法の開発整備は、国の安全研究の一環として進めてきており、環境放射能の分析手法を含めた評価に用いる移行パラメータの研究等、これまで必要に応じて適宜整理してきている。

放射性物質の大気中での拡散に関する検討として、施設の排気筒を用いたSF₆等の大気拡散実験、大気拡散計算に使用する大気安定度の推定に用いる気象観測結果の解析・評価を実施しており、気象指針改訂の基礎資料となっている。

東海事業所では、従来から事業所の環境監視の一環として、気象観測を実施してきており、1974年（昭和49年）からは、主として再処理施設の環境影響評価に用いる目的で、気象観測塔建設、テレメータシステムによるデータ処理等の観測体制の整備を図ってきている。

今回、約20年の気象観測データの蓄積が図られたことから、拡散計算のパラメータとして用いられる大気安定度及び年間の平均風速が拡散計算結果にどの様に影響を及ぼすか実測データを基に解析した結果を報告する。

また、1995年（平成7年）に再処理施設の放出される放射性気体廃棄物の環境影響評価が年度報告に変更されたため、これに合わせた気象統計結果を整理した。

2. 大気拡散基本式

大気拡散の解析方法は、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」（平成元年3月改訂）に示されている。

年間平均濃度の計算は、放射性物質の放出量及び放出条件（放出源の有効高さ等）が定められると、風下の着目地点における放射性物質の濃度は、放出時の気象条件によって定まる。指針では基本拡散式から導かれる相対濃度（ χ/Q ）をもとに解析している。

相対濃度（ χ/Q ）は、毎時の風向、風速及び大気安定度を用いて計算した単位放出率当たりの当該時刻における風下濃度であり、いわば、大気中における拡散希釈の程度を表すものである。

気象指針での線量当量計算に用いる放射性物質の地表空気中濃度は、単位放出率当たりの風下濃度（相対濃度）に放射性物質の放出率を乗じて求めることができる。

2.1 大気拡散モデル

大気中に放出された放射性核種は、拡散により風下方向へ移流していくため、大気中放射性核種濃度を求めるために大気拡散モデルが必要となる。この大気拡散モデルにはボックスモデル、プルームモデル（ガウシアンモデル）、パフモデルの数学モデルが存在するが、気象指針ではガウシアンモデル（Gaussian model）を安全評価の大気拡散モデルとして採用している。ガウシアンモデルには次のような利点がある。

- ①実験とよく一致する結果を与える。
- ②基本式の数学的な取扱いが容易である。
- ③その他の理論的といわれるモデルでは、経験側の占める割合が多い。
- ④このモデルは、各国で安全評価に使用されている実績がある。

2.1.1 拡散式の導き方

拡散式は、微分方程式を適当な条件のもとで解くことによって求められる。この条件として平坦地で、ある高度に置かれた点源から連続的に一定の割合で排出され、風速は一定、プルームは地面に吸着したり空間で変化しないことを前提に求められる。

ここで簡単に拡散式を導くために図-1のような時間平均を取ったプルームについてプルーム量の保存を考える。いま図-1で示すプルームの輪郭の内部で濃度が一様であると仮定すると。この濃度 $\chi (m^{-3})$ で表すと、単位時間に排出されたプルーム量 $Q (s^{-1})$ は流れ方向に風速 $U (m/s)$ × 単位時間(s)の間に入っている。プルームの断面が図-1のように隋円であるとし、垂直の半径が Z 、水平の半径が Y あるとすれば、プルーム Q は体積 $U \times (\pi YZ)$ の中に入っていることになる。従って

$$Q = \chi \times U \times (\pi YZ) \quad (1)$$

従って濃度 χ は

$$\chi = \frac{Q}{\pi U Y Z} \quad (2)$$

で与えられる。

プルームの広がりの幅 Y 、 Z が風下距離について、どのように変化するかが分かれば濃度

を計算できることになる。

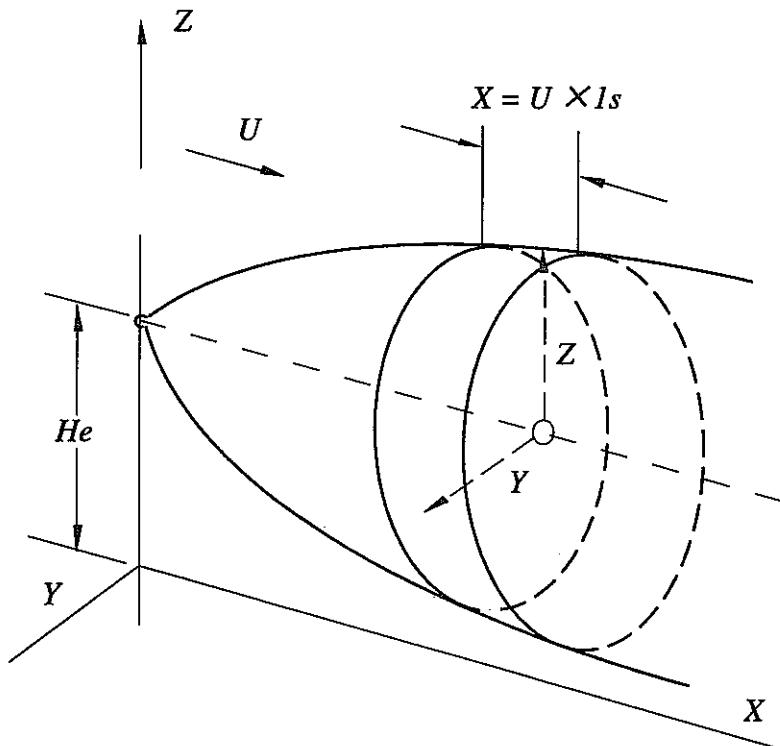


図-1 時間平均を取ったプルームの形

2.1.2 基本拡散式

実際の濃度はプルームの中で一様ではなくガウス分布で表される。これは図-2に示すような分布で、中心濃度 χ_0 と分布の標準偏差 σ_y によって全体の分布が決定される。 σ_y は拡散幅とも呼ばれる。

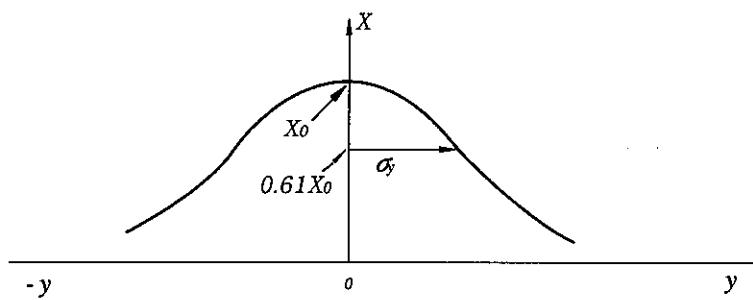


図-2 水平方向の濃度分布（ガウス分布）

(χ は濃度、 y は距離、 σ_y は分布の標準偏差で拡散幅と呼ばれる)

プルームの流れと計算式に用いる座標の関係は図-1に示すとおりである。また、 y 軸に平行な濃度分布は図-2に示される単一のガウス分布で表され、その濃度 χ は y 方向の拡散幅 σ_y を用

いて次式で与えられる。

$$\chi = \chi_0 \cdot \exp^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} \quad (3)$$

ただし χ_0 は $y=0$ における中心濃度である。

垂直方向については地面における条件、すなわち境界条件によって濃度の分布型が異なるが、何れにしてもガウス分布関数を組合せて分布を表すことができる。地面でプルームが完全に吸着される場合の分布型は式(3)と等しく、座標を z に置き換える。

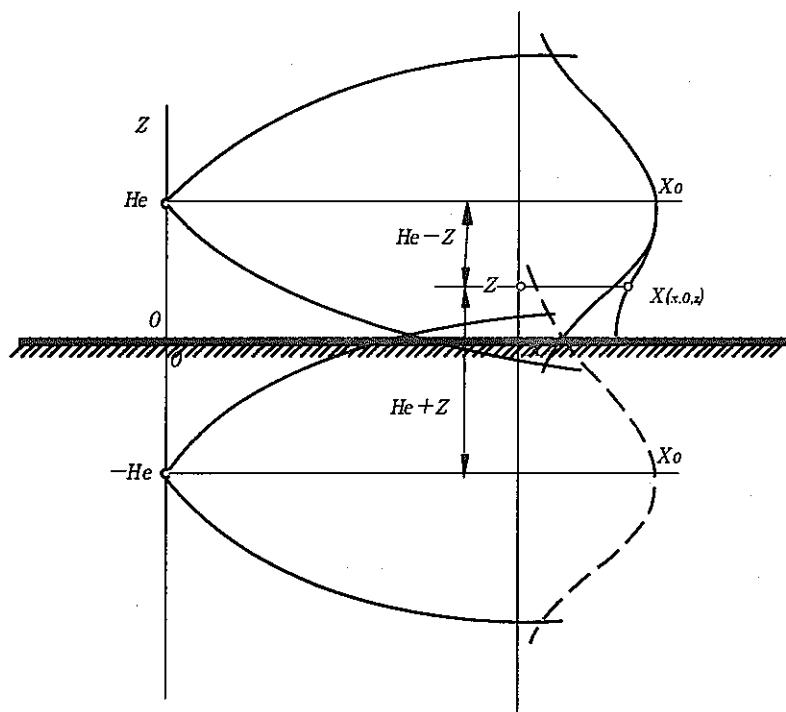


図-3 垂直方向の濃度分布
(He は放出源高度、 χ_0 は中心濃度、 z は高度)

拡散移行するプルームの拡散では普通地面で完全に反射される条件が適応される。この場合、微分方程式論で示されるように、仮想的な放出源が地表面下にあると考えた場合、仮想的な放出源と重ね合わせた分布(図-3)で濃度が表わされる。

すなわち

$$\chi = \chi_0 \left(\exp^{-\frac{(z-He)^2}{2\sigma_z^2}} + \exp^{-\frac{(z+He)^2}{2\sigma_z^2}} \right) \quad (4)$$

ただし χ は濃度、 χ_0 は中心濃度、 σ_z は垂直方向の拡散幅、 He は有効煙突高度である。式(3)(4)の中心濃度 χ_0 は先に式(2)を導いたのと同じ条件から決定される。

$$Q = \int_0^\infty \int_{-\infty}^\infty U \cdot \chi \cdot dy \cdot dz \quad (5)$$

$$\chi_0 = \frac{Q}{2\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot U} \quad (6)$$

従って濃度 χ は次式で与えられる。

$$\chi/Q(x,y,z) = \frac{1}{2\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot U} \cdot \exp^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} \cdot \left(\exp^{-\frac{(z-He)^2}{2\sigma_z^2}} + \exp^{-\frac{(z+He)^2}{2\sigma_z^2}} \right) \quad (7)$$

$\chi/Q(x,y,z)$: 点(x,y,z)における相対濃度(s/m³)

σ_y : 濃度分布y方向の拡がりのパラメータ(m)

σ_z : 濃度分布z方向の拡がりのパラメータ(m)

U : 風速(m/s)

He : 放出源の有効高さ

拡散移行する放射性プルームが地表面で反射される効果を基本式の右辺の最後の項が放射性プルームの地表面での反射効果を表している。

式中の σ_y (m)、 σ_z (m) は、濃度 χ の y 方向と z 方向への拡がりのパラメータで、大気の安定状態と放出地点から評価地点までの風下距離の関数として与えられる。静穏風 ($U=0.0$ m/s) の時にはこの基本式を適用すると、大気中放射性核種濃度が無限大になる。しかし、地球を包み込む大気境界層といわれる地表面から 1 ~ 2 km までの低層大気層は地球自転によるコリオリ力、地表面の熱的影響、粗度による力学的影响を常に受けているので、大気の混合が止むことはなく、いつでもわずかずつ対流していると考えらる。観測された風速が $U < 0.5$ m/s の静穏風の時には 0.5 m/s の風があるとして濃度計算する。

放出高さ H (m) については、排気筒高さに排気速度による吹き上げ高さの補正をして実効放出高さとして算定する。

評価時間内の物理的崩壊による減衰が無視出来ない場合は、式(7)の右辺に、 $\exp(-\lambda t)$ を乗じて補正する。ここで λ は物理的崩壊定数で、その単位は費用か時間間隔 t の時間単位の逆数である。

地表軸濃度は (1) 式において $y = 0$ 、 $z = 0$ とした場合、次式となる。

$$\chi/Q(x,0,0) = \frac{1}{\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot U} \cdot \exp^{-\frac{He^2}{2\sigma_z^2}} \quad (8)$$

(1) 有効煙突高度

煙突高度に上昇による高度を加えた高度が有効煙突高度である。煙突の風下の地上に現れる汚染濃度はプルームが有効煙突高度から水平に拡散した場合とほとんど等しくなる。このため取り扱いが簡単なこともあって、普通にはプルームが有効煙突高度をまず計算し、ついでプルームが有効煙突高度から水平に拡散すると仮定して大気拡散の計算を行う。

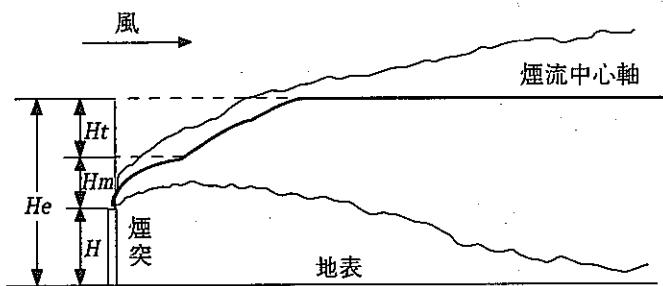


図-4 プルームの上昇と拡散の様相

(H は煙突高度、 H_m は運動量上昇高度、 H_t は浮力上昇高度、 H_e は有効煙突高度)

式(7)～(8)の H_e に相当する拡散プルームの中心軸高度は、排気口高度、評価地点高度及び地表高度、吹上高等から求められる。これは、大気中に放出された浮力のない排気の放射性物質は、放出時の慣性力によってある程度上昇して、所定の高度に達した後、その高度を中心軸として拡散するとし、評価地点の地形が変化して、海拔が放出地点と変化した場合には何らかの補正をほどこす事により、各評価地点では、放出点から評価地点に至る区間の地形変化がなかつたとみなしていることに相当する。有効煙源高は、次式により計算する。

$$H_e = H_s + \Delta H - HG \quad (9)$$

H_s : 排気口の海拔高度 (m)

$H_s = H_{stack} + HG_0$

H_{stack} : 排気口の地表高度 (m)

HG_0 : 排気口の立地点の地表海拔高度 (m)

ΔH : 吹上高さ (m)

HG : 評価地点地表海拔高度 (m)

Briggsの吹上式(8)を用いる場合は、中立あるいは、安定度を考慮しない場合、

$$\Delta H = 3.0 \frac{W \cdot D}{U} = \frac{12}{\pi} \cdot \frac{V}{U \cdot D} \quad (10)$$

(2)拡散パラメータ σ_y 、 σ_z σ_y および σ_z の計算は、次式により行う。

(Xの単位はm)

$$\sigma_y = K \cdot \theta_1 \cdot (8 - \log x) \cdot x \quad (11)$$

$$\sigma_z = \sigma_0 \cdot (10^{-3}x)^{\{P_0 + P_1 \log_{10}(10^{-3}x) + P_2 [\log_{10}(10^{-3}x)]^2\}} \quad (12)$$

ただし、K、 θ_1 、 σ_0 、 P_0 、 P_1 および P_2 の値は次の表に掲げるとおりとし、また $\sigma_z > 1000$ (m) であれば、 $\sigma_z = 1000$ (m) とする。

表-1 風下距離X ≥ 200 mのとき

大気安定度	σ_0	P_0	P_1	P_2
A	768.1	3.9077	3.898	1.7330
B	122.0	4.4132	0.49523	0.12772
C	58.1	0.8916	-0.001649	0.0
D	31.7	0.7626	-0.095108	0.0
E	22.2	0.7117	-0.12697	0.0
F	13.8	0.6582	-0.1227	0.0

表-2 風下距離X < 200 mのとき

大気安定度	σ_0	P_0	P_1	P_2
A	165	1.07	0.0	0.0
B	83.7	0.894	0.0	0.0
C	58.0	0.891	0.0	0.0
D	33.0	0.854	0.0	0.0
E	24.4	0.854	0.0	0.0
F	15.5	0.822	0.0	0.0

表-3 $X < 200 \text{ m}$, $X \geq 200 \text{ m}$ に共通

大気安定度	K	θ_1
A	6.7775×10^{-4}	50
B		40
C		30
D		20
E		15
F		10

ここで、 $\sigma z = 1000 \text{ m}$ としてあるのは、拡散現象を取扱っている大気の接地境界層の混合層高度が通常 1000 m 程度（昼・夜、気象条件等で変化する）であるとして、拡散混合は、この範囲の高さ以内起こるとしているためである。 100 m 程度の有効煙源高の場合、 $\sigma z = 1000 \text{ m}$ とすると $\exp\left(-\frac{He^2}{2\sigma z^2}\right)$ の項は1に近づき、さらに σz が増加したとしても、この項の値の変化はあまりない。実際の現象も混合層内で鉛直方向に濃度分布が均一に近づくとすれば、式上 σz を増加させるのは、実際からはずれる結果となるということを意味している。正規分布を仮想し続けるとすると、濃度分布が均一ということは、 $\sigma z = \infty$ ということであるので、式(8)中 $\exp\left(-\frac{He^2}{2\sigma z^2}\right) = 1$ だが、 $\frac{1}{\sigma_z} = 0$ なので $\chi/Q = 0$ となってしまう。従って σz の上限値は上記 1000 m としている。

3. 気象観測

1974年（昭和49年）以降、再処理施設の大気放出気体放射性廃棄物の環境影響評価に資するため、気象観測塔の設置（地上約70m、海拔約100m）、大気安定度関連の気象観測装置（日射量、放射収支量）の設置、観測データの自動収集及び解析用テレメータ装置の整備、緊急時大気拡散評価システムの構築等の環境観測・評価体制の整備を行ってきている。また、気象観測体制が整備されたのを受けて、気象業務法第6条第3項及び気象業務法施行規則第2条第1項の規定に基づく気象観測施設設置届けを水戸気象台に1981年（昭和56年）10月31日付けで提出している。

気象観測は、「気象指針」に準じて実施し、表-4に気象観測項目と気象観測場所を示す。また、気象観測機器の設置場所を図-5に示す。なお、気象庁検定対象となっている気象観測機器については、検定に合格したものを使用している。

表-4 気象観測項目及び観測場所

観測項目	観測機器	機器設置場所
風向	風車型自記風速計	気象観測塔塔頂（地上約70m）及び 安全管理棟屋上（地上約10m）
風速	風車型自記風速計	同上
日射量	熱電対式全天日射計	地上2m
放射収支量	風防型放射収支計	同上

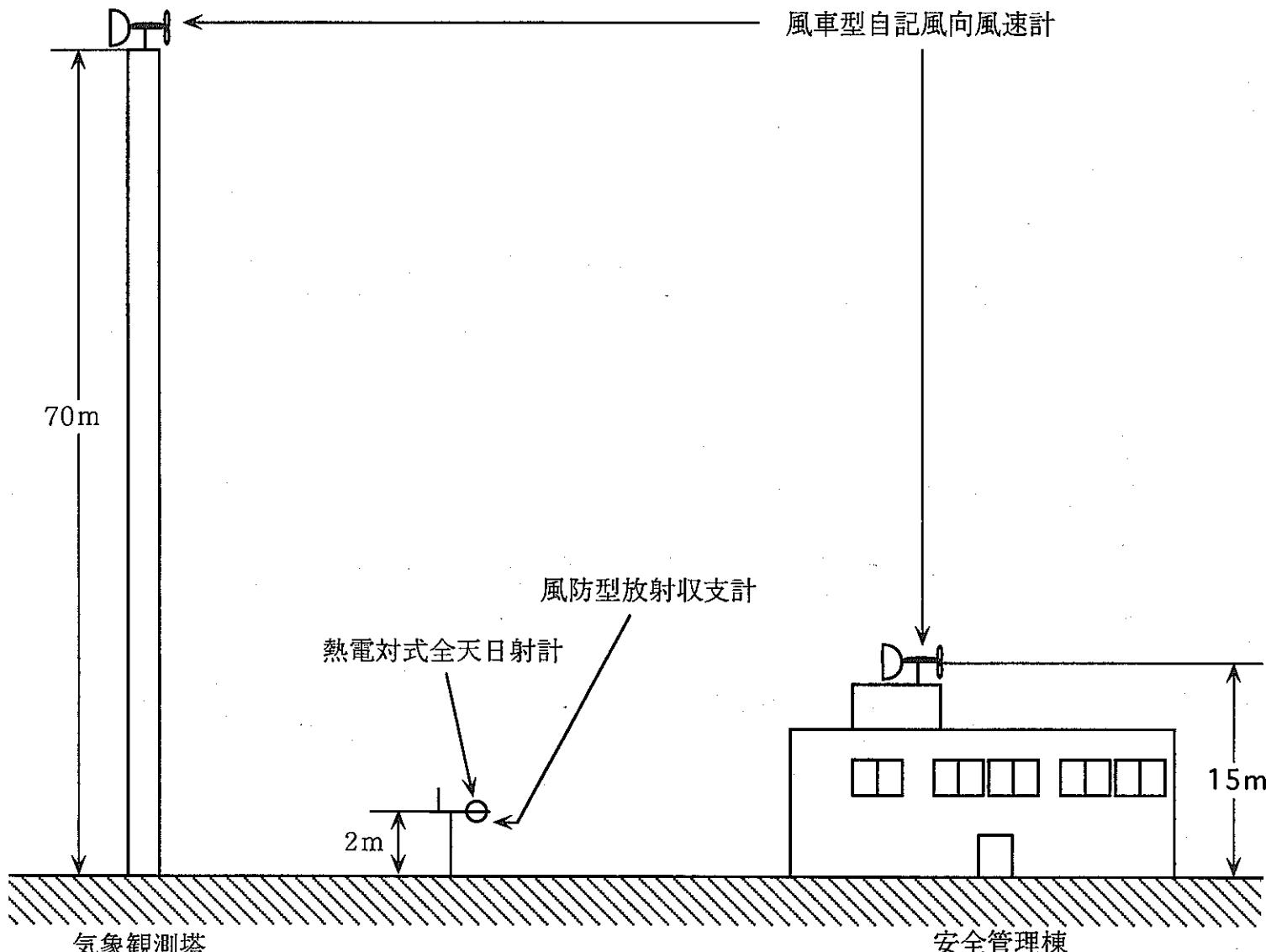


図-5 気象観測機器の設置場所

4. 調査結果

4.1 風下方位別相対濃度の比較

1977年から1995年までの暦年の計算結果を表-5に示す。また、年度間の最大濃度地点の相対濃度 (χ/Q) を付録 別表-1に示す。

表-5 暦年の最大濃度地点の相対濃度

年	方位及び距離 (m)	χ/Q (s/m ³)
1977	1700 SW	1.580E-07
1978	1750 SW	8.995E-08
1979	1650 SW	1.011E-07
1980	1600 SW	1.386E-07
1981	1550 SW	1.345E-07
1982	1550 SW	1.270E-07
1983	1650 SW	1.189E-07
1984	1750 SW	1.261E-07
1985	2000 SW	1.134E-07
1986	1850 SW	9.552E-08
1987	800 WSW	8.439E-08
1988	2000 SSW	9.862E-08
1989	1600 SW	8.986E-08
1990	1800 SW	9.608E-08
1991	1750 SW	9.124E-08
1992	750 WSW	1.062E-07
1993	1950 SW	1.195E-07
1994	1850 SW	9.717E-08
1995	2000 SW	8.230E-08

以上の結果、最大濃度の出現地点は、南西約1500m～2000m付近が最も多く17回出現し、次に隣の方位の西南西約750～800mに2回出現した。

安全審査に用いられている1977年データと風下方位西南西方向に最大濃度地点が出現した1992年データを用いて風下方位別相対濃度 (χ/Q) を比較した結果をそれぞれ図-6

表-6 70m風向出現頻度棄却検定

風向	年	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	平均値	標準偏差	検定年 87年	標本数(Xn)=18		F17(0.05)= 4.45	
																							F0	上限値	下限値	判定
北	5.5	5.0	5.2	4.4	4.5	4.8	4.4	4.0	4.1	4.8	6.2	4.9	4.9	5.3	4.8	4.2	5.0	4.3	4.8	0.5	5.1	0.35	5.9	3.6	○	
北北東	7.4	8.6	9.0	10.6	8.1	11.2	8.6	10.9	8.0	8.7	20.9	14.2	12.3	13.5	8.4	8.2	8.0	6.8	10.4	3.3	11.2	0.05	17.8	3.0	○	
北東	18.5	15.8	15.7	19.5	18.5	18.5	19.7	19.9	17.3	17.4	10.4	15.9	17.0	16.6	18.9	22.4	17.1	14.8	17.2	2.6	14.7	0.83	23.1	11.4	○	
東北東	11.1	7.5	7.4	5.9	8.7	6.9	8.8	10.6	7.5	8.4	3.7	5.4	5.3	7.0	9.5	7.2	6.9	7.1	7.2	1.6	6.5	0.19	10.9	3.6	○	
東	4.0	3.5	4.0	3.2	3.1	3.8	3.7	4.1	4.2	3.7	2.2	2.5	3.2	3.4	5.4	3.3	3.3	3.7	3.5	0.7	3.2	0.20	5.1	2.0	○	
東南東	2.0	2.1	2.0	1.8	2.8	2.9	2.9	3.5	2.8	3.0	3.0	2.2	2.7	2.4	3.6	2.6	3.1	3.2	2.7	0.5	2.8	0.01	3.8	1.6	○	
南東	2.0	2.2	2.9	2.4	3.5	3.6	3.0	3.5	3.6	3.1	4.3	3.4	3.5	3.4	2.8	3.6	3.9	4.2	3.3	0.5	3.1	0.16	4.6	2.1	○	
南南東	3.0	4.4	4.5	4.2	4.7	4.6	4.5	4.0	4.8	4.7	3.5	5.5	5.0	5.4	3.5	4.9	5.9	5.8	4.7	0.7	4.6	0.02	6.2	3.2	○	
南	5.3	4.7	3.5	3.9	4.7	3.6	4.3	3.5	4.5	3.8	3.2	5.0	5.2	3.8	4.1	3.7	5.1	3.9	4.2	0.6	4.9	1.16	5.6	2.8	○	
南南西	3.5	3.0	2.7	4.4	3.2	4.6	3.7	2.9	4.6	3.6	3.6	5.5	5.7	3.3	3.8	3.1	4.0	3.5	3.9	0.9	5.2	1.83	5.9	1.9	○	
南西	4.1	5.7	5.3	4.4	3.8	3.6	4.0	2.6	5.3	4.3	4.1	3.8	4.5	2.6	4.3	3.3	3.9	3.9	4.1	0.8	5.1	1.14	6.0	2.2	○	
西南西	4.3	5.0	5.4	4.1	3.8	3.4	4.0	3.2	4.1	4.3	4.4	3.5	3.5	3.5	2.9	3.3	3.6	3.7	3.9	0.6	4.6	1.03	5.3	2.5	○	
西	3.7	4.4	4.4	4.3	5.3	4.5	4.8	4.3	4.4	5.0	5.3	4.7	4.2	3.6	3.8	4.5	4.6	5.5	4.6	0.5	5.4	2.01	5.8	3.4	○	
西北西	5.3	6.0	5.4	7.6	8.1	6.8	7.2	6.2	6.8	7.2	8.3	6.6	5.9	6.1	5.8	6.2	6.4	7.5	6.8	0.9	8.6	3.35	8.9	4.8	○	
北西	9.5	11.0	11.1	11.0	10.7	9.9	8.8	9.0	9.6	10.9	11.5	10.0	9.6	11.8	5.8	10.9	10.4	12.3	10.2	1.5	9.3	0.34	13.5	6.9	○	
北北西	11.1	10.8	10.8	8.4	7.5	7.1	7.6	7.8	8.2	7.2	5.2	6.8	7.4	8.1	10.1	8.6	8.7	9.6	8.1	1.5	5.9	1.87	11.5	4.7	○	

風向	年	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1993	1994	1995	平均値	標準偏差	検定年 92年	標本数(Xn)=18		F17(0.05)= 1.15	
																							F0	上限値	下限値	判定
北	5.5	5.0	5.2	4.4	4.5	4.8	4.4	4.0	4.1	4.8	5.1	6.2	4.9	4.9	5.3	4.2	5.0	4.3	4.8	0.5	4.8	0.01	5.9	3.6	○	
北北東	7.4	8.6	9.0	10.6	8.1	11.2	8.6	10.9	8.0	8.7	11.2	20.9	14.2	12.3	13.5	8.2	8.0	6.8	10.4	3.3	8.4	0.33	17.8	3.0	○	
北東	18.5	15.8	15.7	19.5	18.5	18.5	19.7	19.9	17.3	17.4	14.7	10.4	15.9	17.0	16.6	22.4	17.1	14.8	17.2	2.6	18.9	0.35	23.1	11.4	○	
東北東	11.1	7.5	7.4	5.9	8.7	6.9	8.8	10.6	7.5	8.4	6.5	3.7	5.4	5.3	7.0	7.2	6.9	7.1	7.2	1.6	9.5	1.72	10.9	3.6	○	
東	4.0	3.5	4.0	3.2	3.1	3.8	3.7	4.1	4.2	3.7	3.2	2.5	3.2	3.4	3.3	3.3	3.7	3.5	3.5	0.7	5.4	6.68	5.1	2.0	×	
東南東	2.0	2.1	2.0	1.8	2.8	2.9	2.9	3.5	2.8	3.0	2.8	3.0	2.2	2.7	2.4	2.6	3.1	3.2	2.7	0.5	3.6	2.46	3.8	1.6	○	
南東	2.0	2.2	2.9	2.4	3.5	3.6	3.0	3.5	3.6	3.1	3.1	4.3	3.4	3.5	3.4	3.6	3.9	4.2	3.3	0.5	2.8	0.73	4.6	2.1	○	
南南東	3.0	4.4	4.5	4.2	4.7	4.6	4.5	4.0	4.8	4.7	4.6	3.5	5.5	5.0	5.4	4.9	5.9	5.8	4.7	0.7	3.5	2.70	6.2	3.2	○	
南	5.3	4.7	3.5	3.9	4.7	3.6	4.3	3.5	4.5	3.8	4.9	3.2	5.0	5.2	3.8	3.7	5.1	3.9	4.2	0.6	4.1	0.04	5.6	2.8	○	
南南西	3.5	3.0	2.7	4.4	3.2	4.6	3.7	2.9	4.6	3.6	5.2	3.6	5.5	5.7	3.3	3.1	4.0	3.5	3.9	0.9	3.8	0.03	5.9	1.9	○	
南西	4.1	5.7	5.3	4.4	3.8	3.6	4.0	2.6	5.3	4.3	5.1	4.1	3.8	4.5	2.6	3.3	3.9	3.9	4.1	0.8	4.3	0.03	6.0	2.2	○	
西南西	4.3	5.0	5.4	4.1	3.8	3.4	4.0	3.2	4.1	4.3	4.6	4.4	3.5	3.5	3.5	3.3	3.6	3.7	3.9	0.6	2.9	2.04	5.3	2.5	○	
西	3.7	4.4	4.4	4.3	5.3	4.5	4.8	4.3	4.4	5.0	5.4	5.3	4.7	4.2	3.6	4.5	4.6	5.5	4.6	0.5	3.8	2.10	5.8	3.4	○	
西北西	5.3	6.0	5.4	7.6	8.1	6.8	7.2	6.2	6.8	7.2	8.6	8.3	6.6	5.9	6.1	6.2	6.4	7.5	6.8	0.9	5.8	1.08	8.9	4.8	○	
北西	9.5	11.0	11.1	11.0	10.7	9.9	8.8	9.0	9.6	10.9	9.3	11.5	10.0	9.6	11.8	10.9	10.4	12.3	10.2	1.5	5.8	8.03	13.5	6.9	×	
北北西	11.1	10.8	10.8	8.4	7.5	7.1	7.6	7.8	8.2	7.2	5.9	5.2	6.8	7.4	8.1	8.6	8.7	9.6	8.1	1.5	10.1	1.50	11.5	4.7	○	

- 13 -

表-7 70m風向別風速逆数棄却検定

年 風向	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	平均値	標準偏差	検定年 87年	標本数(Xn)=18 F17(0.05)= 1.15			
																						F 0	上限値	下限値	判 定
北	0.32	0.30	0.28	0.32	0.32	0.32	0.33	0.30	0.37	0.35	0.25	0.28	0.30	0.29	0.32	0.32	0.30	0.32	0.31	0.03	0.29	0.42	0.37	0.25	○
北北東	0.24	0.24	0.22	0.19	0.24	0.19	0.22	0.20	0.28	0.24	0.14	0.17	0.20	0.18	0.25	0.24	0.23	0.28	0.22	0.04	0.19	0.46	0.30	0.13	○
北東	0.17	0.18	0.18	0.16	0.19	0.17	0.17	0.17	0.20	0.20	0.21	0.17	0.18	0.18	0.18	0.16	0.17	0.19	0.18	0.01	0.18	0.00	0.21	0.15	○
東北東	0.23	0.23	0.24	0.27	0.26	0.27	0.25	0.26	0.29	0.27	0.31	0.30	0.29	0.26	0.25	0.23	0.27	0.28	0.27	0.02	0.27	0.02	0.32	0.22	○
東	0.34	0.32	0.30	0.33	0.38	0.32	0.33	0.35	0.41	0.39	0.39	0.41	0.36	0.34	0.32	0.32	0.38	0.35	0.36	0.03	0.39	0.91	0.43	0.28	○
東南東	0.43	0.38	0.32	0.36	0.39	0.35	0.39	0.37	0.50	0.42	0.33	0.41	0.34	0.40	0.37	0.38	0.37	0.37	0.38	0.04	0.38	0.00	0.47	0.29	○
南東	0.39	0.32	0.28	0.34	0.36	0.29	0.30	0.32	0.44	0.37	0.26	0.29	0.30	0.34	0.39	0.34	0.31	0.32	0.33	0.04	0.33	0.00	0.42	0.23	○
南南東	0.32	0.22	0.23	0.22	0.25	0.25	0.25	0.31	0.27	0.22	0.25	0.21	0.26	0.28	0.24	0.23	0.26	0.25	0.03	0.28	1.32	0.31	0.19	○	
南	0.24	0.21	0.25	0.23	0.26	0.26	0.25	0.24	0.28	0.25	0.24	0.23	0.26	0.24	0.27	0.24	0.27	0.27	0.25	0.02	0.26	0.38	0.29	0.21	○
南南西	0.28	0.27	0.28	0.21	0.25	0.24	0.24	0.28	0.32	0.27	0.26	0.23	0.22	0.25	0.29	0.28	0.29	0.30	0.26	0.03	0.24	0.51	0.33	0.20	○
南西	0.30	0.23	0.22	0.25	0.29	0.28	0.28	0.34	0.37	0.33	0.27	0.30	0.28	0.31	0.25	0.27	0.29	0.27	0.28	0.04	0.27	0.11	0.37	0.20	○
西南西	0.33	0.26	0.29	0.28	0.35	0.31	0.32	0.33	0.38	0.39	0.29	0.33	0.33	0.31	0.37	0.33	0.34	0.35	0.33	0.04	0.36	0.70	0.41	0.25	○
西	0.37	0.31	0.35	0.31	0.35	0.31	0.32	0.30	0.43	0.39	0.29	0.33	0.36	0.33	0.35	0.32	0.33	0.33	0.34	0.03	0.33	0.02	0.41	0.26	○
西北西	0.33	0.31	0.30	0.28	0.29	0.28	0.29	0.30	0.34	0.32	0.23	0.28	0.31	0.31	0.30	0.29	0.30	0.29	0.29	0.02	0.28	0.37	0.34	0.24	○
北西	0.25	0.25	0.26	0.25	0.25	0.24	0.26	0.26	0.33	0.28	0.22	0.25	0.28	0.26	0.27	0.25	0.26	0.25	0.26	0.02	0.26	0.00	0.31	0.21	○
北北西	0.25	0.23	0.25	0.27	0.29	0.27	0.27	0.25	0.30	0.31	0.30	0.28	0.28	0.29	0.27	0.27	0.26	0.28	0.02	0.30	1.12	0.32	0.23	○	

年 風向	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1993	1994	1995	平均値	標準偏差	検定年 92年	標本数(Xn)=18 F17(0.05)= 1.15			
																						F 0	上限値	下限値	判 定
北	0.32	0.30	0.28	0.32	0.32	0.32	0.33	0.30	0.37	0.35	0.29	0.25	0.28	0.30	0.29	0.32	0.30	0.32	0.31	0.03	0.32	0.15	0.37	0.25	○
北北東	0.24	0.24	0.22	0.19	0.24	0.19	0.22	0.20	0.28	0.24	0.19	0.14	0.17	0.20	0.18	0.24	0.23	0.28	0.22	0.04	0.25	0.72	0.30	0.13	○
北東	0.17	0.18	0.18	0.16	0.19	0.17	0.17	0.17	0.20	0.20	0.18	0.21	0.17	0.18	0.18	0.16	0.17	0.19	0.18	0.01	0.18	0.00	0.21	0.15	○
東北東	0.23	0.23	0.24	0.27	0.26	0.27	0.25	0.26	0.29	0.27	0.27	0.31	0.30	0.29	0.26	0.23	0.27	0.28	0.27	0.02	0.25	0.50	0.32	0.22	○
東	0.34	0.32	0.30	0.33	0.38	0.32	0.33	0.35	0.41	0.39	0.39	0.41	0.36	0.34	0.32	0.38	0.35	0.36	0.03	0.32	0.91	0.43	0.28	○	
東南東	0.43	0.38	0.32	0.36	0.39	0.35	0.39	0.37	0.50	0.42	0.38	0.33	0.41	0.34	0.40	0.38	0.37	0.37	0.38	0.04	0.37	0.05	0.47	0.29	○
南東	0.39	0.32	0.28	0.34	0.36	0.29	0.30	0.32	0.44	0.37	0.33	0.26	0.29	0.30	0.34	0.34	0.31	0.32	0.33	0.04	0.39	1.87	0.42	0.23	○
南南東	0.32	0.22	0.23	0.22	0.25	0.25	0.25	0.25	0.31	0.27	0.28	0.22	0.25	0.25	0.21	0.26	0.24	0.26	0.25	0.03	0.28	1.32	0.31	0.19	○
南	0.24	0.21	0.25	0.23	0.26	0.26	0.25	0.24	0.28	0.25	0.26	0.24	0.24	0.23	0.26	0.27	0.24	0.27	0.25	0.02	0.24	0.24	0.29	0.21	○
南南西	0.28	0.27	0.28	0.21	0.25	0.24	0.24	0.28	0.32	0.27	0.24	0.26	0.23	0.22	0.25	0.28	0.29	0.30	0.26	0.03	0.29	0.80	0.33	0.20	○
南西	0.30	0.23	0.22	0.25	0.29	0.28	0.28	0.34	0.37	0.33	0.27	0.27	0.30	0.28	0.31	0.27	0.29	0.27	0.28	0.04	0.25	0.71	0.37	0.20	○
西南西	0.33	0.26	0.29	0.28	0.35	0.31	0.32	0.33	0.38	0.39	0.36	0.29	0.33	0.33	0.31	0.33	0.34	0.35	0.33	0.04	0.37	1.23	0.41	0.25	○
西	0.37	0.31	0.35	0.31	0.36	0.31	0.32	0.30	0.43	0.39	0.33	0.29	0.33	0.36	0.33	0.32	0.33	0.33	0.34	0.03	0.35	0.17	0.41	0.26	○
西北西	0.33	0.31	0.30	0.28	0.29	0.28	0.29	0.30	0.34	0.32	0.28	0.23	0.28	0.31	0.31	0.29	0.30	0.29	0.29	0.02	0.30	0.05	0.34	0.24	○
北西	0.25	0.25	0.26	0.25	0.25	0.24	0.26	0.26	0.33	0.28	0.26	0.22	0.25	0.28	0.26	0.25	0.25	0.26	0.26	0.02	0.27	0.20	0.31	0.21	○
北北西	0.25	0.23	0.25	0.27	0.29	0.27	0.27	0.25	0.30	0.31	0.30	0.30	0.28	0.28	0.29	0.27	0.26	0.28	0.02	0.29	0.37	0.32	0.23	○	

- 14 -

表-8 10m風向出現頻度棄却検定

年 風向	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	平均値	標準偏差	検定年 87年	標本数(Nn)=18 F17(0.05)=1.15			
																						F 0	上限値	下限値	判定
北	2.2	3.2	3.6	2.2	2.5	2.6	2.8	2.9	3.0	2.7	2.4	2.4	2.8	2.8	2.2	2.2	2.6	2.6	2.7	0.1	2.6	0.02	3.5	1.8	○
北北東	1.2	1.3	6.6	5.3	3.1	1.6	2.7	3.6	3.6	3.5	1.8	1.8	5.5	4.3	4.9	5.1	4.1	3.9	4.1	0.9	1.8	0.16	6.5	2.1	○
北東	18.7	12.6	12.8	18.7	15.2	17.5	12.0	14.2	15.7	11.2	21.9	21.9	17.4	21.1	17.3	20.7	16.3	13.2	16.6	3.5	15.2	0.11	21.3	8.8	○
東北東	9.2	7.1	6.1	6.8	10.8	9.1	15.0	16.0	9.4	14.4	7.2	7.2	8.0	9.6	10.5	8.1	8.3	7.9	9.5	2.9	9.1	0.00	15.9	3.0	○
東	5.1	4.1	3.5	3.9	4.1	1.7	6.3	6.5	4.8	5.7	3.3	3.3	3.6	4.1	5.9	3.7	3.8	1.8	4.5	1.0	1.6	0.00	6.8	2.3	○
東南東	2.1	2.1	2.9	1.8	3.0	3.0	3.2	3.7	3.2	3.1	2.3	2.3	2.7	2.1	2.9	2.8	3.0	3.2	2.7	0.5	2.8	0.01	3.9	1.6	○
南東	2.9	3.3	3.8	2.8	3.3	3.2	3.0	3.2	3.3	3.1	3.1	3.1	3.3	3.1	3.9	1.8	1.1	3.1	0.5	3.2	0.10	1.5	2.2	○	
南南東	1.1	4.3	3.2	3.2	3.1	3.0	2.9	2.6	3.5	2.9	2.1	2.1	3.2	2.3	2.1	2.7	3.2	3.1	3.0	0.6	3.2	0.08	1.3	1.7	○
南	3.1	3.0	2.8	3.0	2.5	3.1	2.7	2.6	2.4	3.0	2.2	2.2	3.2	2.3	2.3	2.3	2.8	2.1	2.7	0.3	2.7	0.01	3.1	1.9	○
南南西	2.6	2.5	2.3	2.5	2.0	2.1	2.5	2.0	3.0	2.5	2.5	2.5	1.2	2.7	2.2	2.3	2.8	2.7	2.6	0.5	3.3	2.09	3.6	1.5	○
南西	2.8	3.1	3.8	3.5	3.3	3.0	2.2	2.1	3.6	2.6	3.0	3.0	4.1	3.1	3.5	2.6	3.3	3.2	3.2	0.6	1.3	3.72	1.1	1.9	○
西南西	3.0	1.1	1.7	1.5	3.8	3.2	3.5	2.5	1.4	3.8	4.1	4.1	4.3	4.4	3.9	4.2	3.8	5.2	1.0	0.7	1.7	0.95	5.5	2.6	○
西	10.5	13.7	11.6	15.1	16.1	12.1	12.1	11.5	13.6	13.0	15.5	15.5	15.2	15.3	14.9	14.7	15.1	15.8	11.2	1.6	16.3	1.53	17.8	10.5	○
西北西	16.1	17.3	16.3	11.1	11.7	15.7	16.7	11.0	13.9	15.2	11.9	11.9	11.7	12.0	12.2	13.0	13.5	14.2	11.1	1.8	11.5	1.92	18.1	10.1	○
北西	8.6	9.2	8.3	8.0	7.8	8.3	7.9	7.5	7.1	7.7	8.1	8.1	6.2	6.6	7.1	7.7	7.9	8.6	7.8	0.7	6.9	1.52	9.1	6.2	○
北北西	1.6	5.5	1.8	1.1	3.9	1.3	1.5	5.0	5.0	5.5	4.9	4.9	3.9	4.4	3.8	4.0	4.4	4.9	1.6	0.5	1.6	0.00	5.7	3.6	○

年 風向	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1993	1994	1995	平均値	標準偏差	検定年 92年	標本数(Nn)=18 F17(0.05)=1.15			
																						F 0	上限値	下限値	判定
北	2.2	3.2	3.6	2.2	2.5	2.6	2.8	2.9	3.0	2.7	2.6	2.1	3.1	2.8	2.8	2.2	2.2	2.6	2.7	0.1	2.8	0.07	3.6	1.8	○
北北東	1.2	1.3	6.6	5.3	3.1	1.6	2.7	3.6	3.6	3.5	1.8	1.8	5.7	5.5	4.3	5.1	4.1	3.9	4.5	1.0	1.9	0.19	6.6	2.3	○
北東	18.7	12.6	12.8	18.7	15.2	17.5	12.0	11.2	15.7	11.2	15.2	21.9	20.5	17.1	21.1	20.7	16.3	13.2	16.1	3.1	17.3	0.07	23.9	8.9	○
東北東	9.2	7.1	6.1	6.8	10.8	9.1	15.0	16.0	9.1	11.1	9.1	7.2	7.1	8.0	9.6	8.1	8.3	7.9	9.1	2.9	10.5	0.13	15.9	3.0	○
東	5.1	4.1	3.5	3.9	4.1	1.7	6.3	6.5	1.8	5.7	1.6	3.3	3.1	3.6	1.1	3.7	3.8	1.8	4.1	1.0	5.9	1.98	6.6	2.3	○
東南東	2.1	2.1	2.9	1.8	3.0	3.0	3.2	3.7	3.2	3.1	2.8	2.3	2.2	2.7	2.1	2.8	3.0	3.2	2.7	0.5	2.9	0.09	3.9	1.6	○
南東	2.9	3.3	3.8	2.8	3.3	3.2	3.0	3.2	3.3	3.1	3.2	3.1	3.1	3.3	3.9	4.8	4.1	4.1	3.4	0.5	3.1	0.25	4.5	2.2	○
南南東	1.1	4.3	3.2	3.2	3.1	3.0	2.9	2.6	3.5	2.9	3.2	2.1	2.9	3.2	2.3	2.7	3.1	3.1	3.1	0.5	2.1	3.57	1.3	2.0	○
南	3.1	3.0	2.8	3.0	2.5	3.1	2.7	2.6	2.4	3.0	2.7	2.2	3.2	3.2	2.3	2.8	2.1	2.1	2.7	0.3	2.3	1.56	3.5	2.0	○
南南西	2.6	2.5	2.3	2.5	2.0	2.1	2.5	2.0	3.0	2.5	3.3	2.5	3.7	1.2	2.7	2.3	2.8	2.7	2.7	0.6	2.2	0.70	3.9	1.1	○
南西	2.8	3.1	3.8	3.5	3.3	3.0	2.2	2.1	3.6	2.6	1.3	3.0	1.3	4.1	3.1	2.6	3.3	3.2	3.3	0.7	3.5	0.11	1.8	1.8	○
西南西	3.0	4.4	1.7	1.5	3.8	3.2	3.5	2.5	1.4	3.8	4.7	4.4	4.1	4.3	4.4	4.2	3.8	5.2	4.1	0.7	3.9	0.01	5.5	2.6	○
西	10.5	13.7	14.6	15.1	16.1	12.4	12.1	11.5	13.6	13.0	16.3	15.5	14.8	15.2	15.3	14.7	15.4	15.8	14.2	1.7	11.9	0.15	18.0	10.4	○
西北西	16.1	17.3	16.3	11.1	14.7	15.7	16.7	14.0	13.9	15.2	11.5	11.9	11.5	11.7	12.0	13.0	13.5	14.2	11.1	1.9	12.2	0.89	18.3	9.9	○
北西	8.6	9.2	8.3	8.0	7.8	8.3	7.9	7.5	7.4	7.7	6.9	8.1	6.6	6.2	6.6	7.7	7.9	8.6	7.7	0.8	7.1	0.60	9.5	6.0	○
北北西	1.6	5.5	4.8	4.4	3.9	4.3	4.5	5.0	5.0	5.5	4.6	4.9	3.9	4.4	3.8	4.0	4.4	4.9	4.6	0.5	1.6	0.00	5.7	3.4	○

表-9 10m風向別風速逆数棄却検定

年 風向	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	平均値	標準偏差	検定年 87年	標本数(Xn)=18 F17(0.05)= 1.15			
																							F 0	上限値	下限値	判定
北	0.58	0.55	0.19	0.50	0.55	0.52	0.58	0.53	0.63	0.61	0.52	0.54	0.55	0.56	0.62	0.66	0.56	0.60	0.56	0.05	0.60	0.51	0.67	0.16	○	
北北東	0.13	0.10	0.36	0.39	0.19	0.12	0.58	0.11	0.16	0.18	0.37	0.11	0.11	0.15	0.16	0.16	0.12	0.13	0.13	0.05	0.11	0.01	0.55	0.32	○	
北東	0.30	0.30	0.30	0.28	0.35	0.29	0.32	0.31	0.32	0.36	0.25	0.28	0.30	0.27	0.32	0.31	0.31	0.33	0.31	0.03	0.30	0.01	0.37	0.25	○	
東北東	0.39	0.10	0.39	0.10	0.12	0.39	0.31	0.31	0.10	0.38	0.11	0.13	0.13	0.39	0.13	0.11	0.51	0.17	0.11	0.01	0.11	0.60	0.50	0.32	○	
東	0.51	0.18	0.11	0.18	0.51	0.18	0.19	0.16	0.50	0.52	0.19	0.53	0.51	0.19	0.53	0.51	0.53	0.55	0.50	0.03	0.51	1.29	0.57	0.11	○	
東南東	0.56	0.53	0.11	0.19	0.51	0.19	0.52	0.18	0.55	0.55	0.17	0.57	0.51	0.53	0.53	0.53	0.50	0.17	0.51	0.01	0.56	1.17	0.59	0.11	○	
南東	0.18	0.13	0.35	0.19	0.50	0.18	0.53	0.17	0.50	0.57	0.19	0.17	0.16	0.15	0.51	0.17	0.11	0.16	0.18	0.05	0.52	0.75	0.58	0.37	○	
南南東	0.37	0.36	0.33	0.10	0.17	0.16	0.52	0.18	0.17	0.55	0.19	0.51	0.15	0.52	0.58	0.51	0.11	0.53	0.17	0.07	0.51	0.29	0.63	0.32	○	
南	0.11	0.11	0.39	0.10	0.17	0.16	0.19	0.15	0.52	0.19	0.13	0.12	0.11	0.50	0.19	0.19	0.53	0.16	0.01	0.56	5.06	0.55	0.37	×		
南南西	0.65	0.55	0.51	0.50	0.60	0.53	0.61	0.57	0.61	0.61	0.50	0.53	0.18	0.51	0.58	0.61	0.65	0.59	0.57	0.06	0.59	0.10	0.70	0.15	○	
南西	0.53	0.13	0.16	0.12	0.18	0.17	0.61	0.53	0.51	0.62	0.51	0.15	0.15	0.16	0.50	0.57	0.55	0.56	0.51	0.06	0.16	0.57	0.61	0.37	○	
西南西	0.67	0.55	0.51	0.51	0.61	0.61	0.61	0.61	0.60	0.53	0.62	0.57	0.59	0.62	0.61	0.62	0.62	0.60	0.01	0.60	0.00	0.68	0.51	○		
西	0.63	0.55	0.51	0.55	0.57	0.58	0.62	0.58	0.63	0.67	0.55	0.60	0.60	0.59	0.63	0.60	0.60	0.61	0.59	0.03	0.63	0.91	0.67	0.52	○	
西北西	0.62	0.57	0.51	0.58	0.62	0.61	0.61	0.59	0.69	0.72	0.61	0.61	0.67	0.63	0.67	0.66	0.61	0.65	0.63	0.01	0.71	2.88	0.73	0.53	○	
北西	0.58	0.51	0.50	0.50	0.55	0.57	0.61	0.60	0.65	0.68	0.53	0.56	0.62	0.60	0.65	0.61	0.60	0.56	0.58	0.05	0.65	1.51	0.70	0.17	○	
北北西	0.53	0.18	0.19	0.11	0.52	0.17	0.53	0.50	0.57	0.51	0.13	0.18	0.52	0.59	0.57	0.51	0.51	0.52	0.51	0.01	0.56	0.98	0.61	0.12	○	

年 風向	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	平均値	標準偏差	検定年 92年	標本数(Xn)=18 F17(0.05)= 1.15			
																							F 0	上限値	下限値	判定
北	0.58	0.55	0.19	0.50	0.55	0.52	0.58	0.53	0.63	0.61	0.60	0.52	0.51	0.55	0.56	0.66	0.56	0.60	0.56	0.05	0.62	1.11	0.66	0.16	○	
北北東	0.13	0.10	0.36	0.39	0.19	0.12	0.58	0.11	0.16	0.18	0.11	0.37	0.11	0.11	0.15	0.16	0.12	0.13	0.13	0.05	0.15	0.09	0.55	0.32	○	
北東	0.30	0.30	0.30	0.28	0.35	0.29	0.32	0.31	0.32	0.36	0.30	0.25	0.28	0.30	0.27	0.31	0.31	0.33	0.30	0.03	0.32	0.31	0.36	0.25	○	
東北東	0.39	0.10	0.39	0.10	0.12	0.39	0.31	0.31	0.10	0.38	0.11	0.11	0.13	0.13	0.39	0.11	0.51	0.17	0.11	0.01	0.13	0.27	0.50	0.32	○	
東	0.51	0.18	0.11	0.18	0.51	0.18	0.19	0.16	0.50	0.52	0.51	0.19	0.53	0.51	0.19	0.51	0.53	0.55	0.50	0.03	0.53	0.62	0.57	0.11	○	
東南東	0.56	0.53	0.11	0.19	0.51	0.19	0.52	0.18	0.55	0.55	0.56	0.17	0.57	0.51	0.53	0.53	0.50	0.17	0.52	0.01	0.53	0.13	0.60	0.13	○	
南東	0.18	0.13	0.35	0.19	0.50	0.48	0.53	0.47	0.50	0.57	0.52	0.19	0.17	0.16	0.15	0.17	0.14	0.46	0.18	0.05	0.51	1.76	0.58	0.37	○	
南南東	0.37	0.36	0.33	0.10	0.17	0.16	0.52	0.18	0.17	0.55	0.51	0.19	0.51	0.15	0.52	0.51	0.11	0.53	0.17	0.06	0.58	2.71	0.61	0.32	○	
南	0.11	0.11	0.39	0.10	0.17	0.16	0.19	0.15	0.52	0.19	0.56	0.13	0.12	0.11	0.50	0.19	0.19	0.53	0.17	0.05	0.19	0.21	0.57	0.36	○	
南南西	0.65	0.55	0.51	0.50	0.60	0.53	0.61	0.57	0.61	0.61	0.59	0.50	0.53	0.18	0.54	0.61	0.65	0.59	0.57	0.06	0.58	0.02	0.70	0.15	○	
南西	0.53	0.13	0.16	0.12	0.18	0.17	0.61	0.53	0.51	0.62	0.16	0.51	0.15	0.16	0.57	0.55	0.56	0.51	0.06	0.50	0.01	0.61	0.37	○		
西南西	0.67	0.55	0.51	0.51	0.61	0.61	0.61	0.61	0.64	0.60	0.60	0.53	0.62	0.57	0.59	0.61	0.62	0.62	0.60	0.01	0.62	0.35	0.68	0.51	○	
西	0.63	0.55	0.51	0.55	0.57	0.58	0.62	0.58	0.63	0.67	0.63	0.55	0.60	0.60	0.59	0.60	0.60	0.61	0.59	0.03	0.63	0.91	0.67	0.52	○	
西北西	0.62	0.57	0.51	0.58	0.62	0.61	0.61	0.59	0.69	0.72	0.71	0.61	0.64	0.67	0.63	0.66	0.64	0.65	0.63	0.05	0.67	0.56	0.71	0.53	○	
北西	0.58	0.51	0.50	0.50	0.55	0.57	0.61	0.60	0.65	0.68	0.65	0.53	0.56	0.62	0.60	0.61	0.60	0.56	0.58	0.05	0.65	1.51	0.70	0.17	○	
北北西	0.53	0.48	0.19	0.11	0.52	0.17	0.53	0.50	0.57	0.54	0.56	0.43	0.48	0.52	0.59	0.54	0.54	0.52	0.51	0.01	0.57	1.53	0.61	0.12	○	

表-10 大気安定度棄却検定

年 大気安定度	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	平均値	標準偏差	検定年 87年	有意水準 5 %			
																						F 0	上限値	下限値	判定
A	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.6	0.6	0.3	0.9	0.7	0.3	0.1	0.3	0.3	0.7	0.7	0.8	0.7	0.6	0.2	0.7	0.58	1.0	0.1	○
B	13.8	11.8	13.6	11.6	16.1	15.8	16.7	16.2	18.2	17.2	13.2	13.9	11.1	11.3	15.9	15.8	17.5	17.2	15.5	1.5	16.9	0.75	18.9	12.2	○
C	11.8	11.1	11.6	9.7	10.0	10.0	8.7	10.5	8.0	8.0	8.7	8.9	8.9	7.9	9.1	7.5	8.7	8.5	9.3	1.3	8.0	0.92	12.3	6.1	○
D	16.5	38.9	12.5	15.5	11.5	13.5	12.8	11.1	11.3	38.3	36.3	39.1	10.2	11.5	10.0	11.3	36.1	35.7	10.9	3.1	31.1	8.93	17.8	31.0	×
E	5.9	5.5	5.8	1.5	1.6	5.0	3.7	1.1	3.2	3.3	5.3	1.9	1.5	1.5	1.2	1.1	1.6	1.2	1.6	0.8	5.1	1.06	6.3	2.9	○
F	21.1	28.8	26.0	25.1	26.8	25.1	27.6	27.6	28.1	32.6	36.2	32.8	31.7	28.5	30.2	30.1	32.0	33.7	29.2	3.6	37.9	5.11	37.3	21.1	×

年 大気安定度	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1993	1994	1995	平均値	標準偏差	検定年 92年	有意水準 5 %			
																						F 0	上限値	下限値	判定
A	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.6	0.6	0.3	0.9	0.7	0.7	0.3	0.1	0.3	0.3	0.7	0.8	0.7	0.6	0.2	0.7	0.77	1.0	0.1	○
B	13.8	11.8	13.6	11.6	16.1	15.8	16.7	16.2	18.2	17.2	16.9	13.2	13.9	14.4	14.3	15.8	17.5	17.2	15.6	1.5	15.9	0.01	19.0	12.2	○
C	11.8	11.1	11.6	9.7	10.0	10.0	8.7	10.5	8.0	8.0	8.7	8.9	8.9	7.9	7.5	8.7	8.5	9.3	1.3	9.1	0.02	12.3	6.3	○	
D	16.5	38.9	12.5	15.5	11.5	13.5	12.8	11.1	11.3	38.3	31.1	36.3	39.1	10.2	11.5	11.3	36.1	35.7	10.1	3.9	10.0	0.01	19.0	31.8	○
E	5.9	5.5	5.8	1.5	1.6	5.0	3.7	1.1	3.2	3.3	5.1	5.3	1.9	1.5	1.5	1.1	1.6	1.2	1.6	0.8	1.2	0.38	6.1	2.9	○
F	21.1	28.8	26.0	25.1	26.8	25.1	27.6	27.6	28.1	32.6	37.9	36.2	32.8	31.7	28.5	30.1	32.0	33.7	29.6	1.2	30.2	0.02	38.9	20.3	○

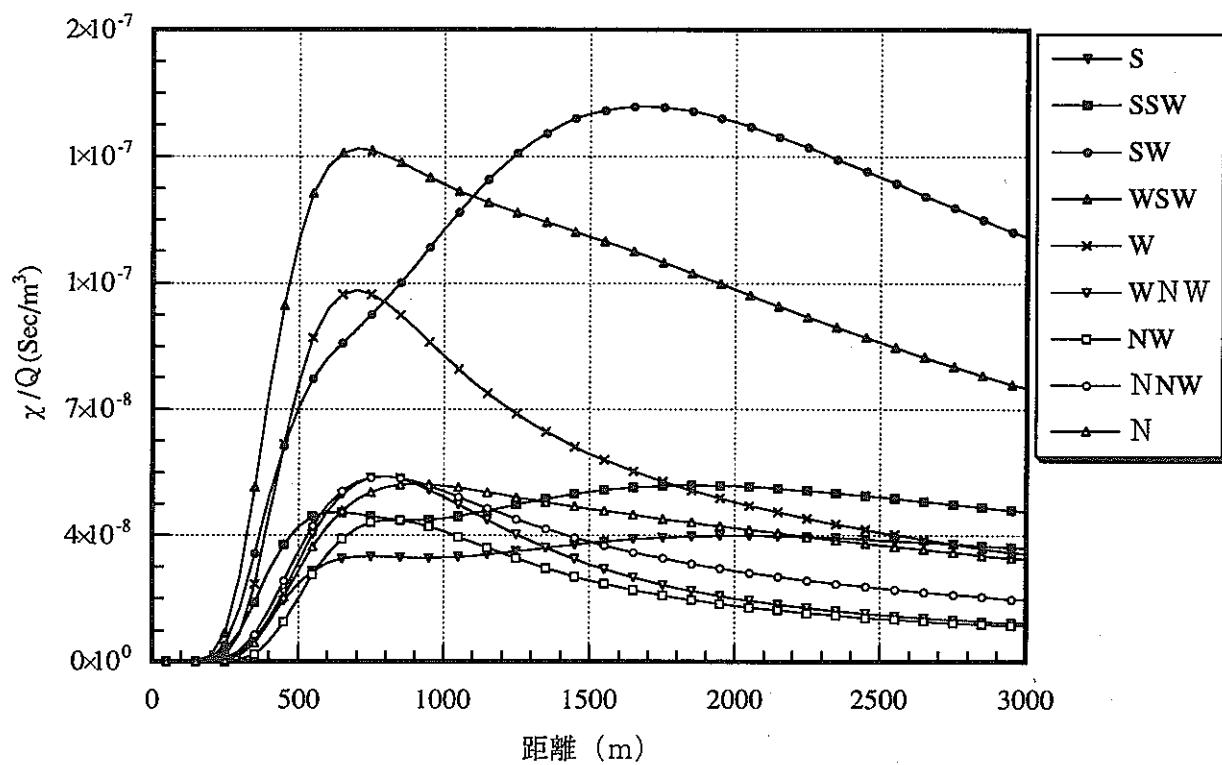


図-6 1977年風下方位別相対濃度 (χ/Q)

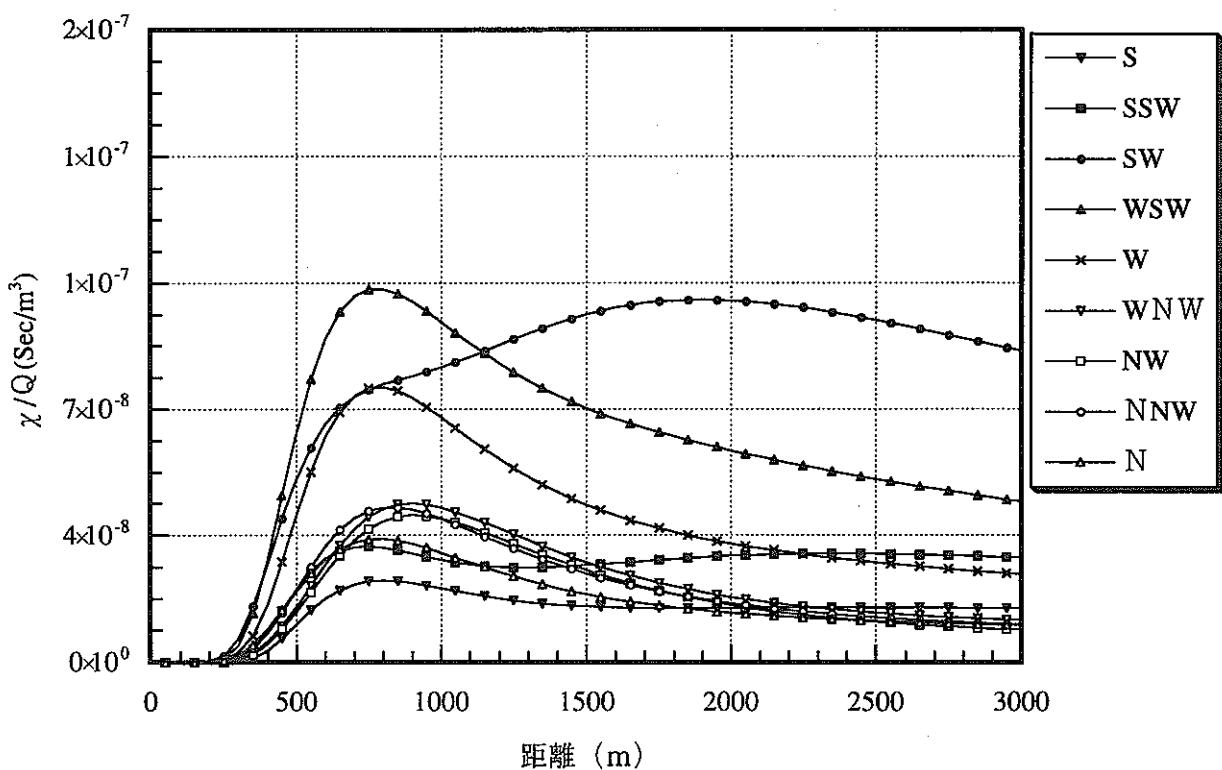


図-7 1992年風下方位別相対濃度 (χ/Q)

及び図-7に示す。方位により、最大濃度地点の出現する距離が、約800m付近に出現するパターンと約1900m付近に出現するパターンに分けられる。約800m付近に最大濃度地点の出現する場合は、気象指針に示される大気安定度分類において不安定状態が多いと考えられる。また、約1900m付近に最大濃度地点の出現する場合は、気象指針に示される大気安定度分類において安定状態が多いと考えられる。暦年の風下方位別相対濃度 (χ/Q) の結果を付録の別図-1～19に、年度間で整理した風下方位別相対濃度 (χ/Q) の計算結果を付録の別図-20～38に示す。

西南西に最大濃度地点が出現した1987年、1992年の気象観測データについて他の観測年との棄却検定を行った結果を表-6から表-10に示す。

1987年のデータについては、南風時地上10m風向風速逆数において、下限値0.37/s/mから上限値0.55/s/mに対して0.56/s/mとわずかに外れた。また、大気安定度出現頻度については、大気安定度Dにおいて、下限値34.0から上限値47.8に対して31.1と外れた。大気安定度Fにおいて、下限値21.1から上限値37.3に対して37.9と外れた。

1992年のデータについては、東風時地上70m風向出現頻度において、下限値2.0から上限値5.1に対して5.4と外れた。また、北西風時地上70m風向出現頻度において、下限値6.9から上限値13.5に対して5.8と外れた。

以上の結果、1987年については、大気安定度Dの出現頻度が通常の年より低かったことによることが原因と考えられるが、低かった理由については特定できなかった。また、1992年のデータについては、棄却検定結果からでは異常年を示すデータは示されなかった。

以上の結果についてまとめると以下に示される。

- ①最大濃度地点は、1977年の安全審査と同じ地点である南西約2000m付近に出現する。
- ②2番目に高い地点は、西南西約800m付近に出現する。
- ③約20年に亘る解析では、気象条件の違いにより西南西約800m付近に最大濃度地点が出現することが2例程（1987年、1992年）あった。

4.2 大気安定度の出現頻度

1977年から1995年までの大気安定度出現頻度についてまとめたものを図-8及び、

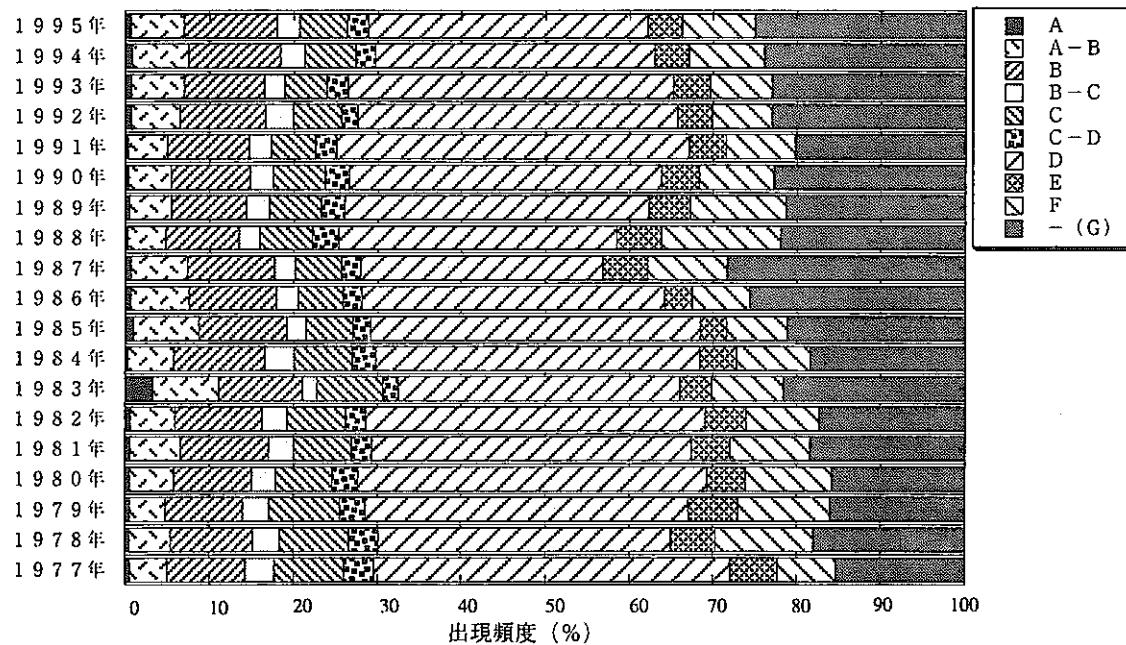


図-8 大気安定度出現頻度－動燃東海事業所－

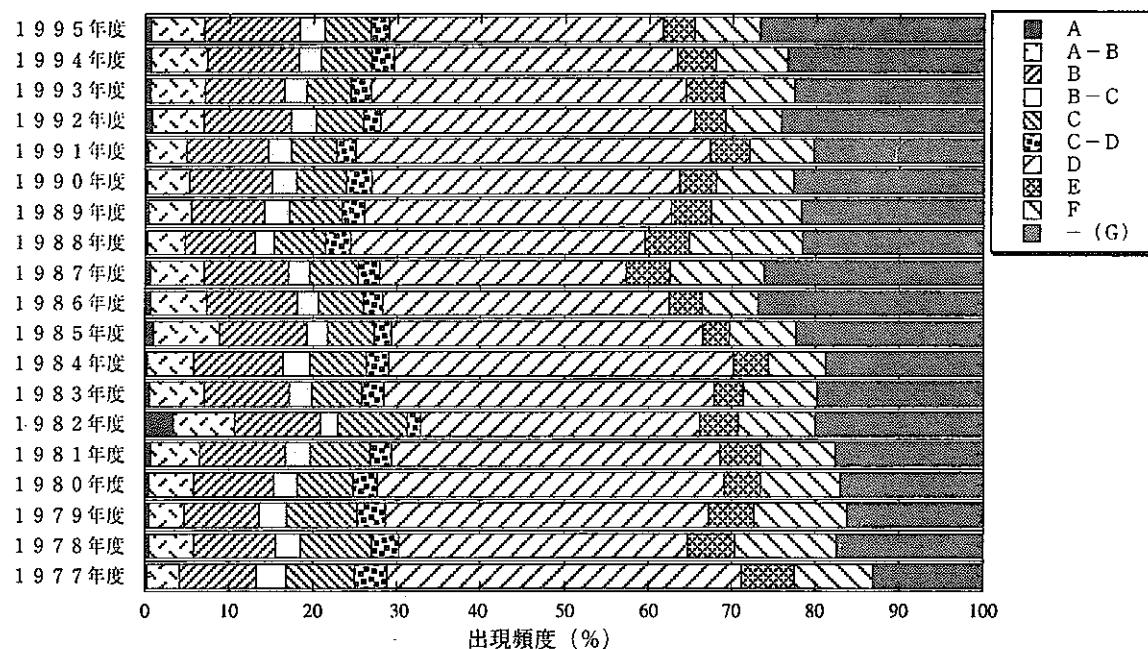


図-9 大気安定度出現頻度－動燃東海事業所－

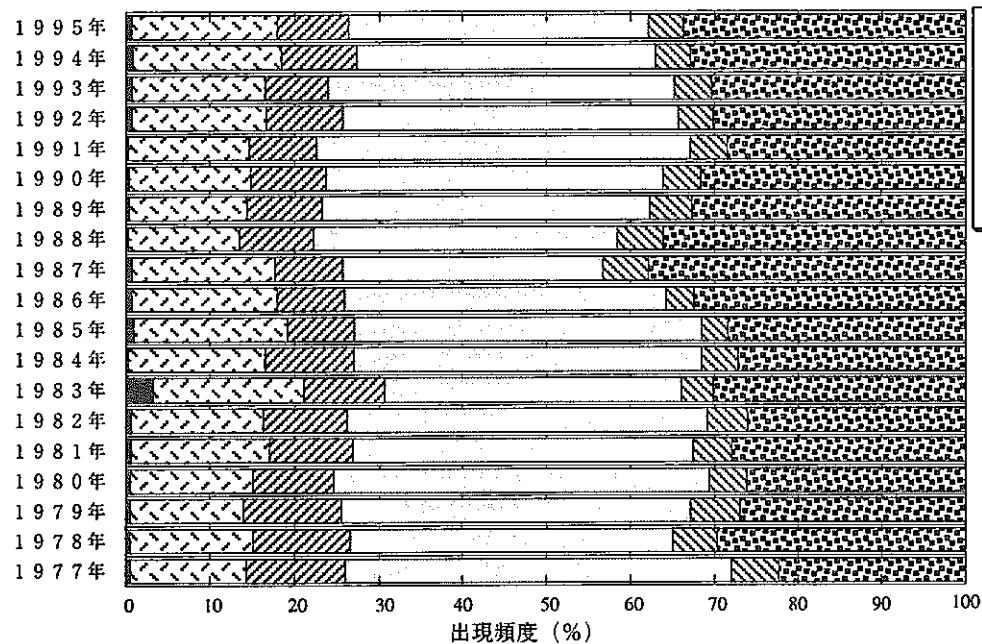


図-10 大気安定度出現頻度－動燃東海事業所－

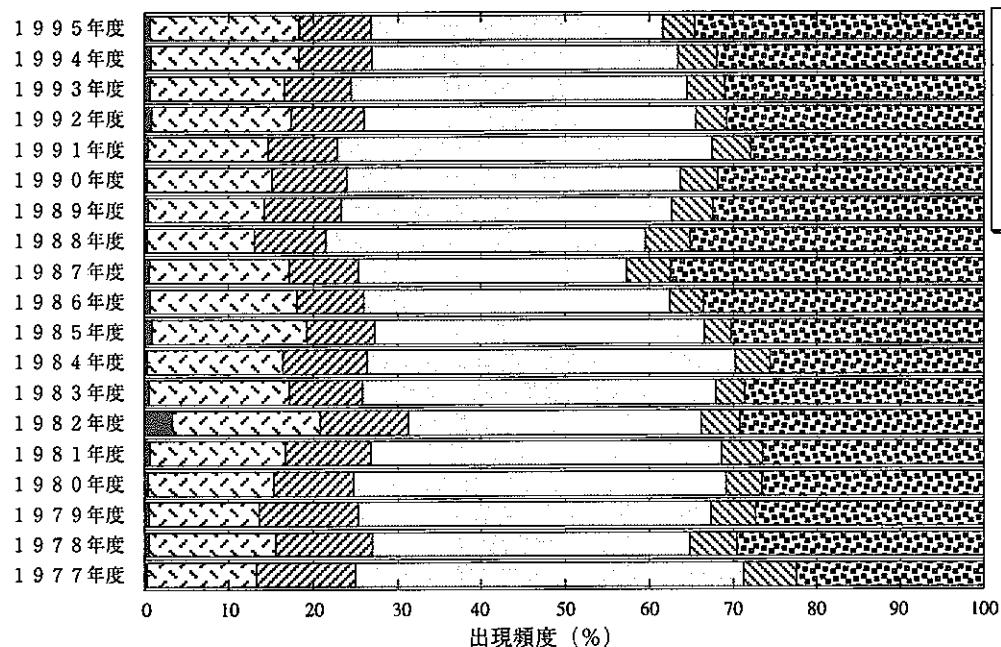


図-11 大気安定度出現頻度－動燃東海事業所－

図-9に示す。拡散計算に際しての中間安定度をA-BはBに、B-CはCに、C-DはDに、夜間2m/s未満の欄の「G」はFと見なして処理した結果を図-10及び図-11に示す。

以上の結果、1987年については、大気安定度Dの出現頻度が過去最低であり、大気安定度Fの出現頻度が過去最大であった。

風向別大気安定度別出現回数として1991年から1995年までの5年間について南西方向及び西南西方向について整理した結果を表-11及び図-12に示す。

以上の結果、大気拡散計算に寄与が大きいと考えられる風下方位西南西方向大気安定度B出現回数については、1992年が169.8回と最も多かったが、風下方位南西方向大気安定度D出現回数1122回と他の年（859回から1372回）と比べても特に異常なデータではなかった。

4.3 風向別大気安定度別相対濃度

最大濃度地点の出現頻度の多い南西方向及び西南西方向の1991年から1995年の5年間についての風向別大気安定度別相対濃度を算出した結果を図-13から図-24に示す。

いずれの期間に於ても、出現回数としては、100回前後である西南西方向の大気安定度Bと最も出現回数の多い南西方向の大気安定度Dに大きく支配されていることが分かる。

5.まとめ

動燃東海再処理施設より放出された、過去20年間の放射性気体廃棄物の大気拡散結果を解析した結果、概ね安全審査等で評価している地点に認められたが、年間の気象要因（風向及び大気安定度）の影響から、2例程の逸脱した評価地点が出現した。

これは、年間の出現回数としては、100回前後と少ないものの西南西方向の大気安定度Bの出現の変動が大きく関与していることが分かった。

今後は、さらに西南西方向の大気安定度B出現パターンが他の気象要因（降雨等）との関連について解析して行く必要があると考える。

表-11 風向別大気安定度別出現回数

	大気安定度A	大気安定度B	大気安定度C	大気安定度D	大気安定度E	大気安定度F
1995年SW	1.0	64.4	133.3	859.1	76.2	161.8
1994年SW	1.1	75.6	186.0	989.5	74.4	170.2
1993年SW	1.0	82.3	153.4	1372.2	122.3	234.7
1992年SW	2.0	83.6	169.4	1122.0	73.2	206.8
1991年SW	1.0	88.5	124.6	1009.3	69.3	161.4
1995年WSW	3.0	129.6	92.2	283.1	17.1	99.7
1994年WSW	1.1	146.0	106.6	233.4	20.1	99.9
1993年WSW	3.0	99.4	110.3	309.8	42.1	63.3
1992年WSW	4.0	169.8	160.4	354.3	40.1	104.6
1991年WSW	4.0	111.6	107.5	284.7	30.1	75.8

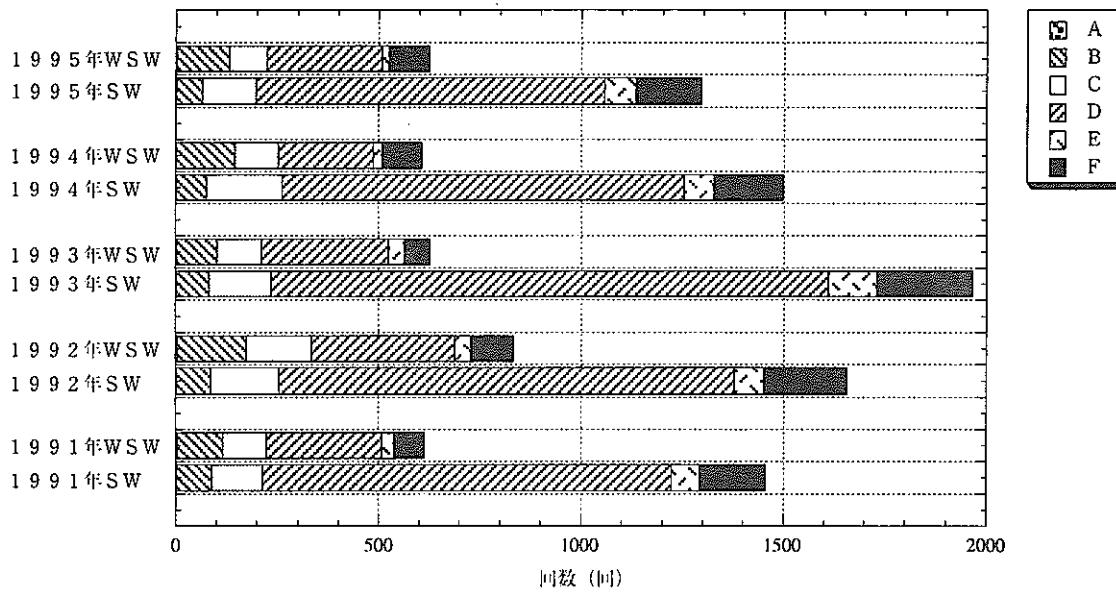


図-12 風向別大気安定度別出現回数

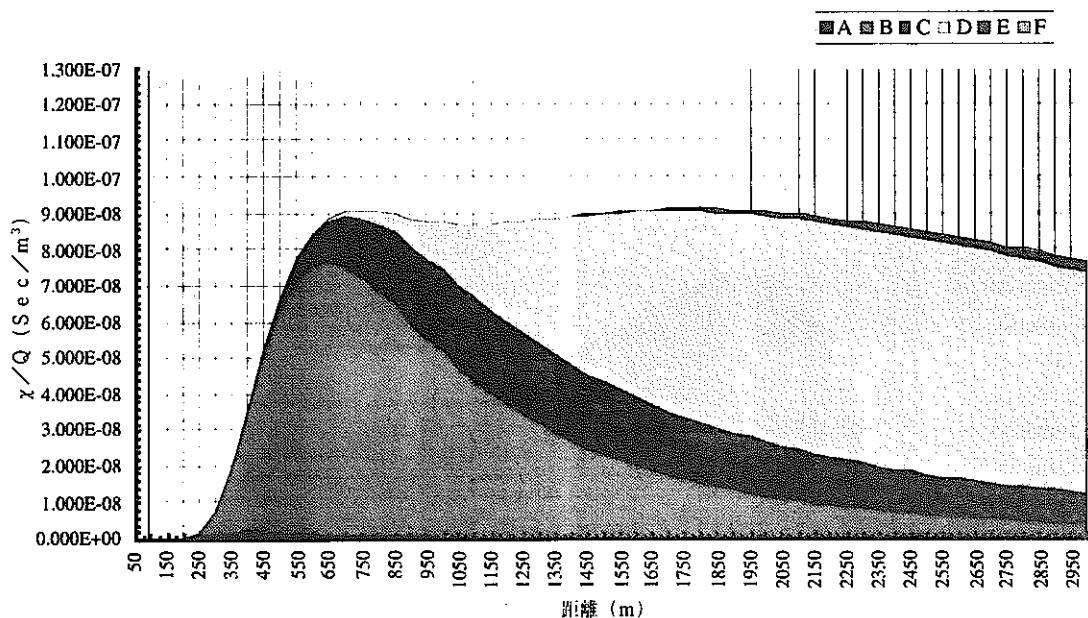


図-13 風向別大気安定度別相対濃度（1991年風下方位SW）

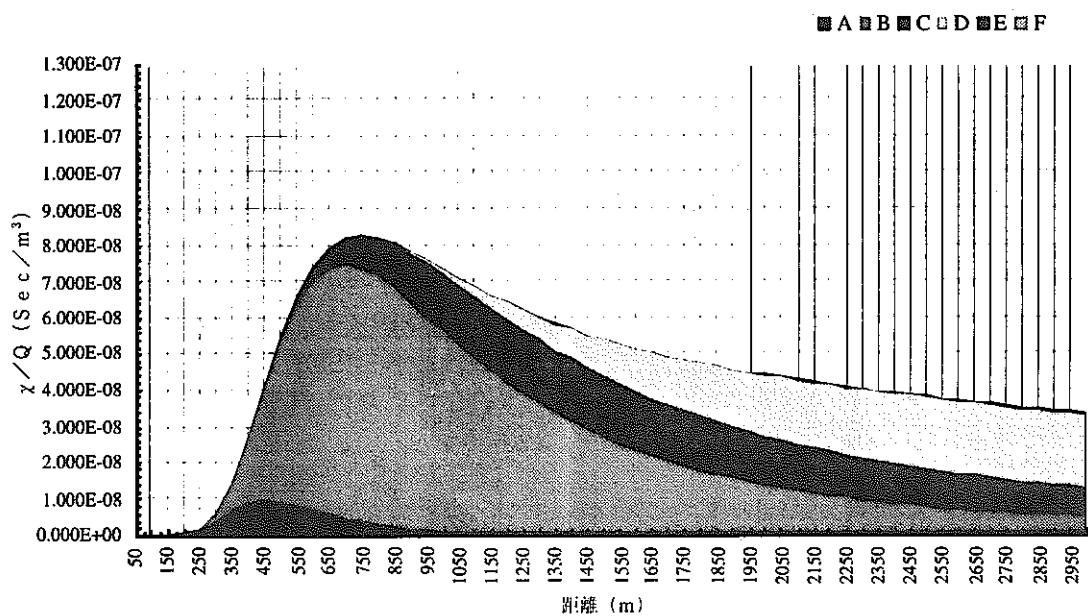


図-14 風向別大気安定度別相対濃度（1991年風下方位WSW）

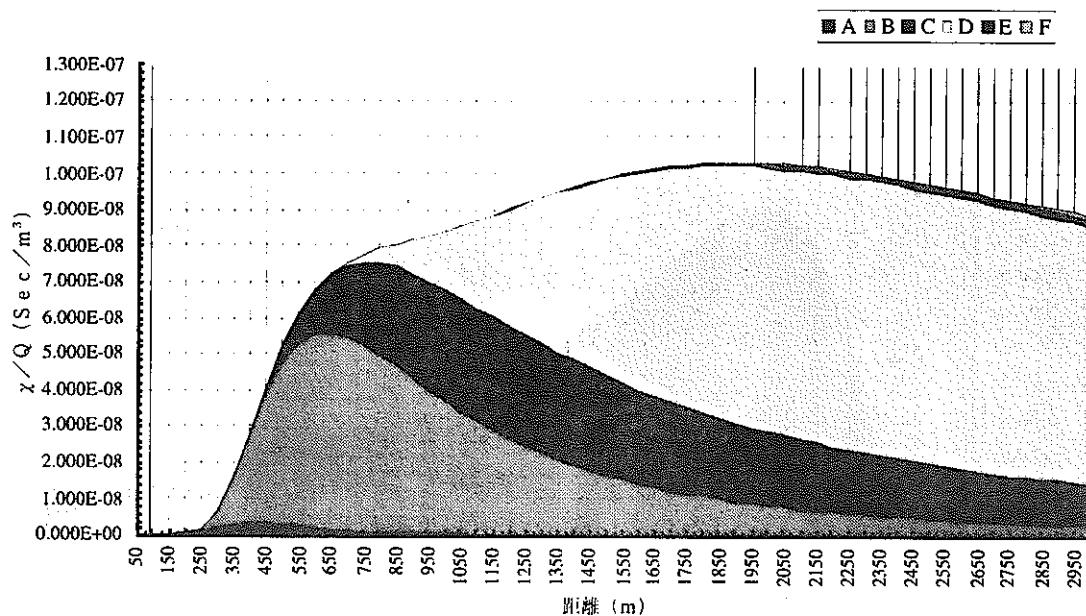


図-15 風向別大気安定度別相対濃度（1992年風下方位SW）

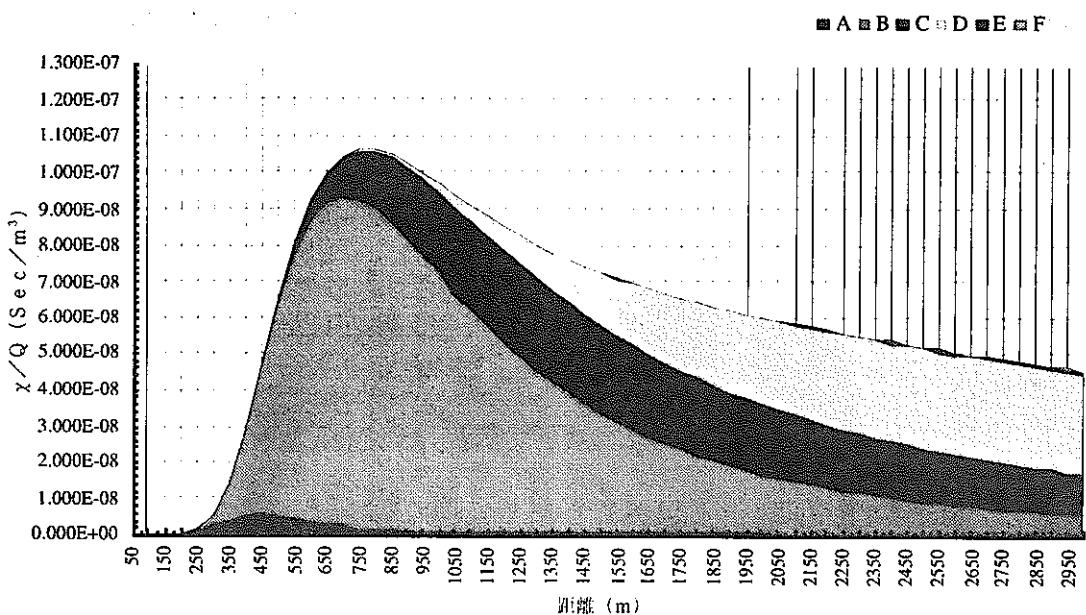


図-16 風向別大気安定度別相対濃度（1992年風下方位WSW）

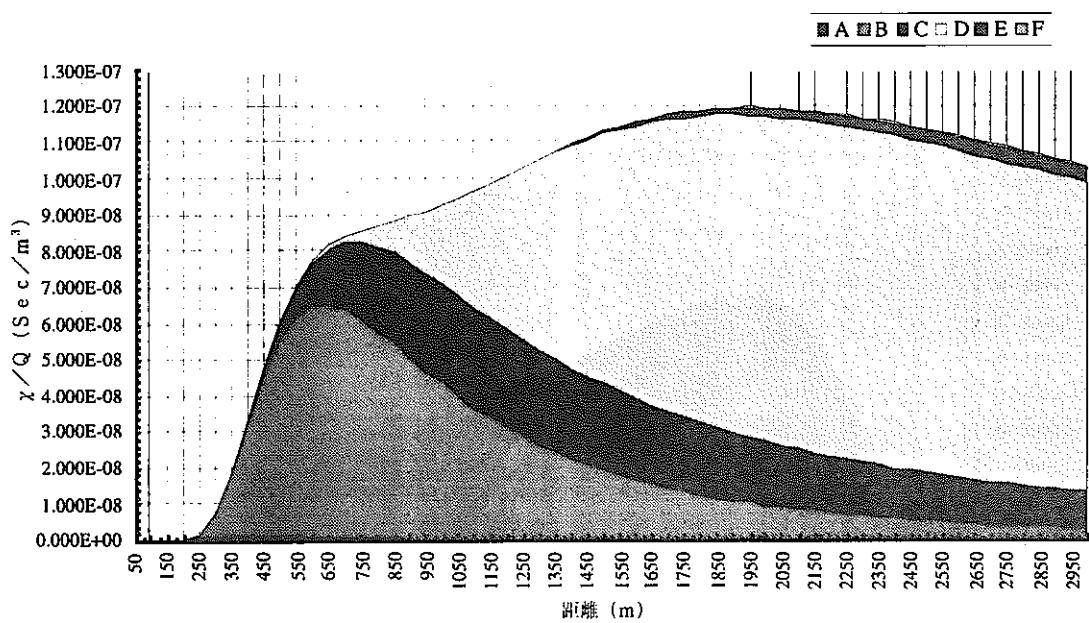


図-17 風向別大気安定度別相対濃度（1993年風下方位SW）

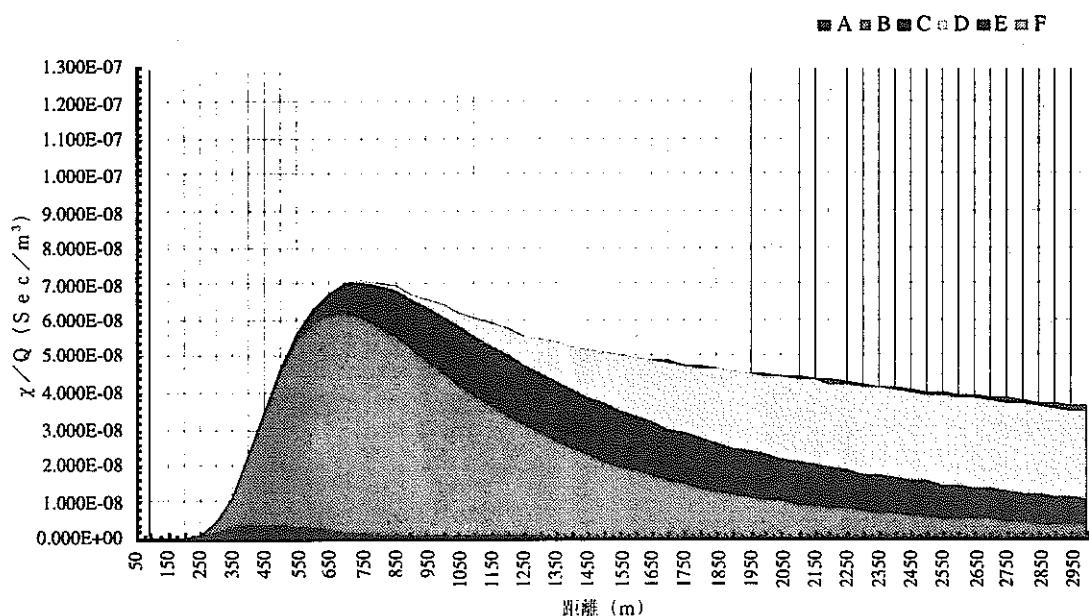


図-18 風向別大気安定度別相対濃度（1993年風下方位WSW）

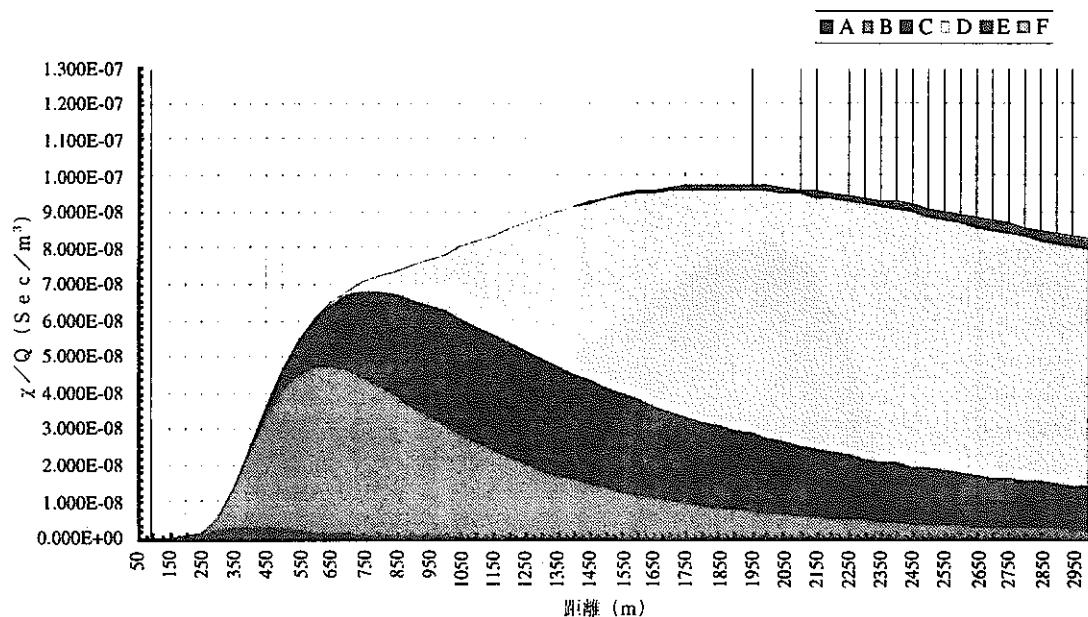


図-19 風向別大気安定度別相対濃度（1994年風下方位SW）

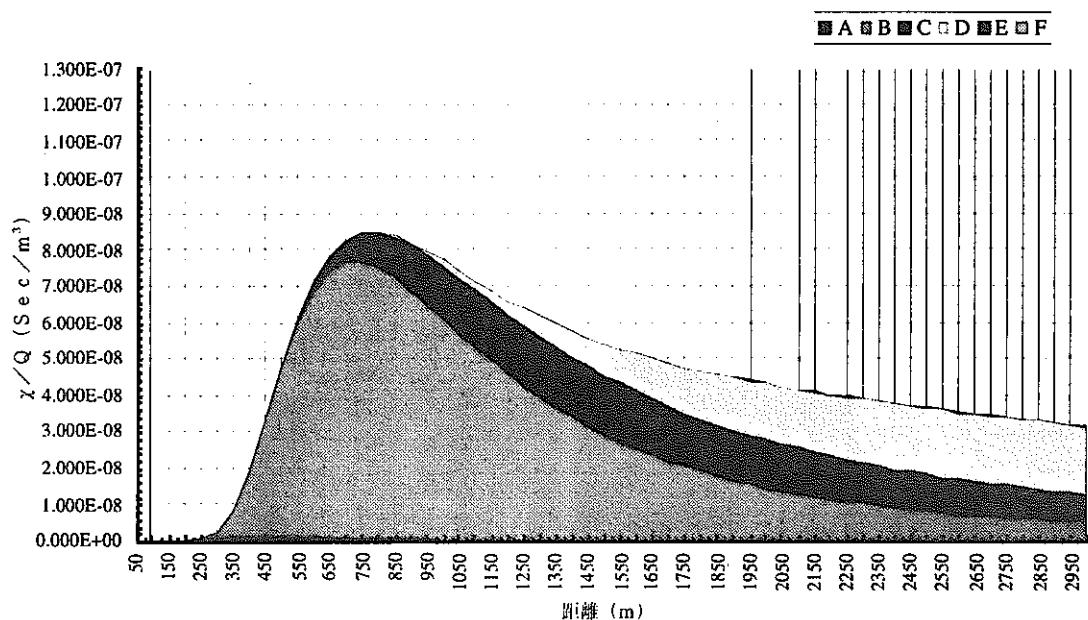


図-20 風向別大気安定度別相対濃度（1994年風下方位WSW）

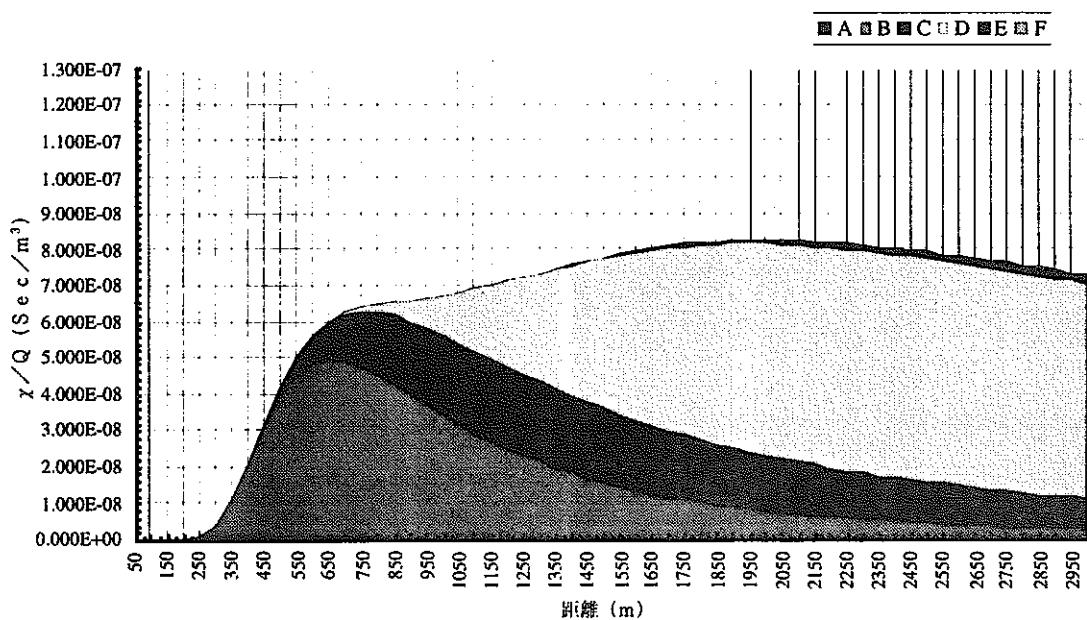


図-21 風向別大気安定度別相対濃度（1995年風下方位SW）

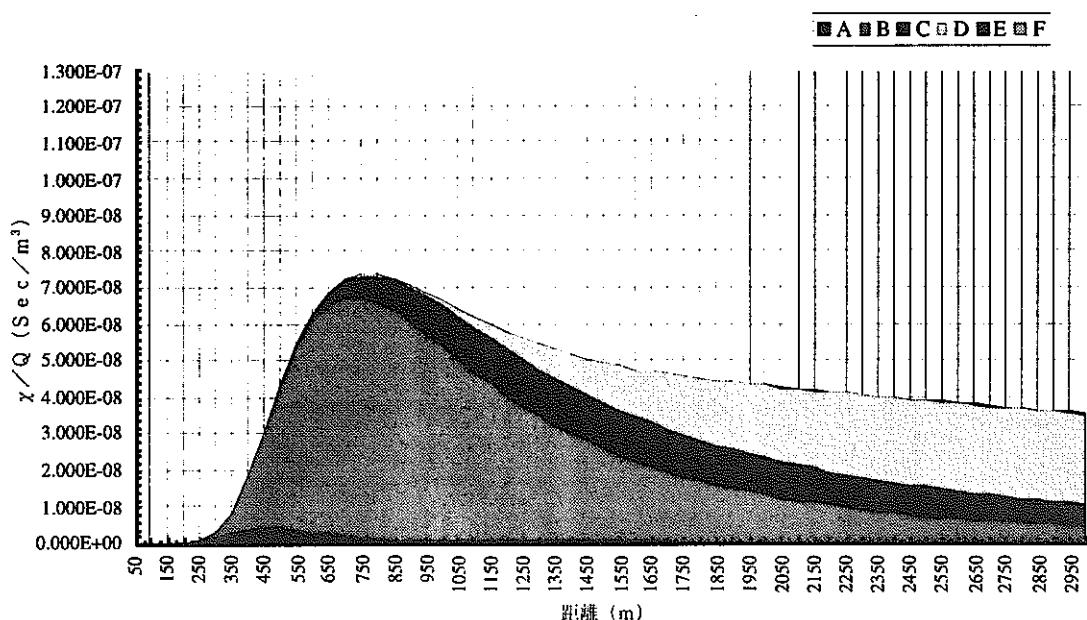
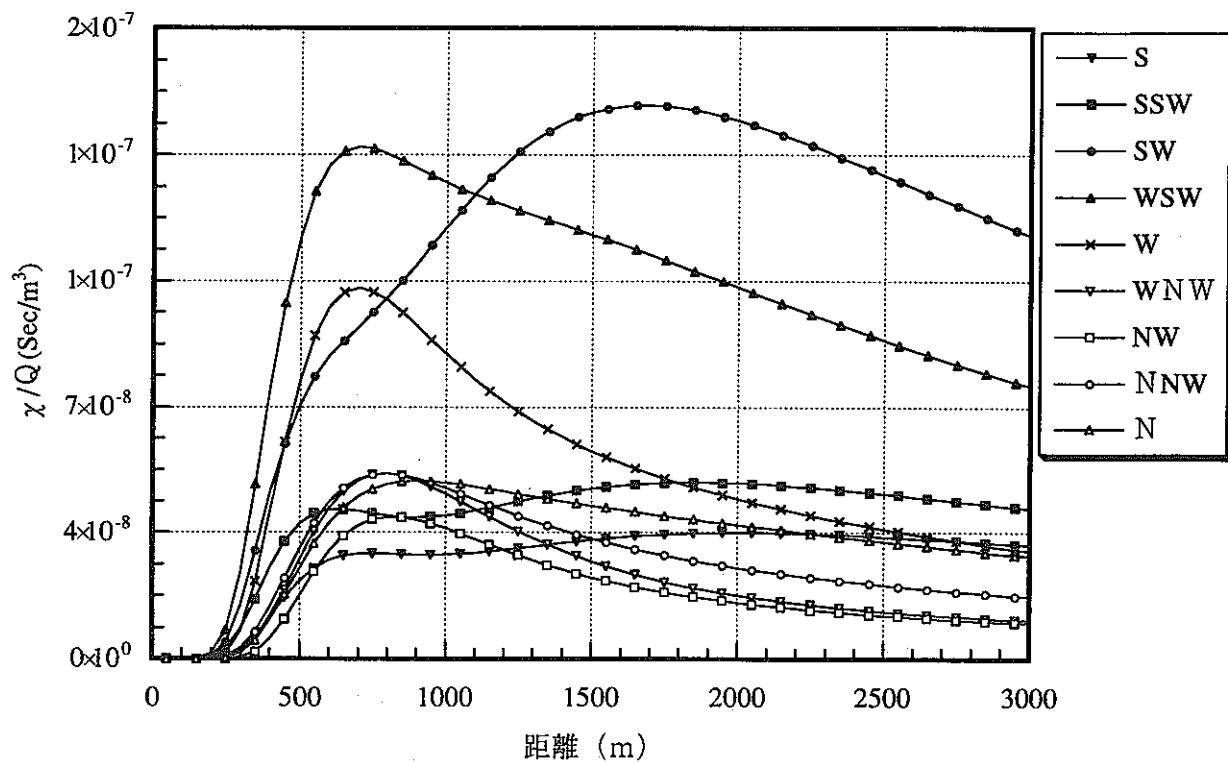
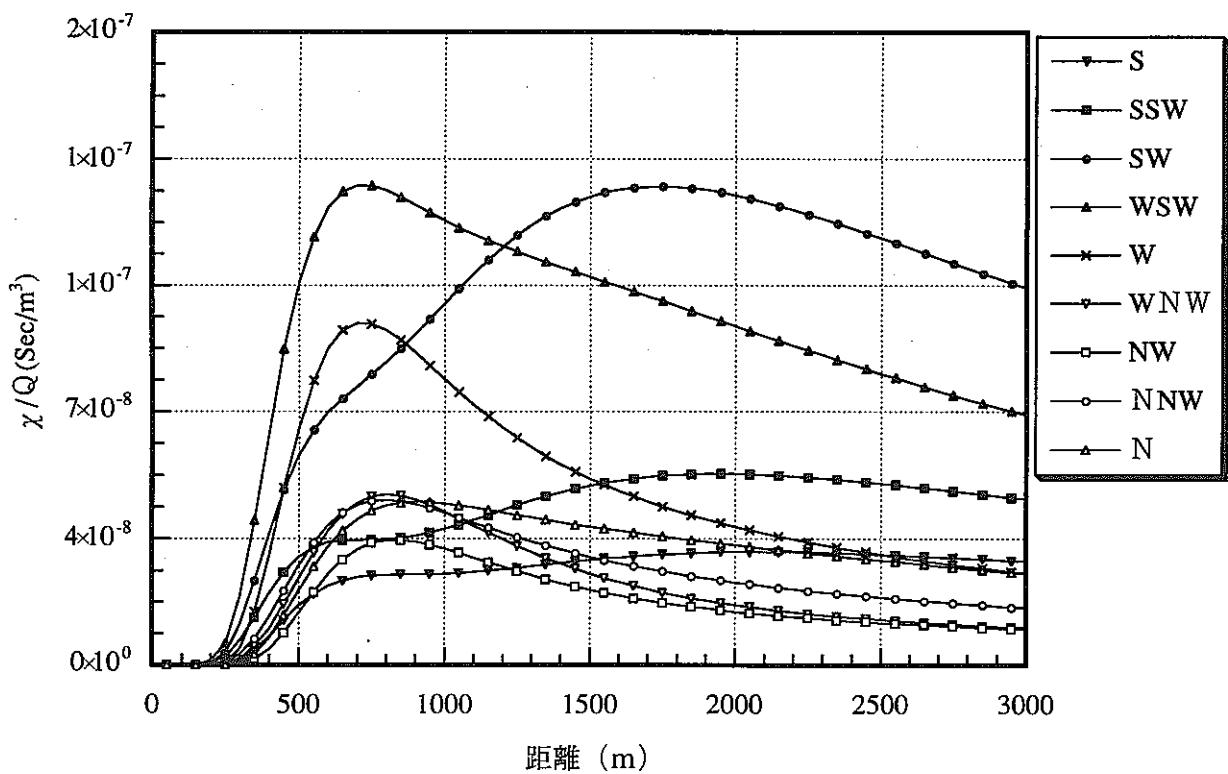


図-22 風向別大気安定度別相対濃度（1995年風下方位WSW）

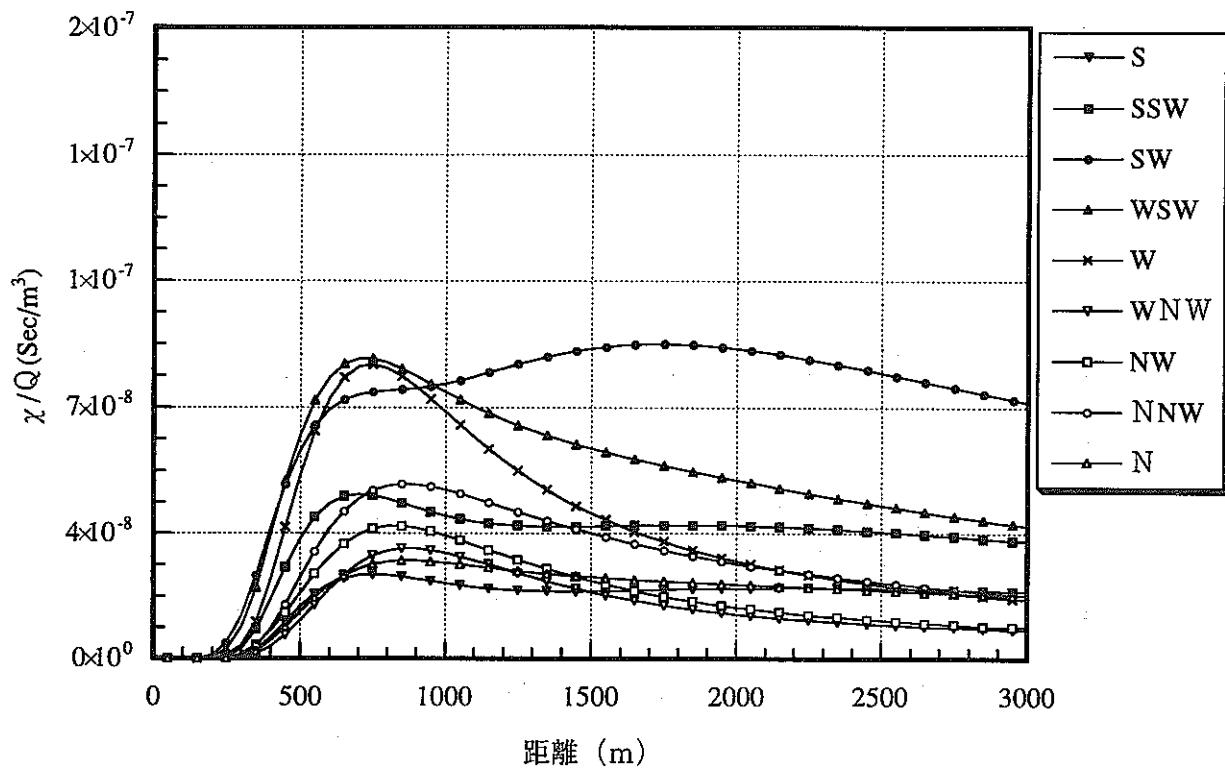
付 錄



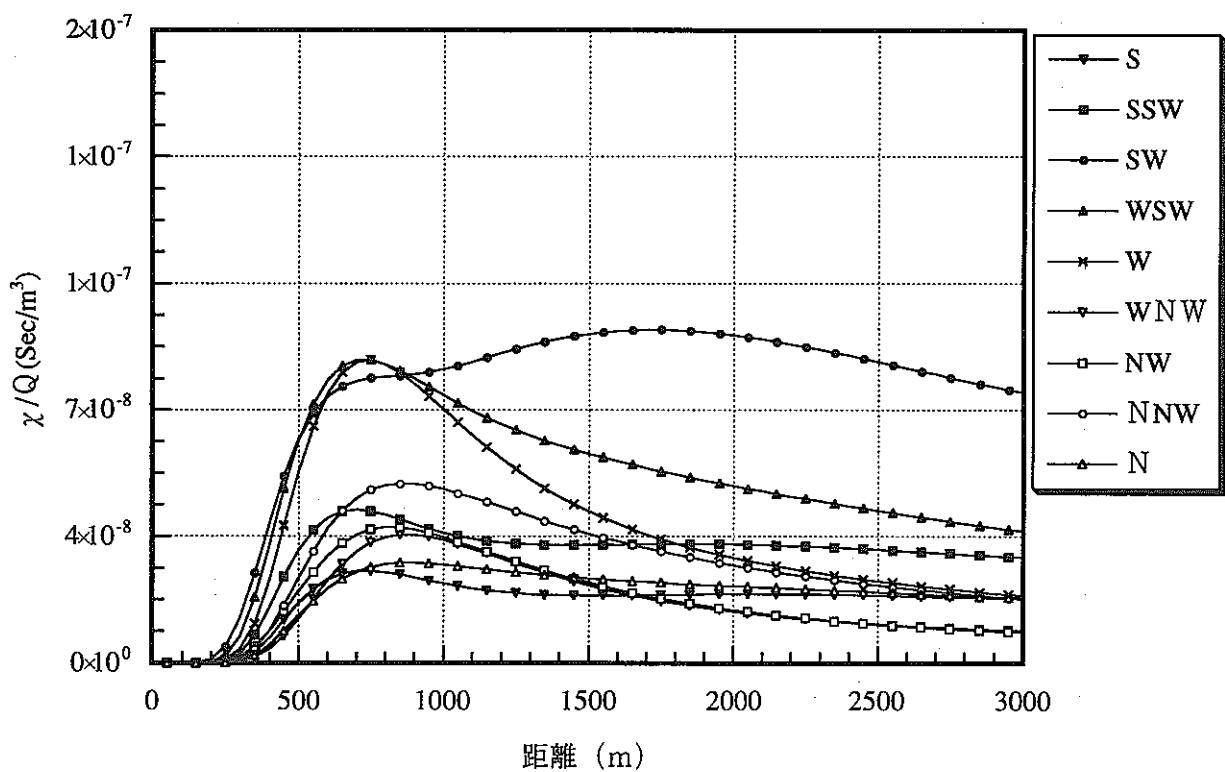
別図-1 1977年風下方位別相対濃度 (χ/Q)



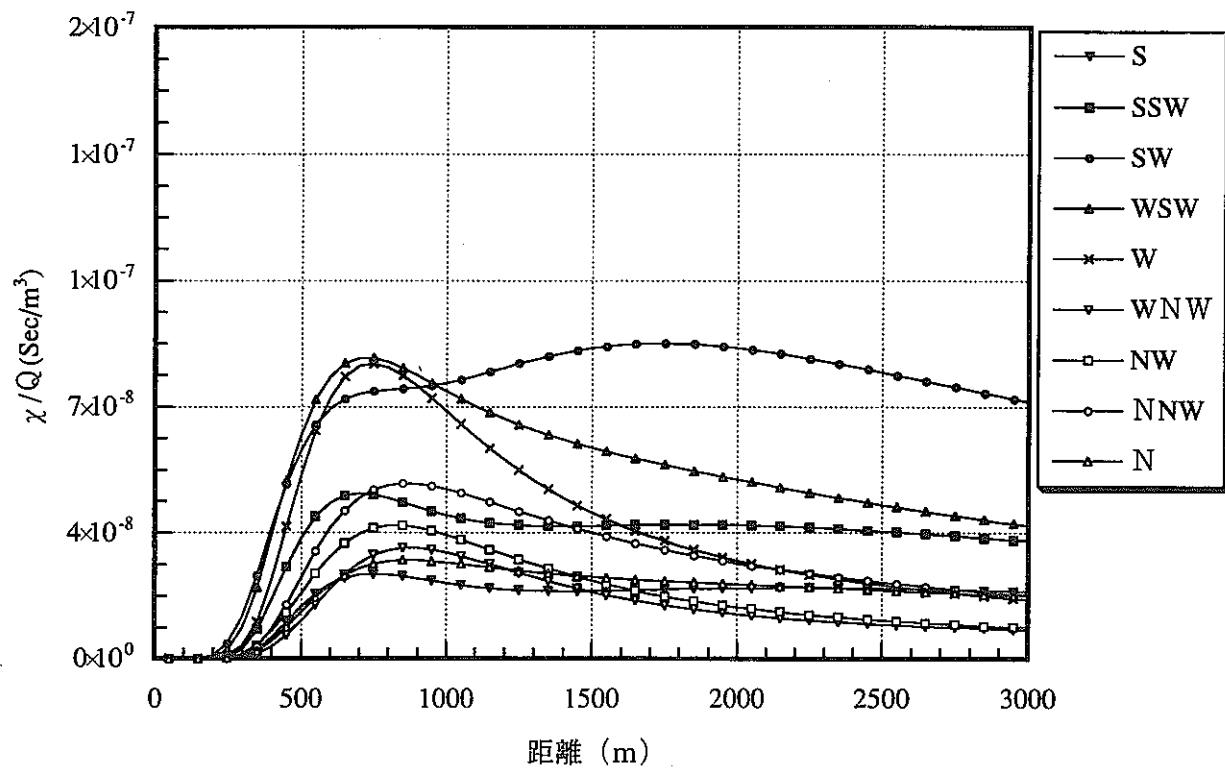
別図-20 1977年度風下方位別相対濃度 (χ/Q)



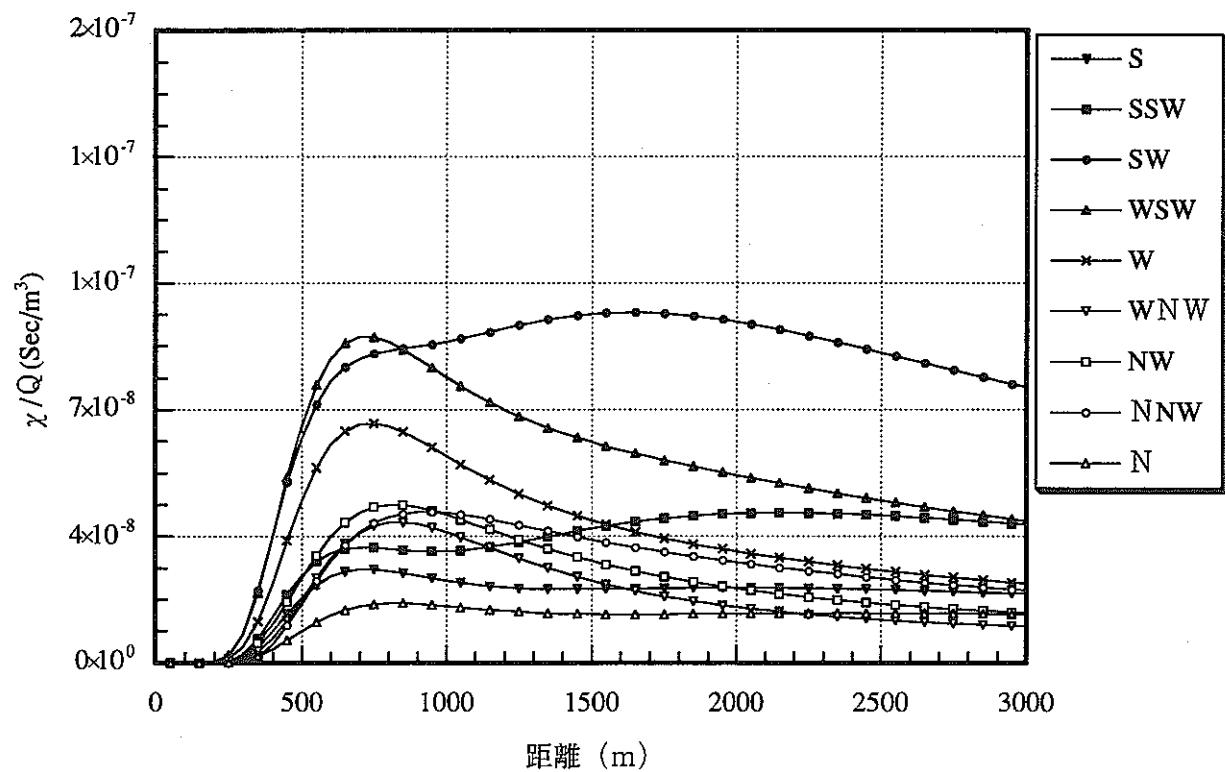
別図-2 1978年風下方位別相対濃度 (χ/Q)



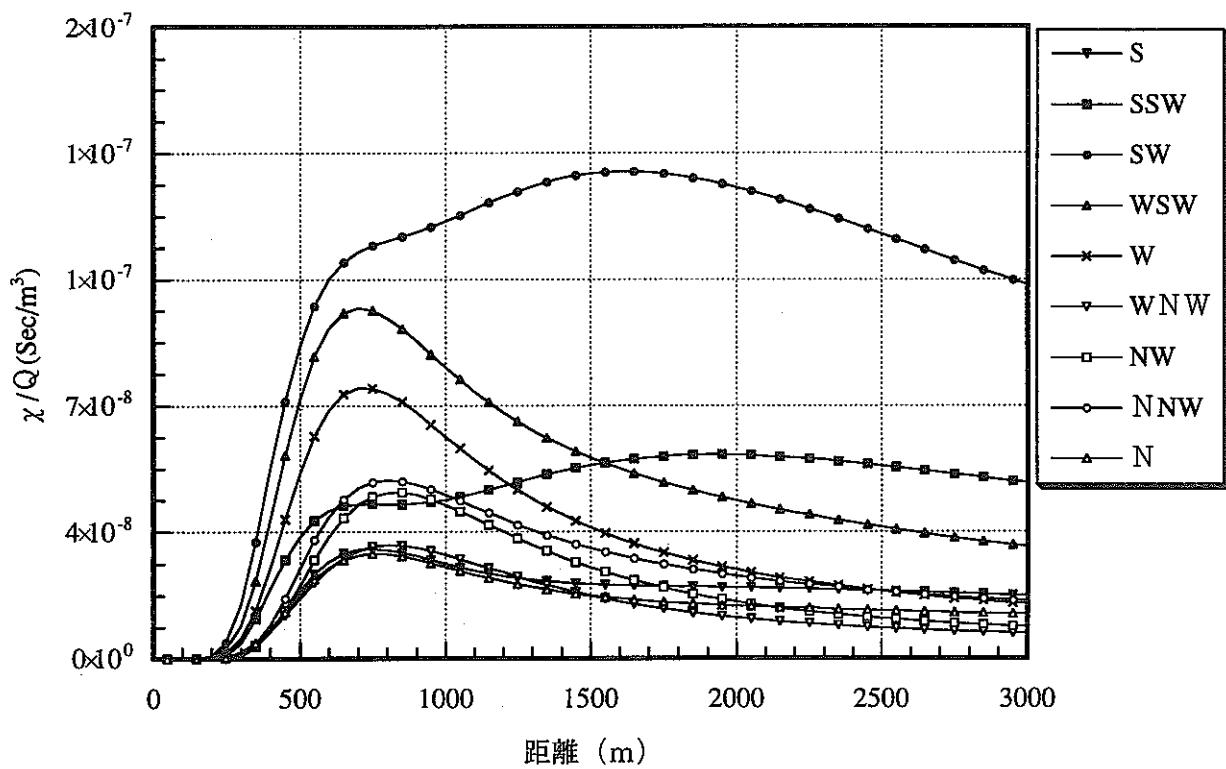
別図-21 1978年度風下方位別相対濃度 (χ/Q)



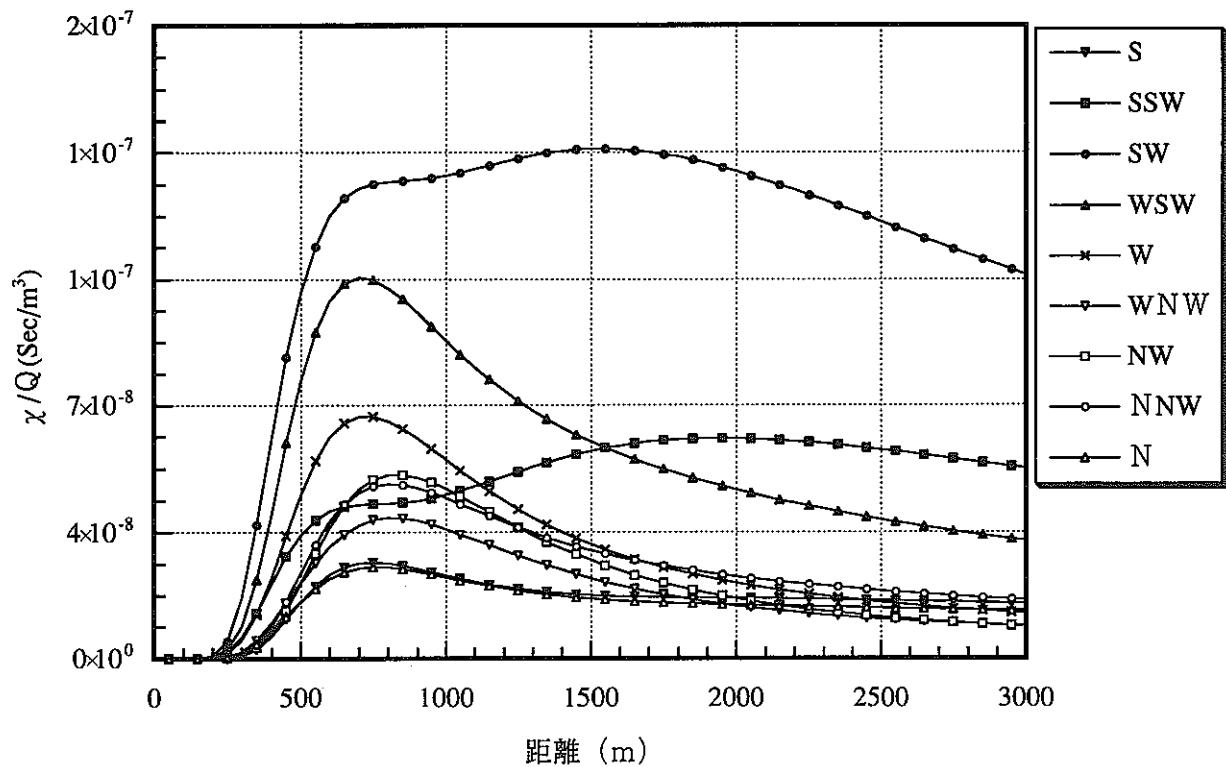
別図-3 1979年風下方位別相対濃度 (χ/Q)



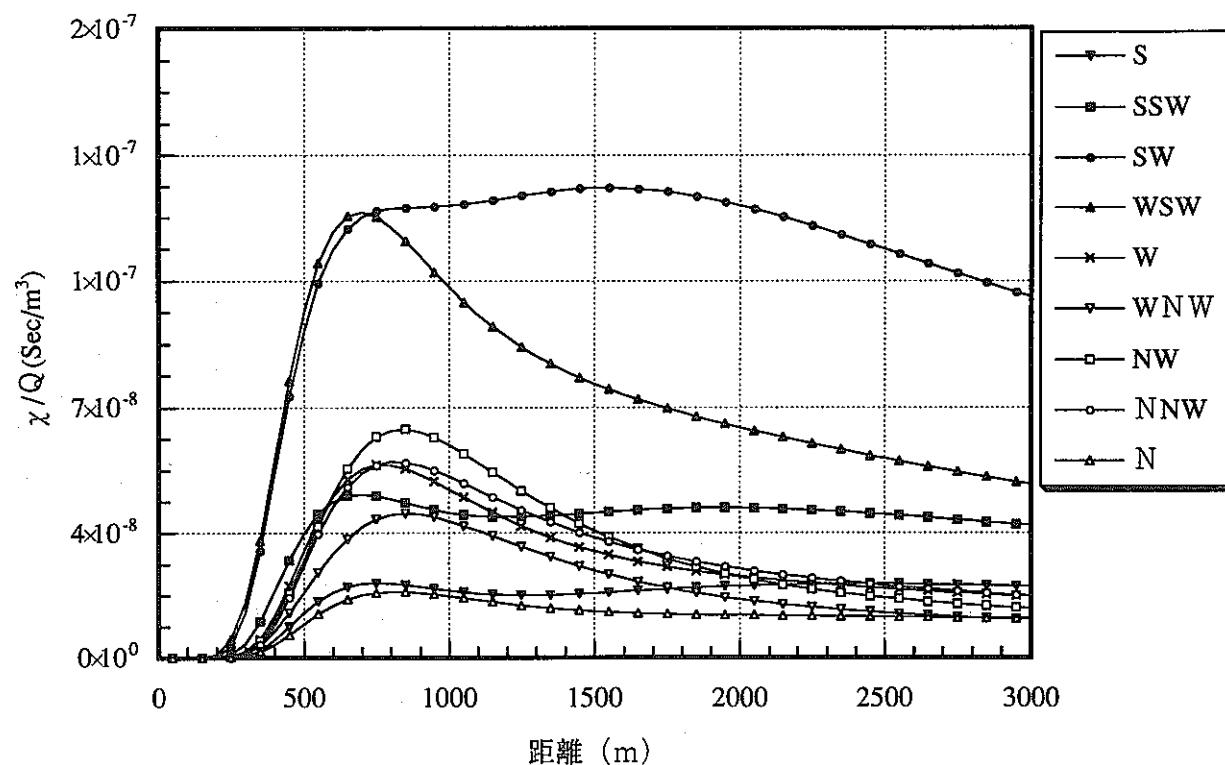
別図-22 1979年度風下方位別相対濃度 (χ/Q)



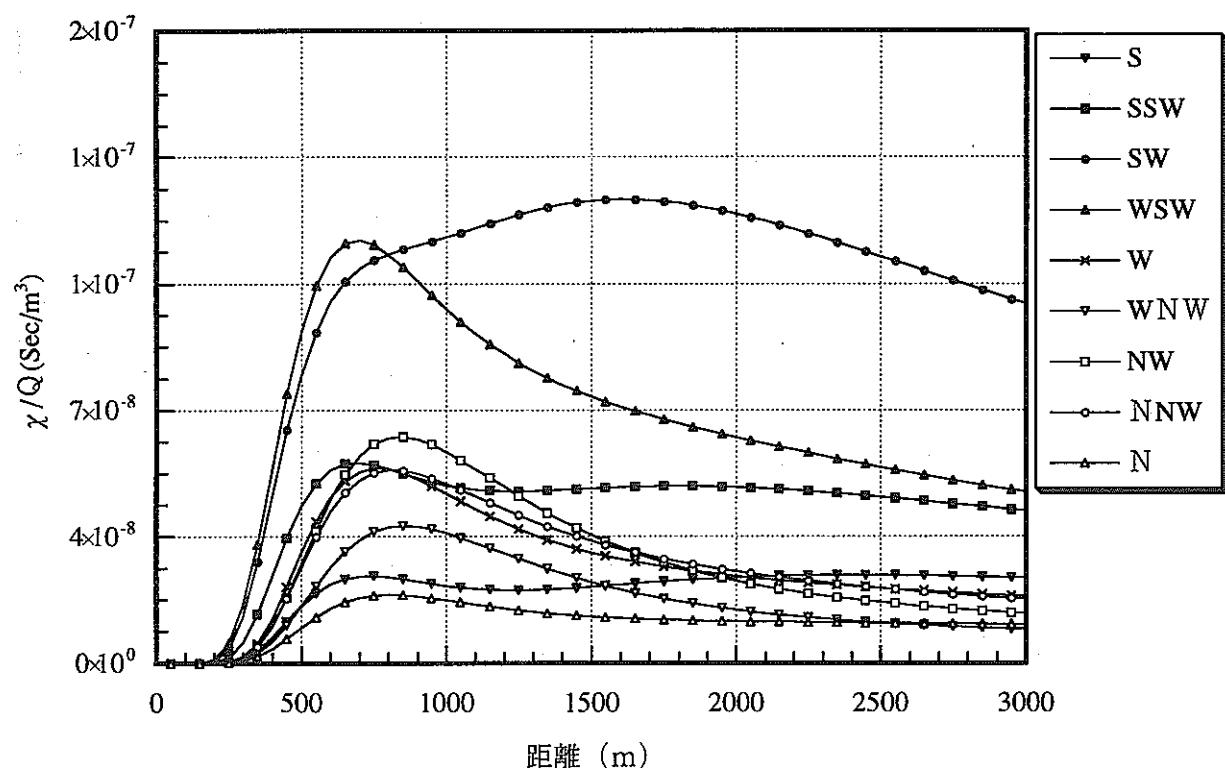
別図-4 1980年風下方位別相対濃度 (χ/Q)



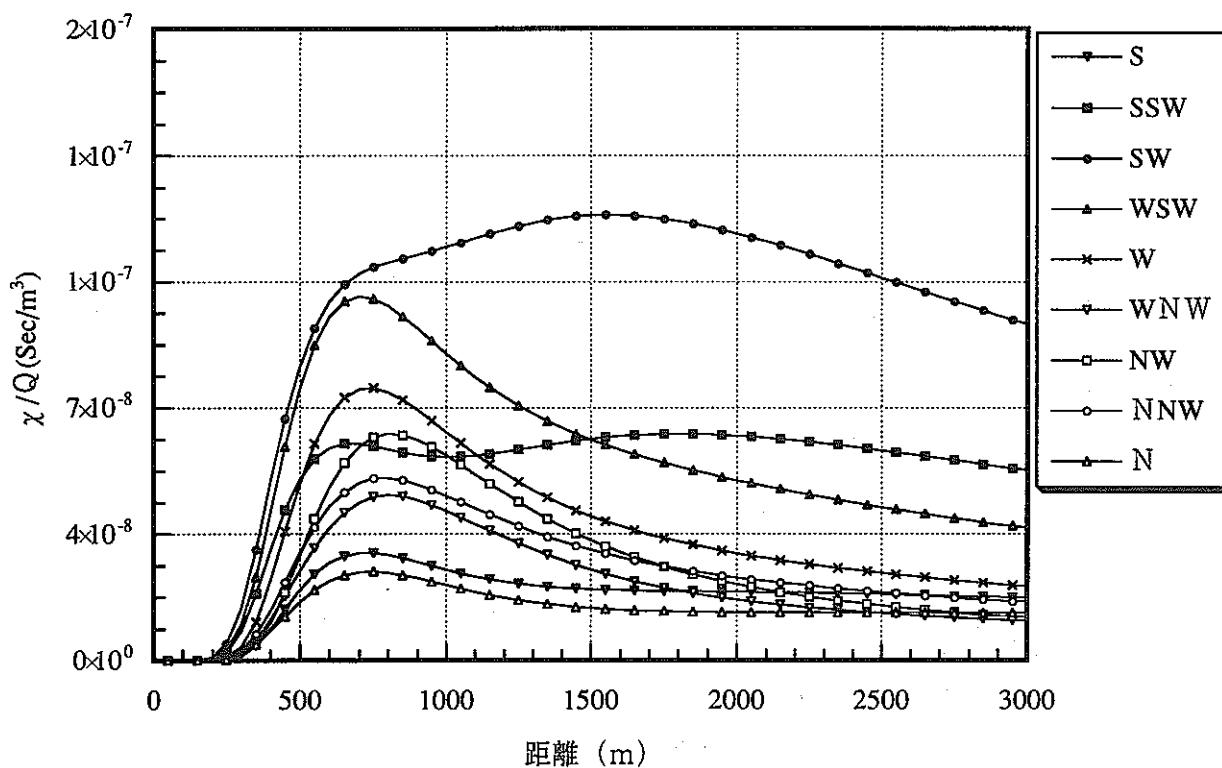
別図-23 1980年度風下方位別相対濃度 (χ/Q)



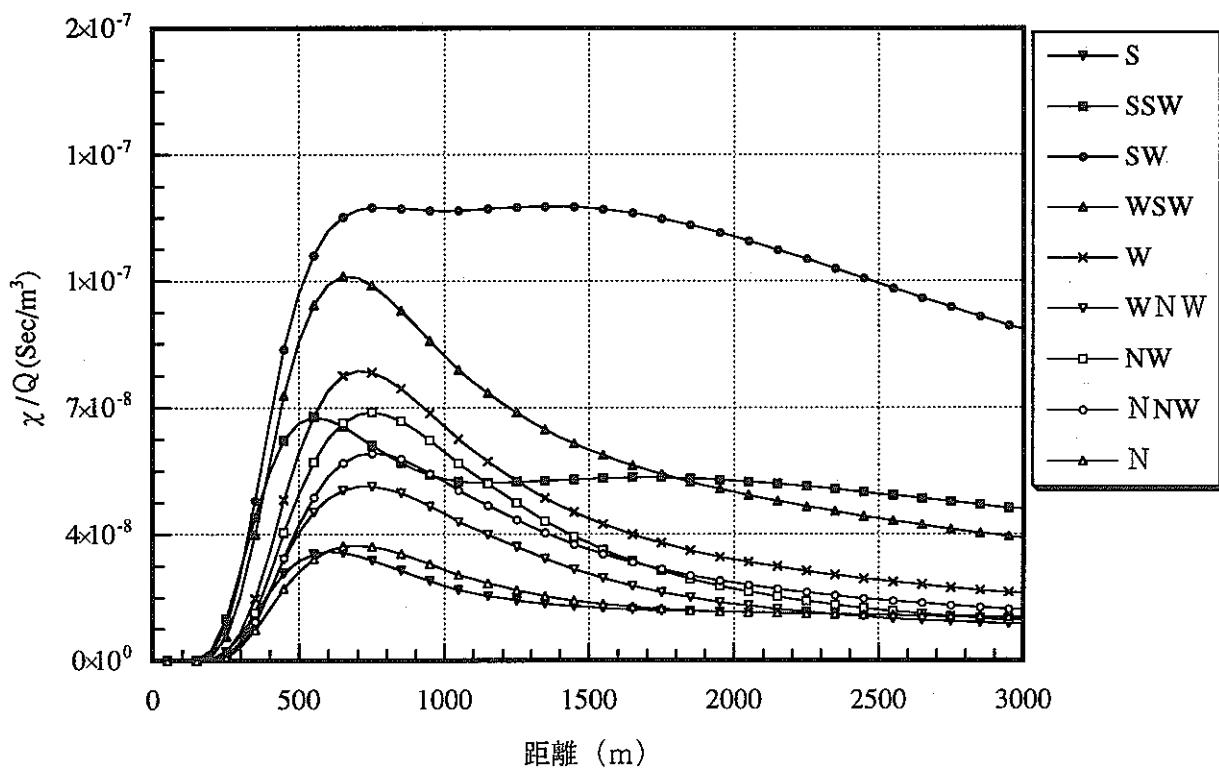
別図-5 1981年風下方位別相対濃度 (χ/Q)



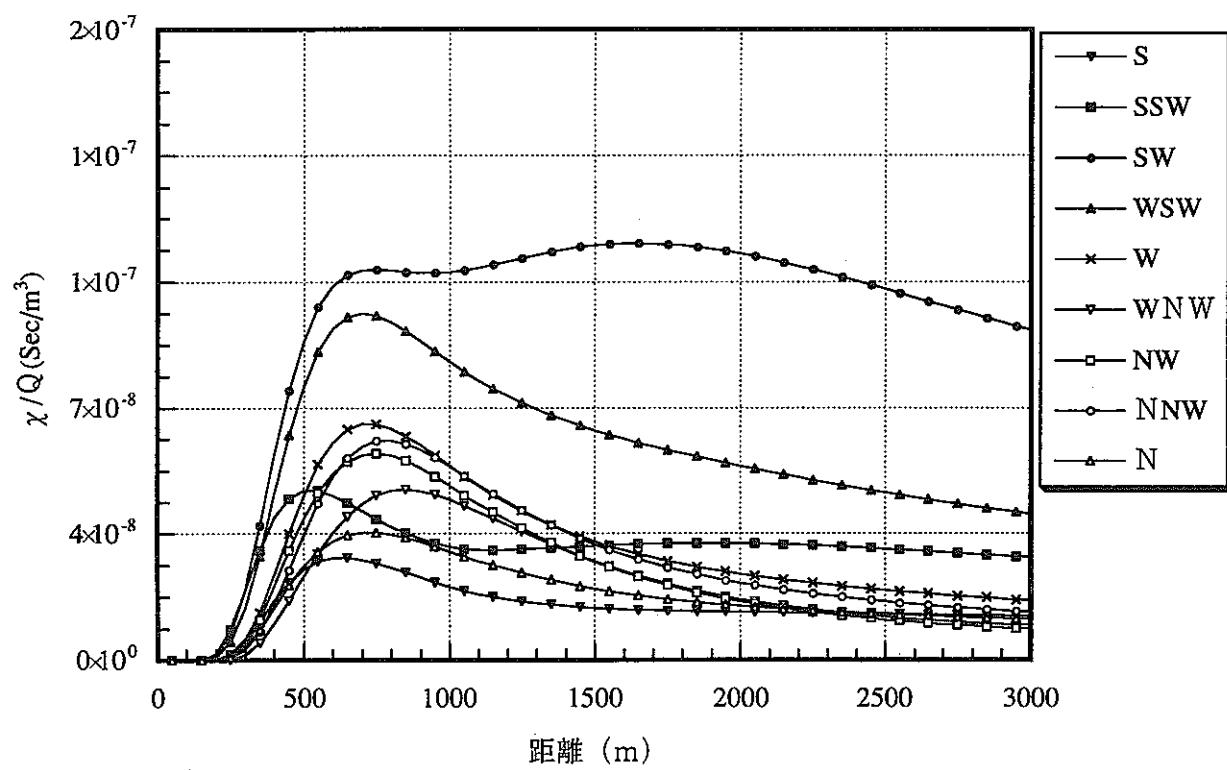
別図-24 1981年度風下方位別相対濃度 (χ/Q)



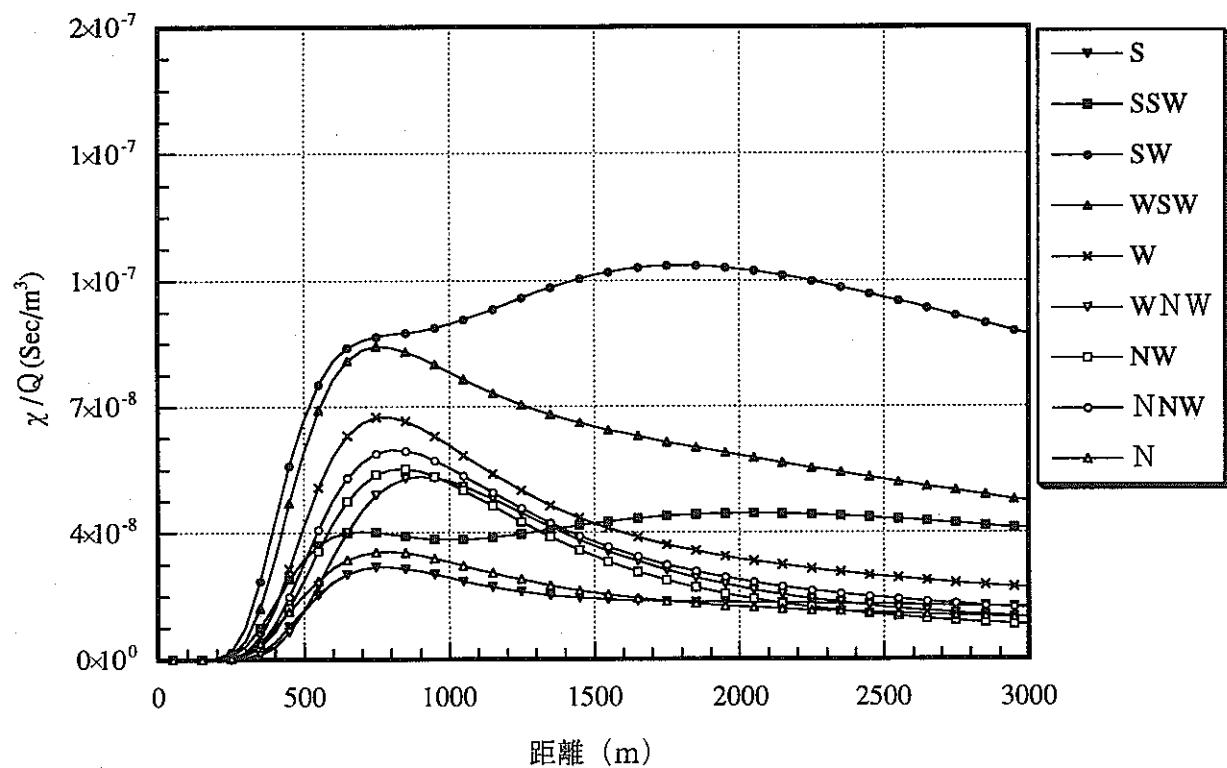
別図-6 1982年風下方位別相対濃度 (χ/Q)



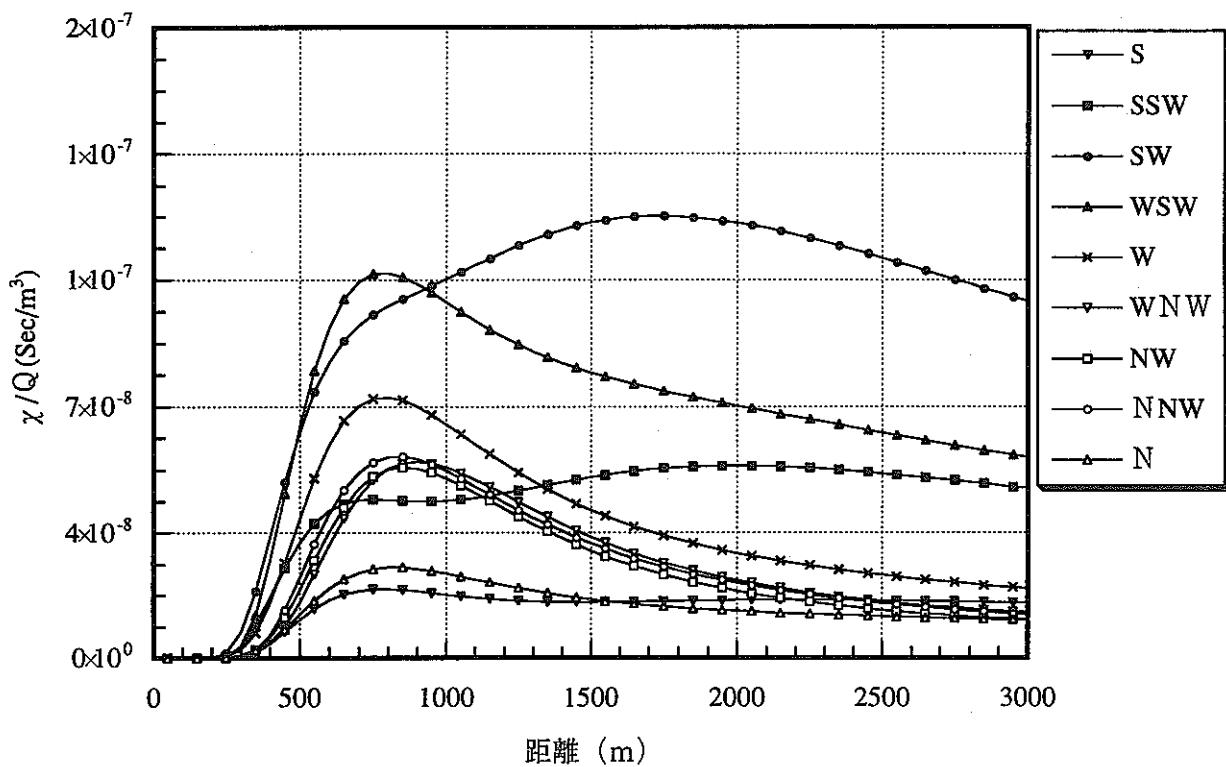
別図-25 1982年度風下方位別相対濃度 (χ/Q)



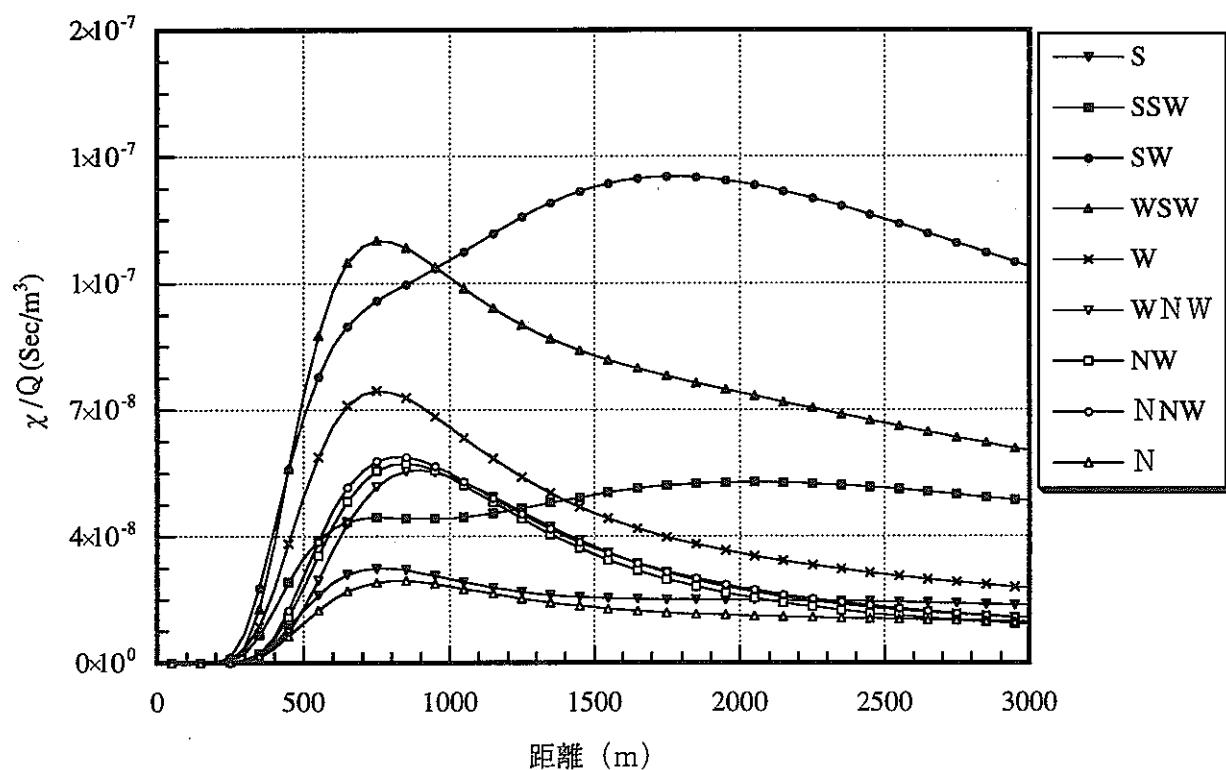
別図-7 1983年風下方位別相対濃度 (χ/Q)



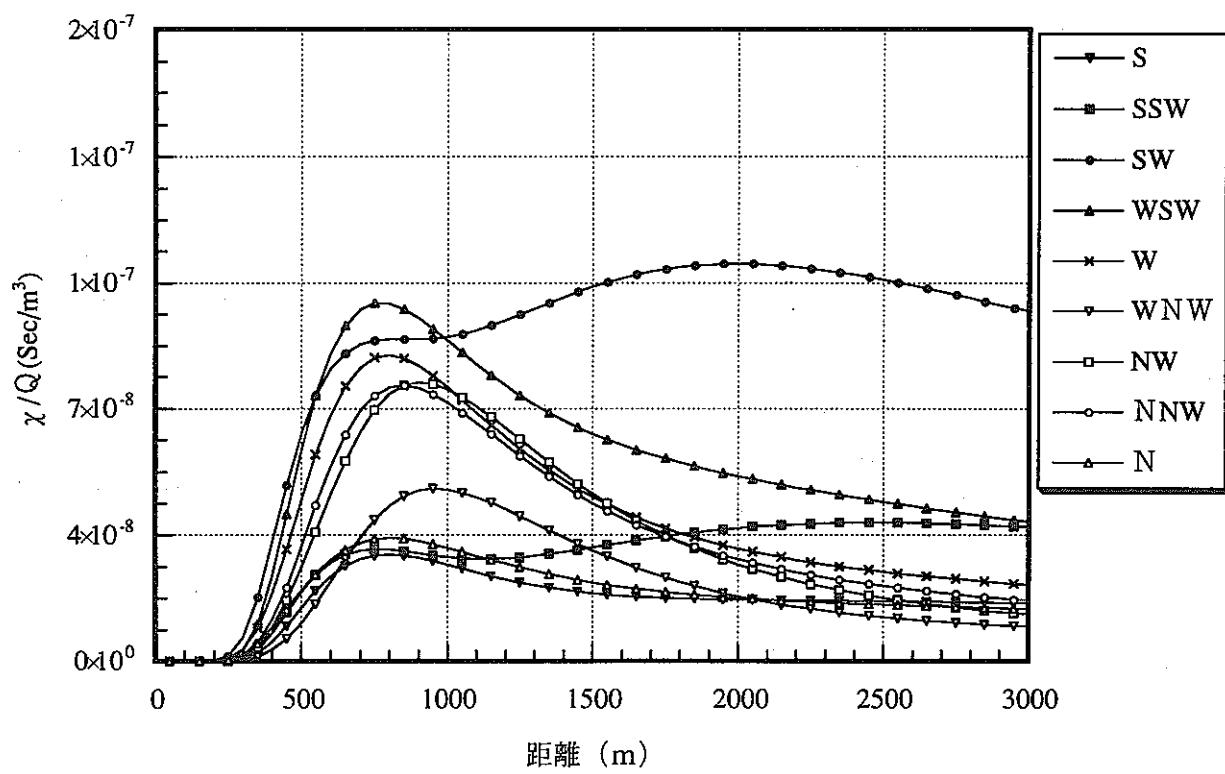
別図-26 1983年度風下方位別相対濃度 (χ/Q)



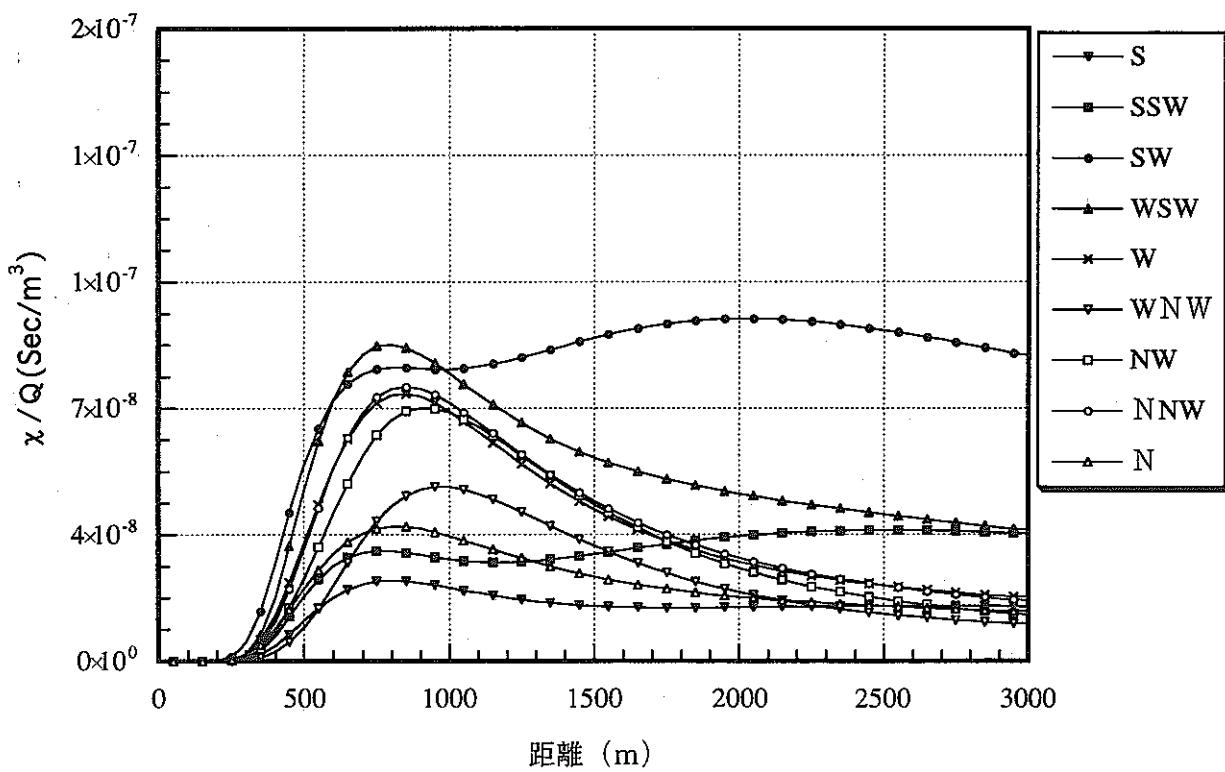
別図-8 1984年風下方位別相対濃度 (χ/Q)



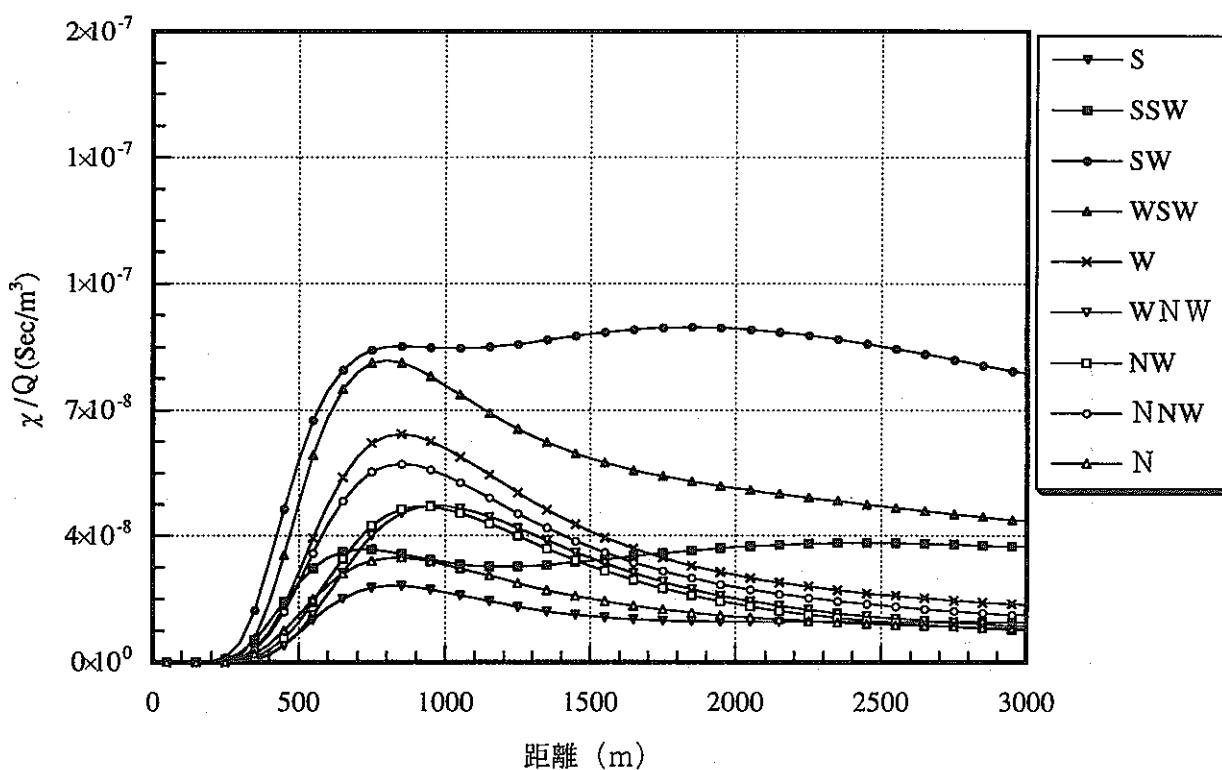
別図-27 1984年度風下方位別相対濃度 (χ/Q)



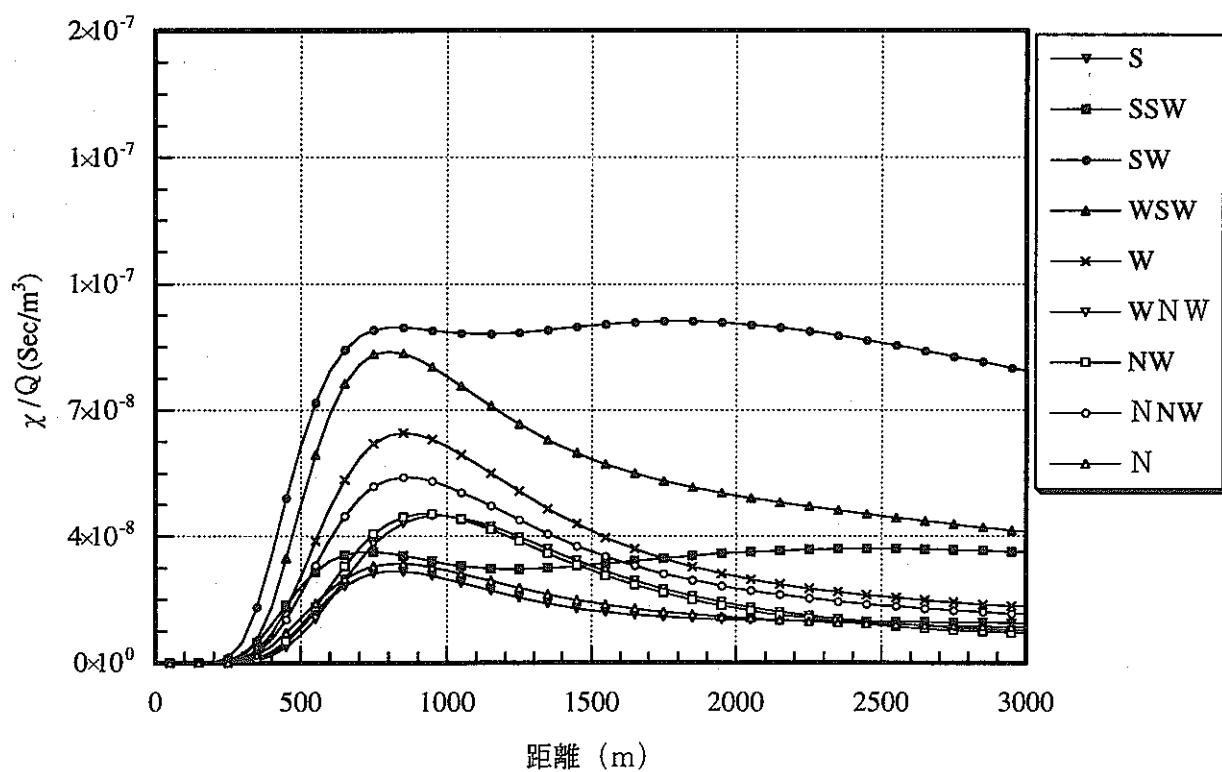
別図-9 1985年風下方位別相対濃度 (χ/Q)



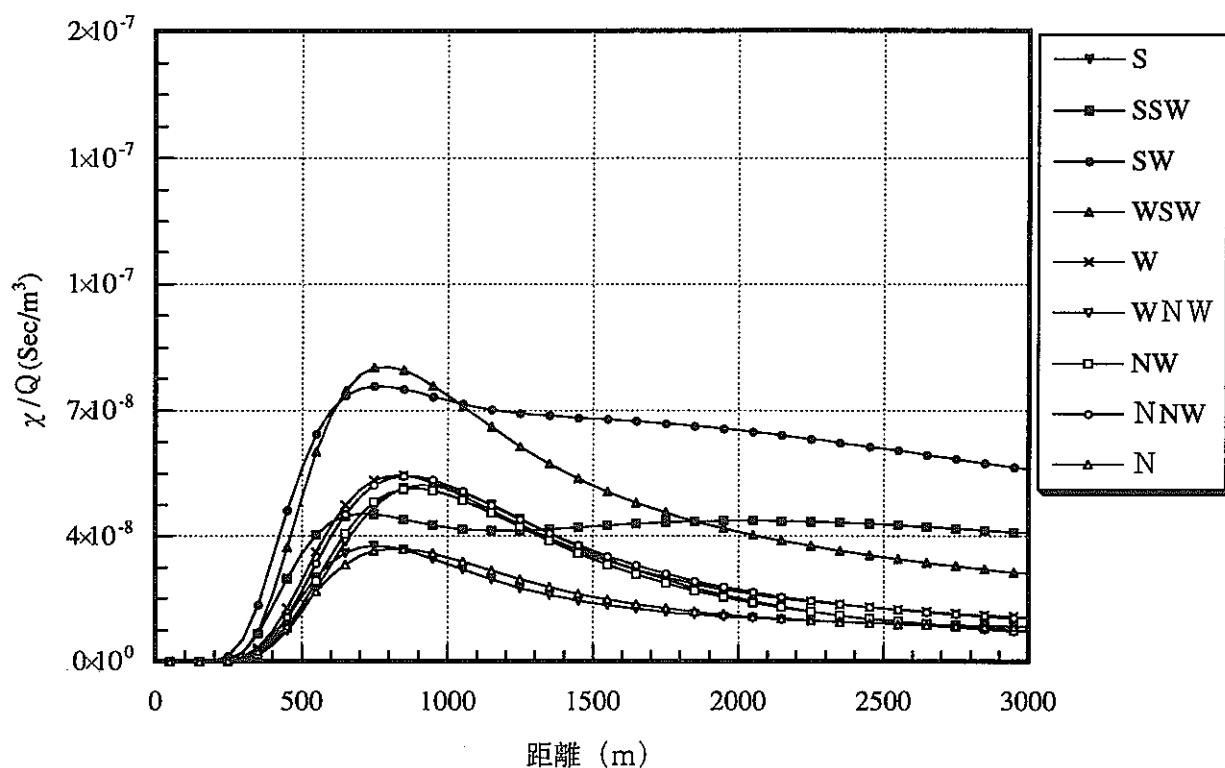
別図-28 1985年度風下方位別相対濃度 (χ/Q)



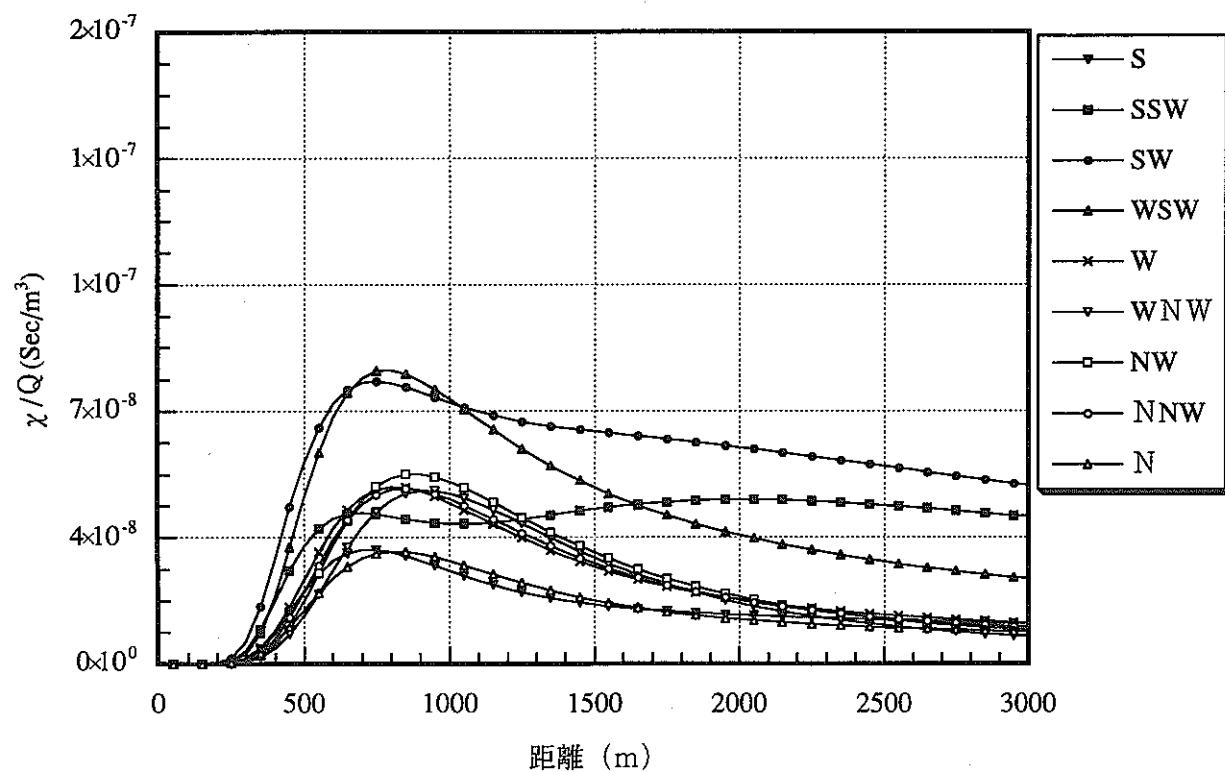
別図-10 1986年風下方位別相対濃度 (χ/Q)



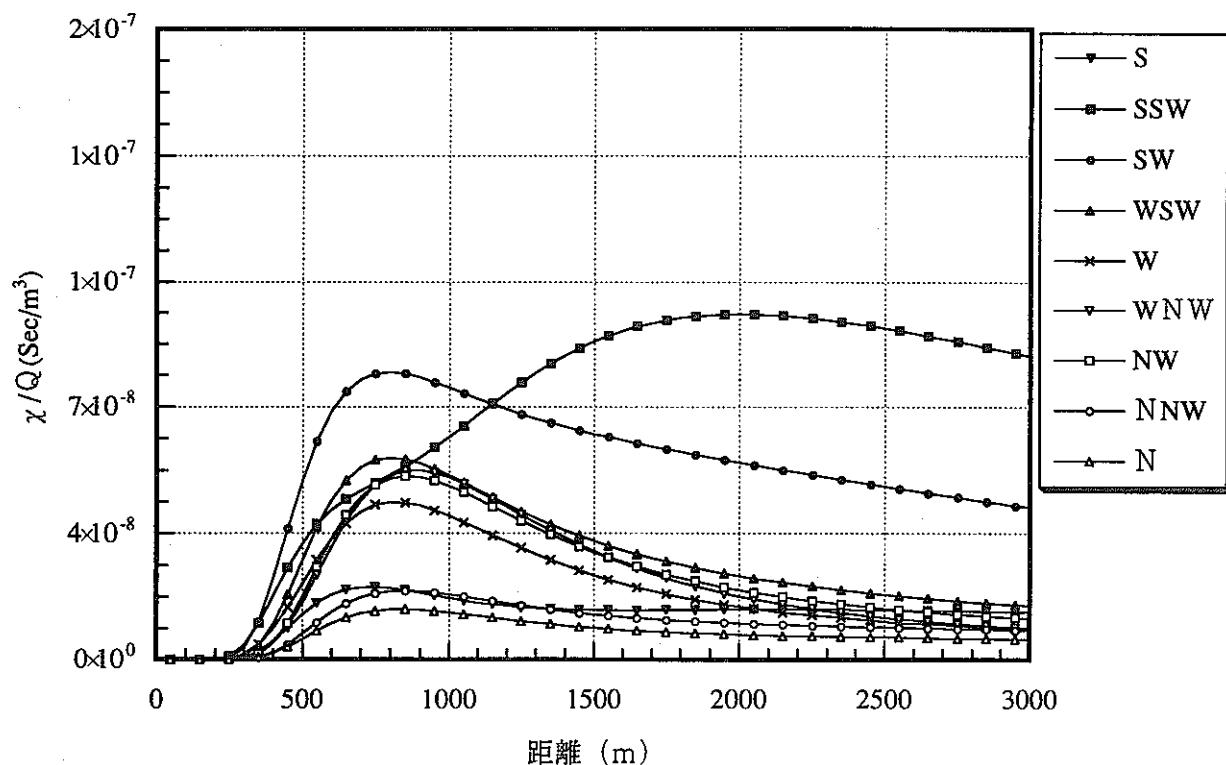
別図-29 1986年度風下方位別相対濃度 (χ/Q)



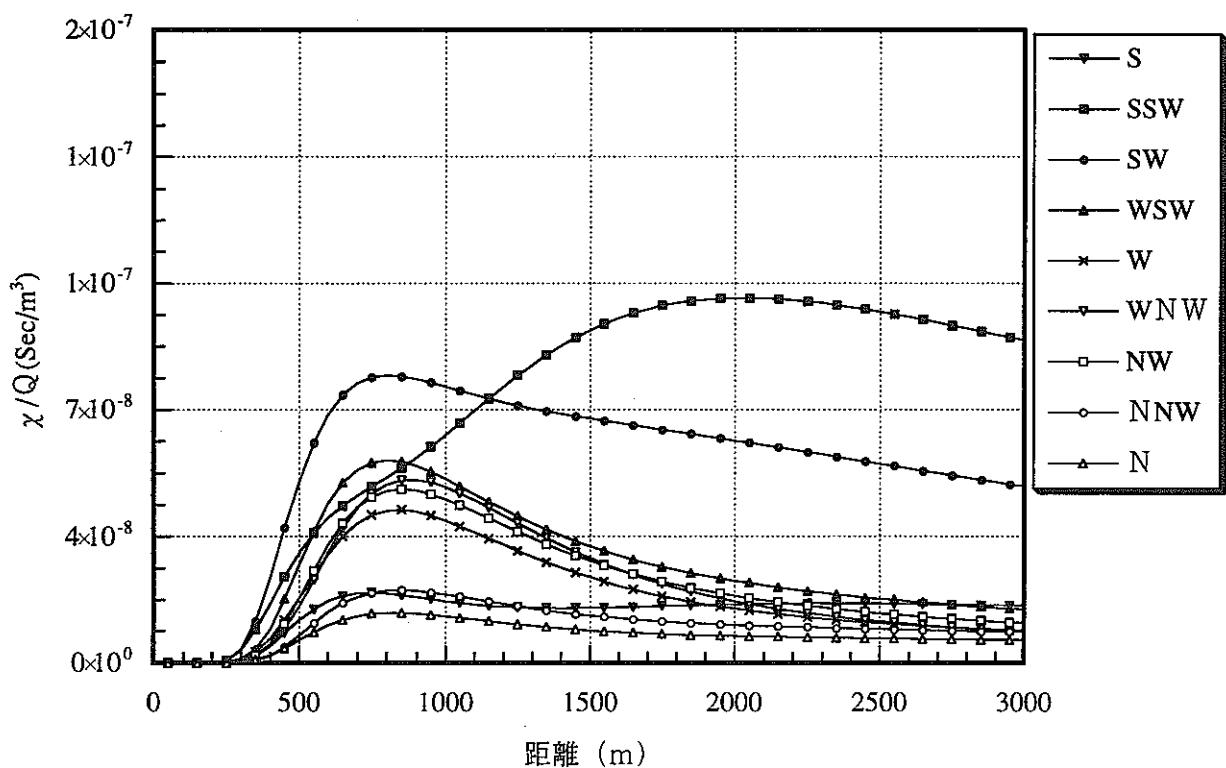
別図-11 1987年風下方位別相対濃度 (χ/Q)



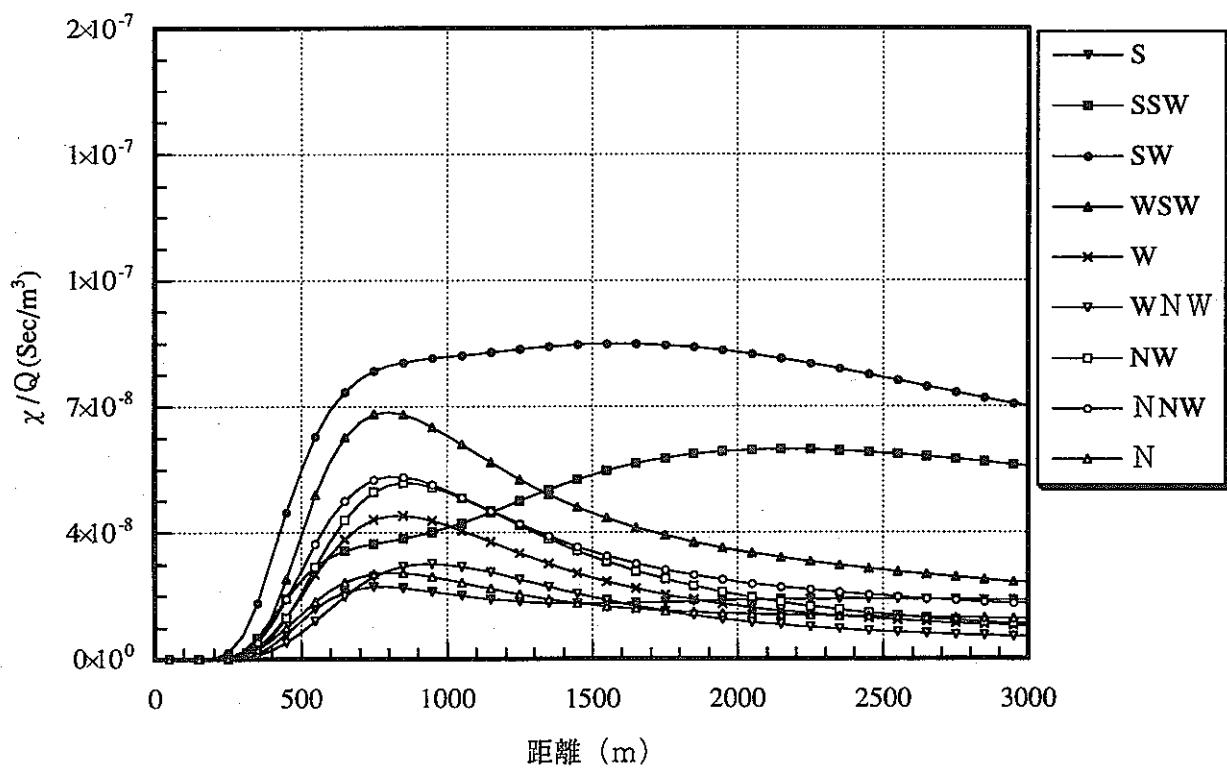
別図-30 1987年度風下方位別相対濃度 (χ/Q)



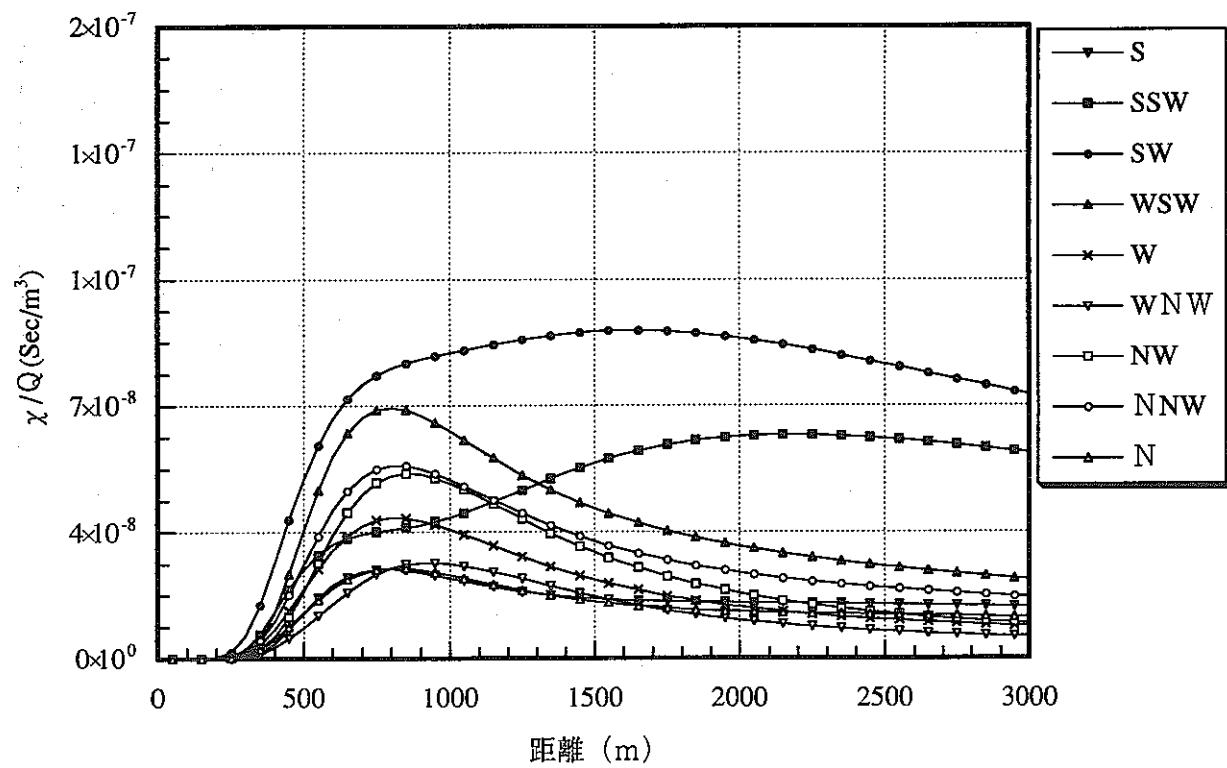
別図-12 1988年風下方位別相対濃度 (χ/Q)



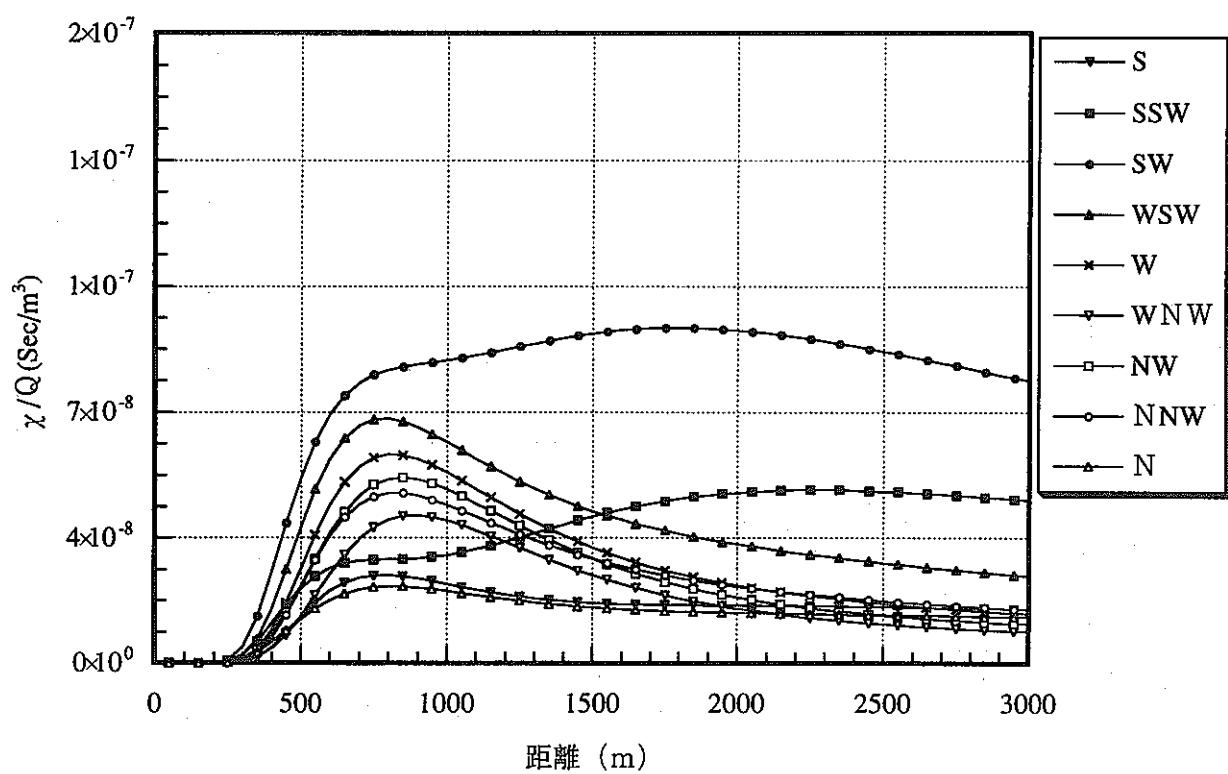
別図-31 1988年度風下方位別相対濃度 (χ/Q)



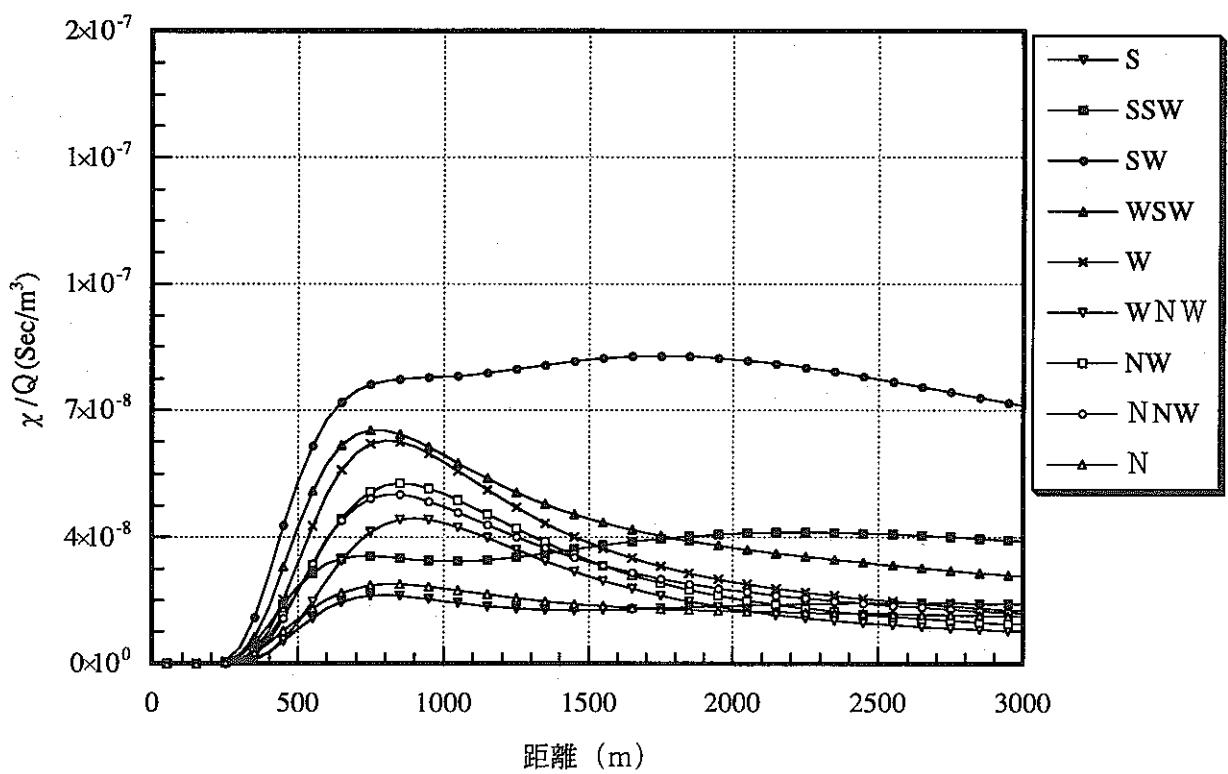
別図-13 1989年風下方位別相対濃度 (χ/Q)



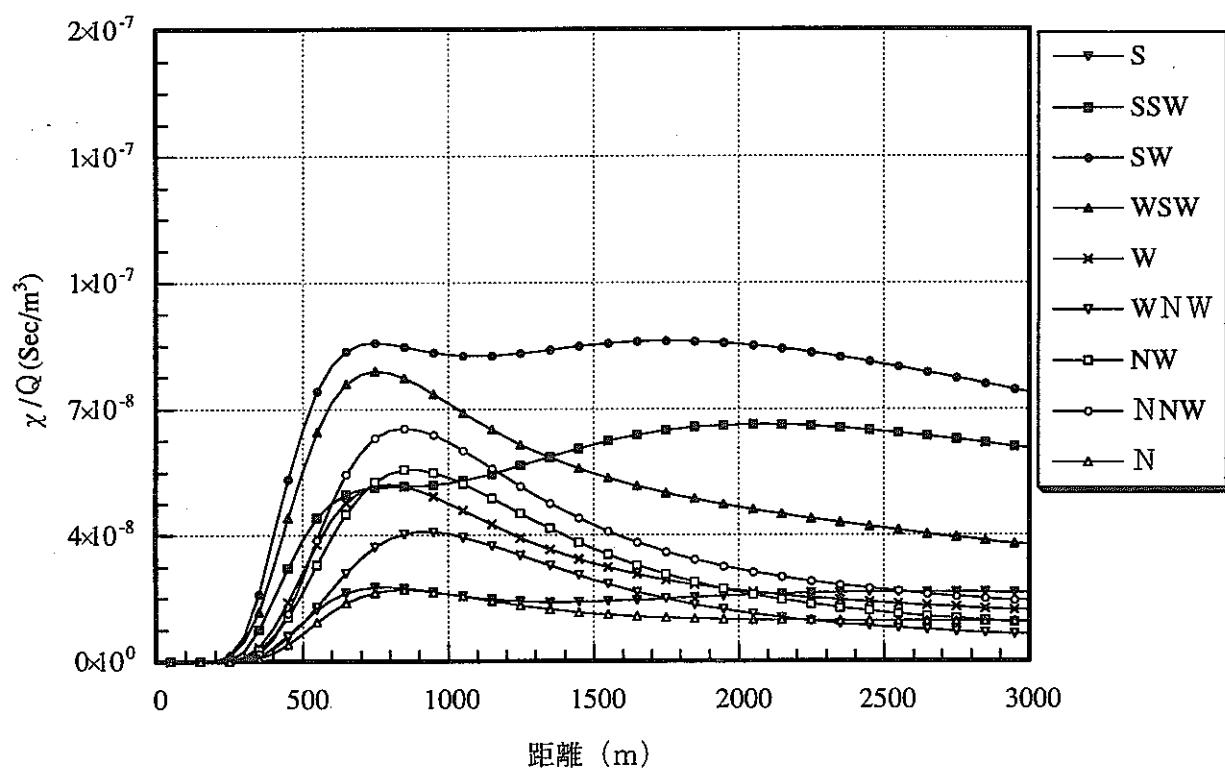
別図-32 1989年度風下方位別相対濃度 (χ/Q)



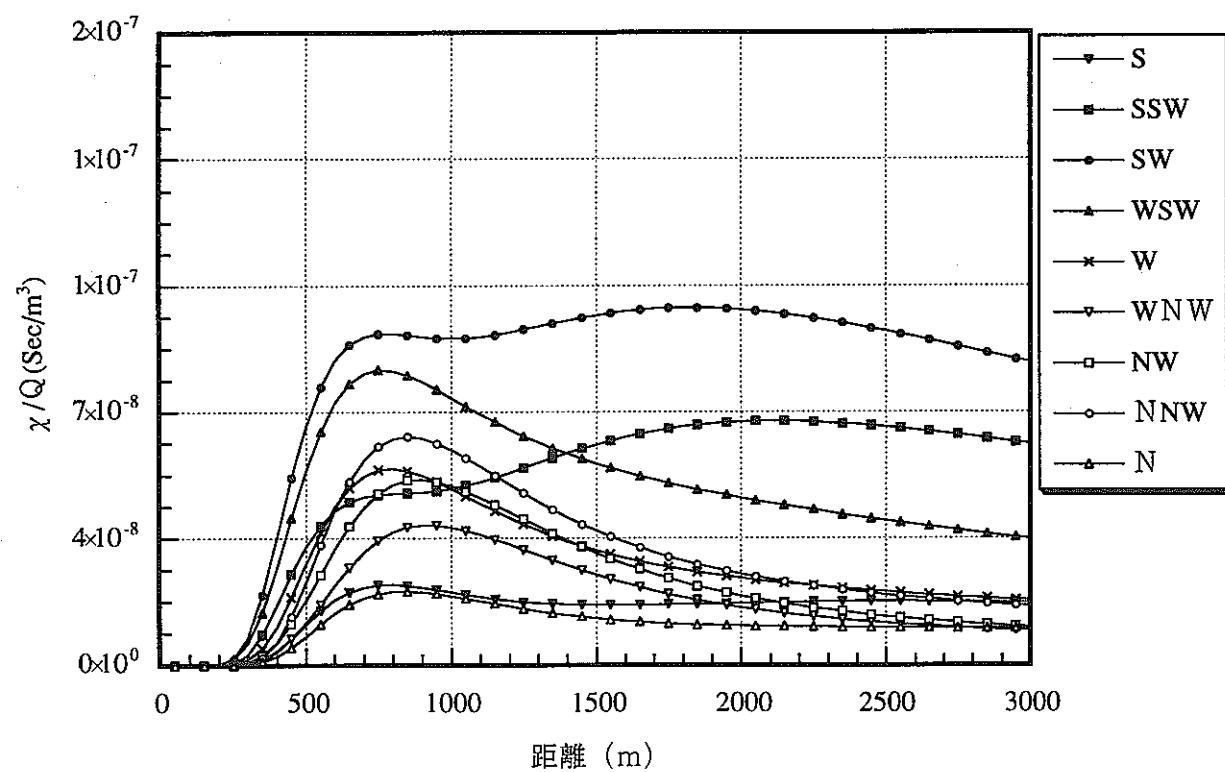
別図-14 1990年風下方位別相対濃度 (χ/Q)



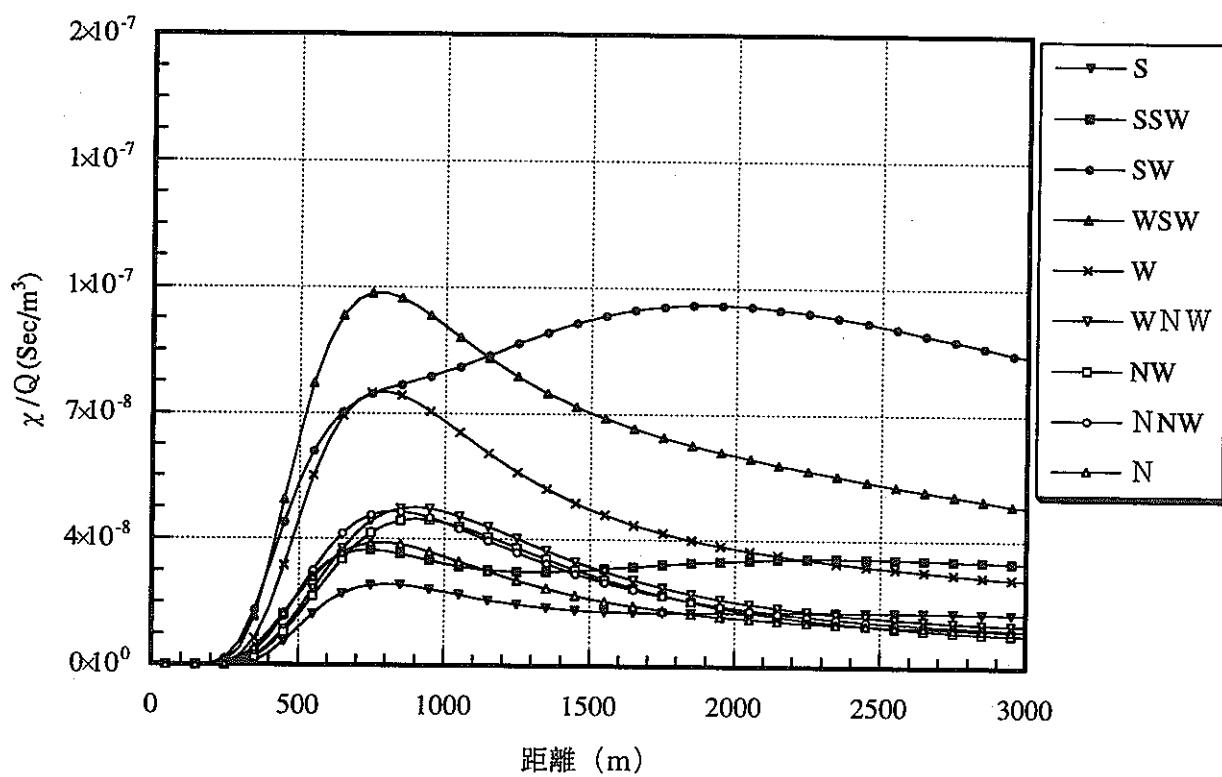
別図-33 1990年度風下方位別相対濃度 (χ/Q)



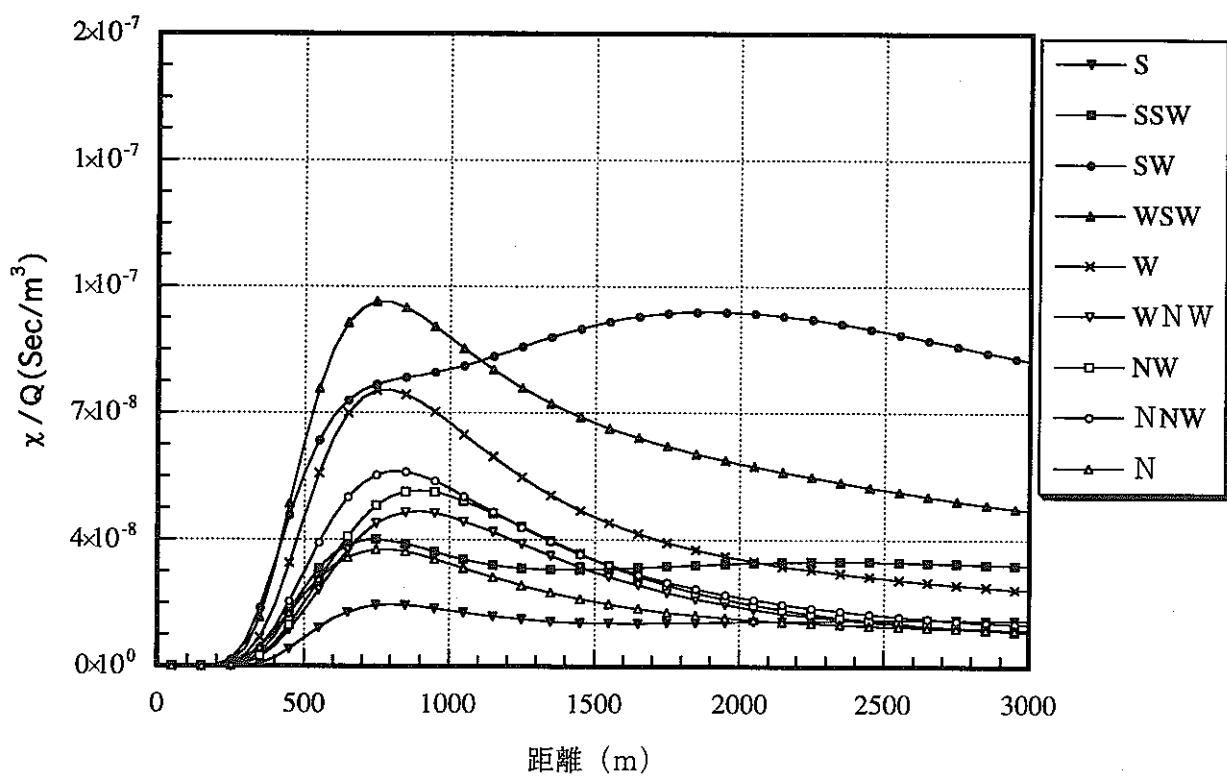
別図-15 1991年風下方位別相対濃度 (χ/Q)



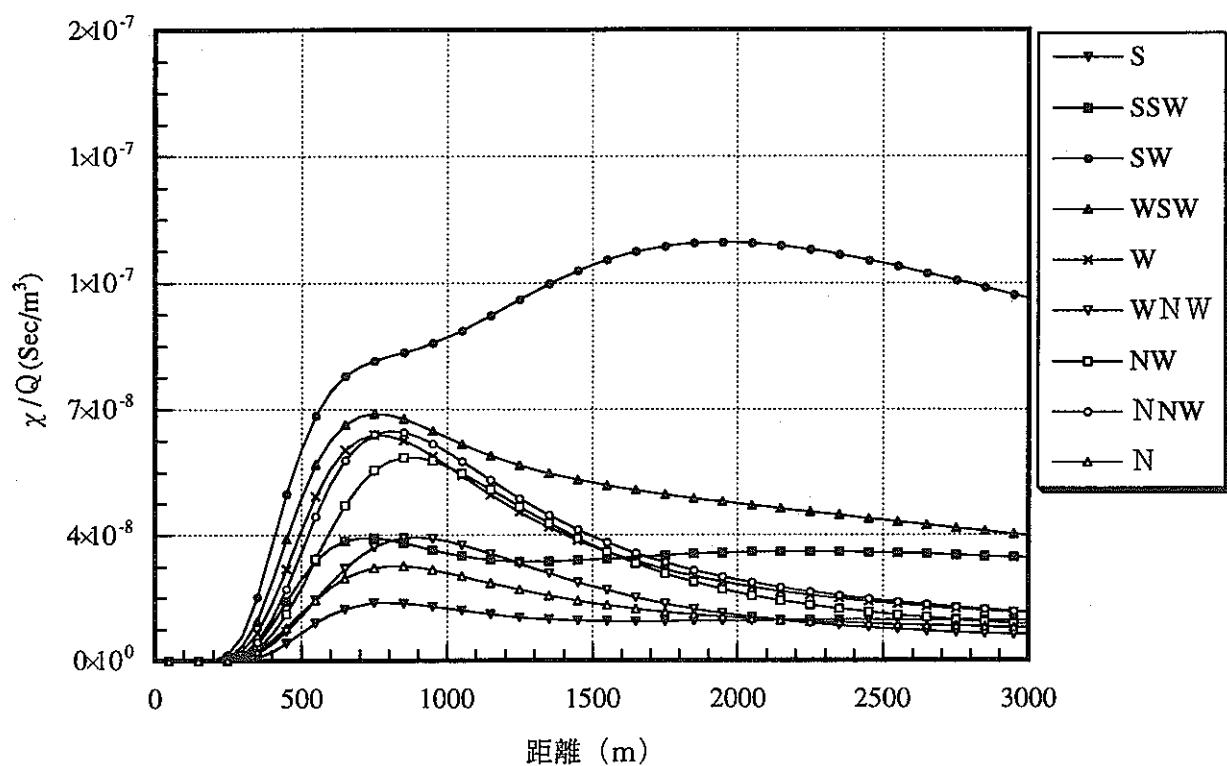
別図-34 1991年度風下方位別相対濃度 (χ/Q)



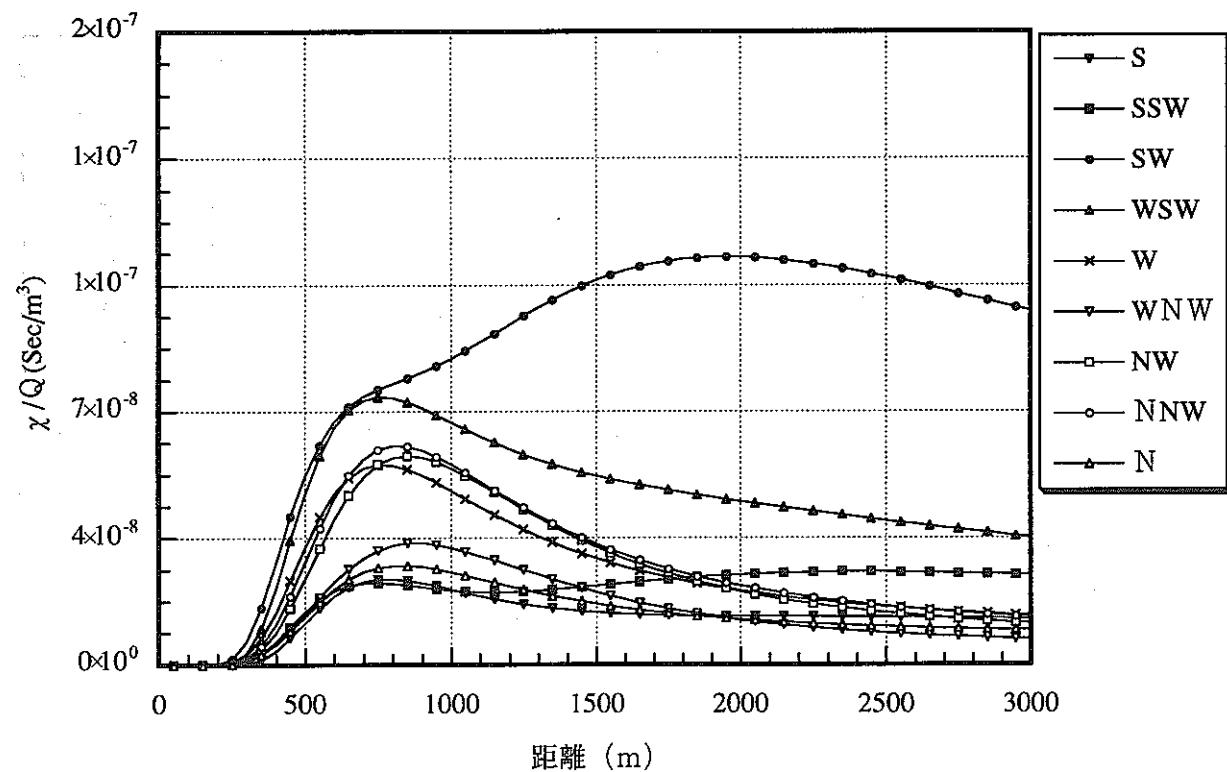
別図-16 1992年風下方位別相対濃度 (χ/Q)



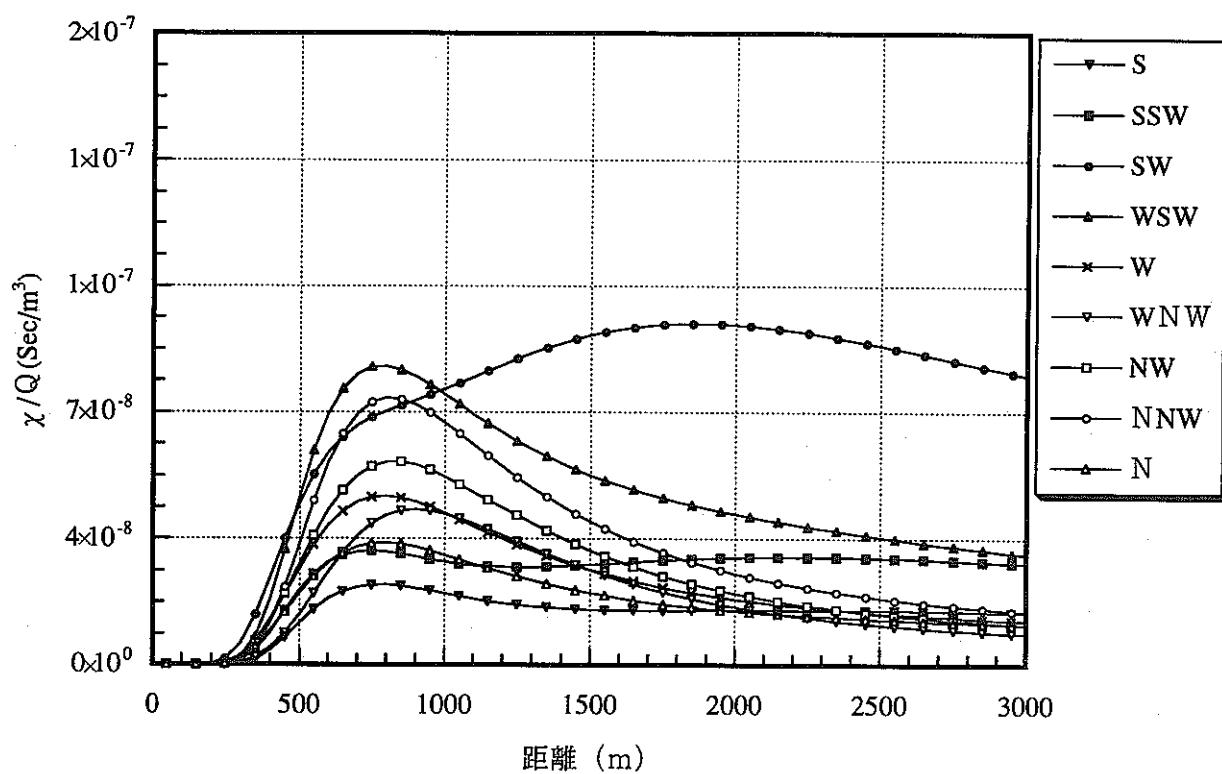
別図-35 1992年度風下方位別相対濃度 (χ/Q)



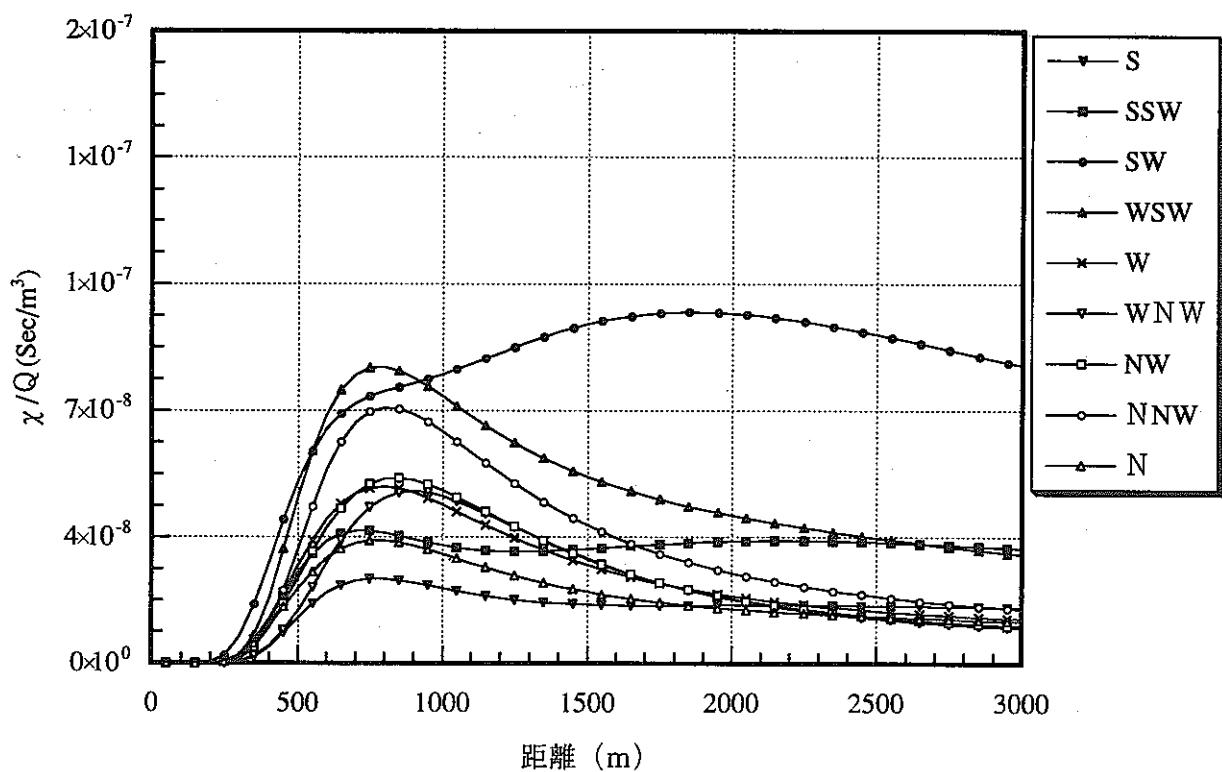
別図-17 1993年風下方位別相対濃度 (χ/Q)



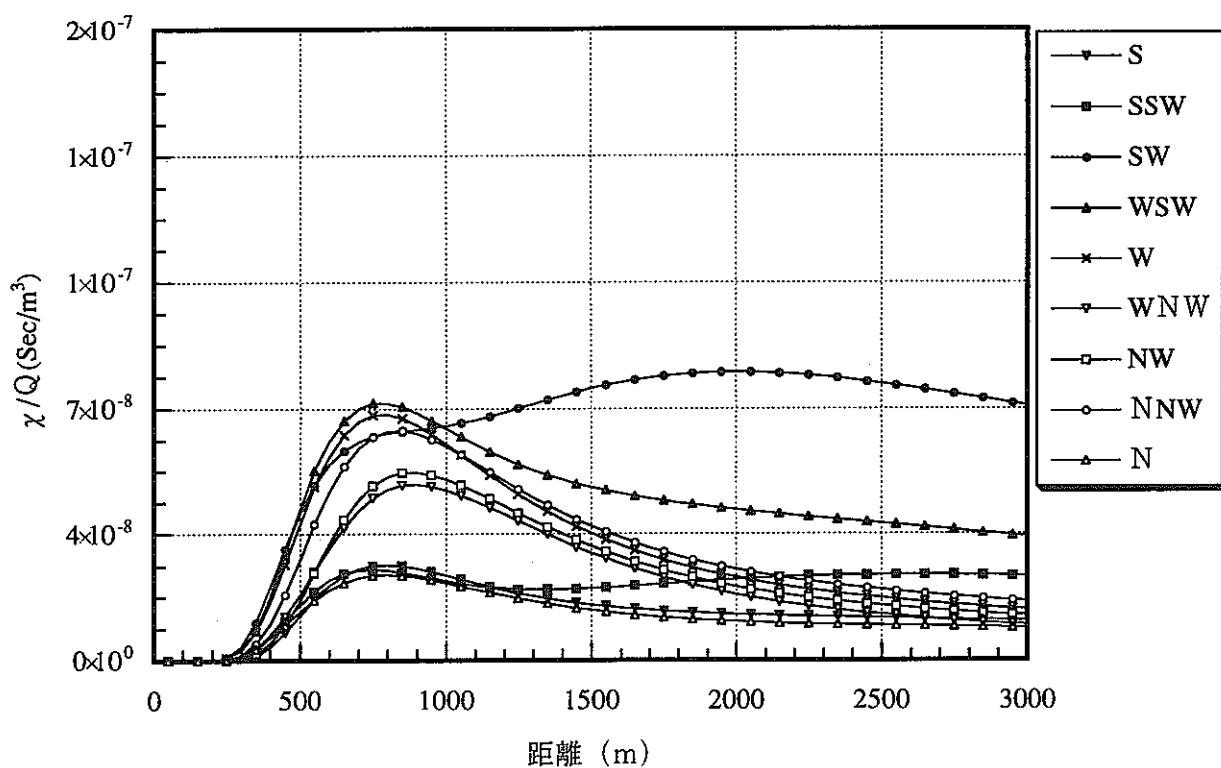
別図-36 1993年度風下方位別相対濃度 (χ/Q)



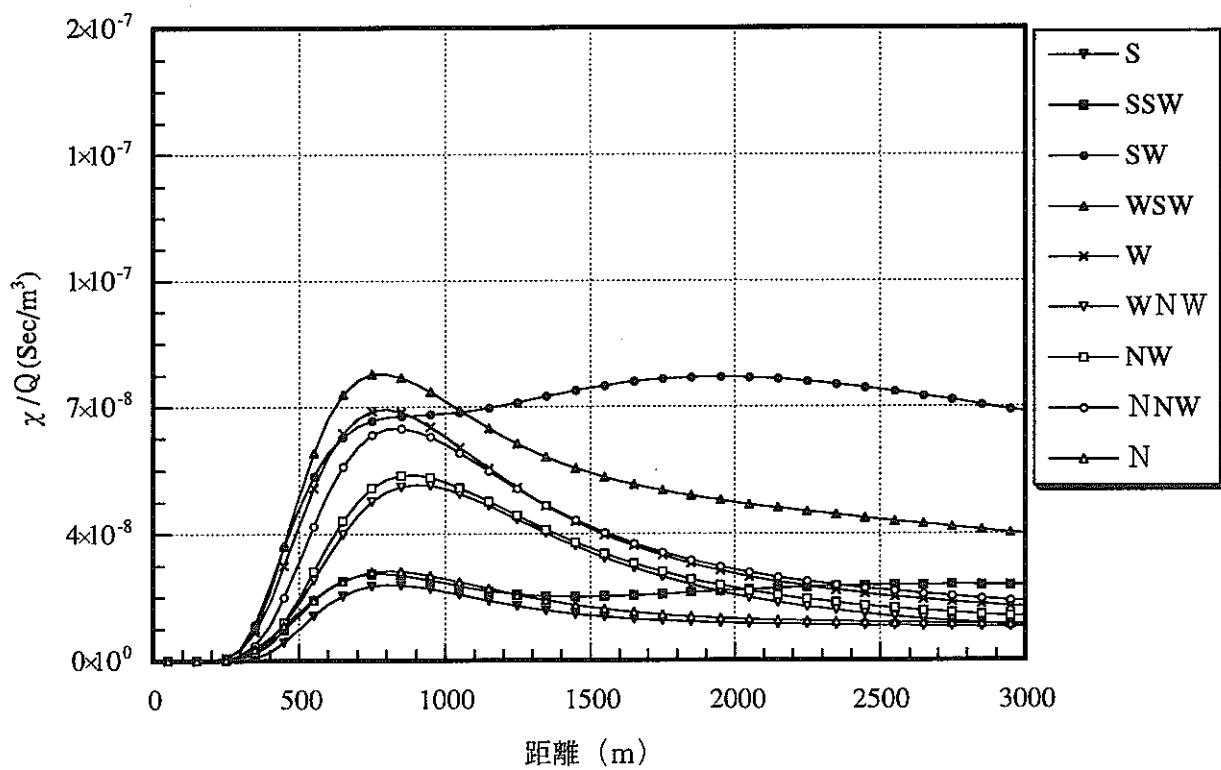
別図-18 1994年風下方位別相対濃度 (χ/Q)



別図-37 1994年度風下方位別相対濃度 (χ/Q)



別図-19 1995年風下方位別相対濃度 (χ/Q)



別図-38 1995年度風下方位別相対濃度 (χ/Q)