

研究報告

大気中有機化学物質実態調査

水谷博和、山川雅弘、山下晃、佐来栄治、
市岡高男、山本晃道、荒木恵一

有害大気汚染物質モニタリング調査の対象物質のうち、容器採取 - GC/MS法を用い測定を実施している9物質、並びに同時に測定可能な揮発性有機化合物33物質について調査を行った。

その結果、生産・使用が全廃された特定フロン等は、本調査対象地域内におけるバックグランド濃度が存在し、この濃度が地球全体のバックグランド濃度に近似していることが示唆された。特に四塩化炭素は、本調査対象地域の濃度が、 $0.60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、文献等における他の調査地点の濃度 ($0.59 \mu\text{g}/\text{m}^3 \sim 0.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$) の近傍にあった。

環境科学センターの屋上で採取した試料については、本調査対象地域内における他の調査地点と比較して全体的に検出濃度が高い傾向を示した。特にスチレンは、環境科学センターで特異的に高濃度で検出されており、その平均濃度は $4.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であった。

また、3調査地点において非メタン炭化水素と揮発性有機化合物42物質の炭素換算濃度の合計値に相関が認められた。

1.はじめに

平成6年度から、有害大気汚染物質（継続的に摂取される場合には人の健康を損なうおそれがある物質で大気汚染原因となるもの）問題について本格的な検討が開始され、平成8年1月には、中央環境審議会から「今後の有害大気汚染物質対策のあり方について」の中間答申が発表された。これを受けて、有害大気汚染物質対策が盛り込まれた「大気汚染防止法の一部を改正する法律」（以下 改正法）が平成8年5月9日に公布されている。

さらに改正法の施行のための必要な事項等を明らかにするため、中央審議会は、同年10月、12月に「今後の有害大気汚染物質対策のあり方について」の第二次、第三次答申を行った。第二次答申では、有害大気汚染物質に該当する可能性がある物質（以下 擬有害大気汚染物質）234物質、擬有害大気汚染物質のうち優先的に対策に取り組むべき物質（以下 優先取組物質）

22物質が示された¹⁾。

改正法において、国及び地方公共団体は有害大気汚染物質の大気汚染状況の把握に努めなければならないことが定められている（法第十八条の二十二及び二十三）¹⁾。現在、測定対象となっているのは優先取組物質の22物質であるが、他の擬有害大気汚染物質等についても調査を行うことは、改正法の趣旨を鑑み重要であるものと考えられる。

これらを受け、今回の調査では優先取組物質22物質のうち、容器採取 - GC/MS法で測定を実施している9物質、並びに同時にEPAのTO-14²⁾で測定可能な揮発性有機化合物³⁾（以下 VOCs）33物質についても調査を行ったので報告する。

2.調査概要

2.1 調査地点

調査は、大気常時監視測定局（下記に示す6局）及び三重県環境科学センター屋上（以下

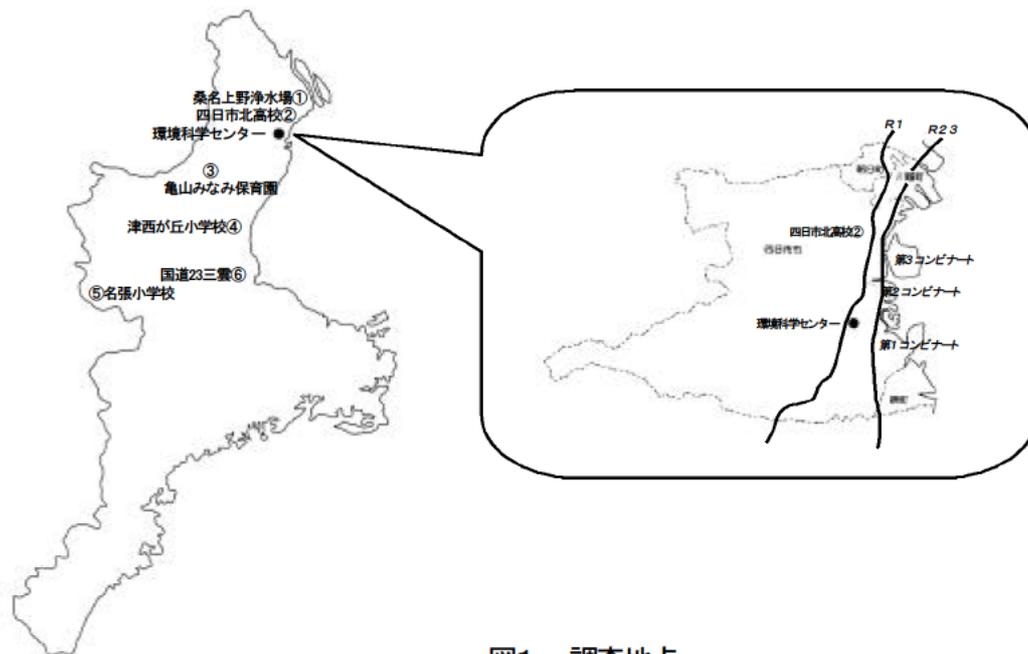


図1 調査地点

環境科学センター)で実施した。調査地点を図1に示した。

- (1) 桑名上野浄水場(一般環境測定局)
- (2) 四日市北高校(一般環境測定局)
- (3) 亀山みなみ保育園(一般環境測定局)
- (4) 津西が丘小学校(一般環境測定局)
- (5) 名張小学校(一般環境測定局)
- (6) 国道23号三雲(自動車排ガス測定局)

2.2 調査期間及び測定頻度

- ・大気常時監視測定局 [(1)~(6)]

平成9年10月から平成10年9月までの12ヶ月間、月に1回の頻度で24時間サンプリングを実施した。なお、平成10年6月については機器故障のため欠測となった。

- ・環境科学センター

平成9年12月から平成10年9月までの10ヶ月間、月に1回の頻度で24時間サンプリングを4日間連続して実施した。なお、平成10年6月については機器故障のため欠測となった。

2.3 調査対象物質

調査対象物質であるVOCs42物質を表1に示した。なお、1,3-キシレン及び1,4-キシレンは、GCによる分離が困難であるため、1,3-1,4-キシレン(No.31)とし、1物質として扱い定量を行った。

2.4 試料採取及び分析法

2.4.1 採取容器及び分析装置

試料採取容器 : Restek社製

SilcoCan™キャニスター(容量6L)

マスフローコントローラー : HEMMI SLIDE

RULE社製 PF5201A3155

試料加圧装置 : YOKOGAWA ANALYTICAL SYSTEMS社製

大気試料濃縮装置 : Entech社製
Entech7000

GC/MS : HEWLETT PACKARD社製
HP6890/HP5973

2.4.2 試料採取

キャニスターに、2~3ml/min程度の流量に設定されたマスフローコントローラーを取り付け、大気試料を24時間連続的に採取した。採取後、試料加圧装置を用い15psig程度まで加圧し、分析試料とした。

2.4.3 分析

分析試料の測定は、内部標準(フルオロベンゼン、トルエン-d8、クロロベンゼン-d5)法を用い行った。大気試料濃縮装置・GC/MS条件を表1に示した。

表1 調査対象物質及び大気試料濃縮装置・GC/MS条件

| 大気試料濃縮装置条件 | | |
|-----------------------|---|----------------|
| モジュ-ル1(ガラスビ-ズ) | 100ml/min,-155 (trap)~20 (desorb) | |
| モジュ-ル2(Tenax TA) | 10ml/min,-15 (trap)~180 (desorb) | |
| モジュ-ル3(ヒューズドリカ) | -160 (trap)~70 (desorb) | |
| GC条件 | | |
| カラム | HP-1 60m×0.32mm ,1.0µm | |
| カラム温度 | 40 (4min)~5 /min~140 ~15 /min~220 (2min) | |
| インジェクタ-温度 | 220 | |
| インタ-フェイス温度 | 260 | |
| キャリアガス | He,1.0ml/min | |
| MS条件 | | |
| イオン源温度 | 230 | |
| イオン化電圧 | 70eV | |
| 調査対象物質 | Target ion | Qualifiers ion |
| 1 フロン-12 | 85 | 87 |
| 2 クロロメタン | 50 | 52 |
| 3 フロン-114 | 85 | 87 |
| 4 ビニルクロライド | 62 | 64 |
| 5 1,3-ブタジエン | 54 | 53 |
| 6 プロモメタン | 94 | 96 |
| 7 クロロエタン | 64 | 66 |
| 8 フロン-11 | 101 | 103 |
| 9 アクリロニトリル | 52 | 53 |
| 10 1,1-ジクロロエチレン | 96 | 61 |
| 11 ジクロロメタン | 84 | 86 |
| 12 3-クロロ-1-プロペン | 76 | 41 |
| 13 フロン-113 | 151 | 153 |
| 14 1,1-ジクロロエタン | 63 | 83 |
| 15 cis-1,2-ジクロロエチレン | 96 | 61 |
| 16 クロロホルム | 83 | 85 |
| 17 1,2-ジクロロエタン | 62 | 98 |
| 18 1,1,1-トリクロロエタン | 97 | 99 |
| 19 ベンゼン | 78 | 77 |
| 20 四塩化炭素 | 117 | 119 |
| 21 1,2-ジクロロプロパン | 63 | 76 |
| 22 トリクロロエチレン | 95 | 130 |
| 23 cis-1,3-ジクロロプロペン | 75 | 110 |
| 24 trans-1,3-ジクロロプロペン | 75 | 110 |
| 25 1,1,2-トリクロロエタン | 83 | 97 |
| 26 トルエン | 92 | 91 |
| 27 1,2-ジプロモエタン | 107 | 109 |
| 28 テトラクロロエチレン | 166 | 129 |
| 29 クロロベンゼン | 112 | 77 |
| 30 エチルベンゼン | 91 | 106 |
| 31 1,3-14-キシレン | 91 | 106 |
| 32 スチレン | 104 | 78 |
| 33 1,1,2,2-テトラクロロエタン | 83 | 131 |
| 34 1,2-キシレン | 91 | 106 |
| 35 4-エチルトルエン | 105 | 120 |
| 36 1,3,5-トリメチルベンゼン | 105 | 120 |
| 37 1,2,4-トリメチルベンゼン | 105 | 120 |
| 38 1,3-ジクロロベンゼン | 146 | 111 |
| 39 1,4-ジクロロベンゼン | 146 | 111 |
| 40 1,2-ジクロロベンゼン | 146 | 111 |
| 41 1,2,4-トリクロロベンゼン | 180 | 182 |
| 42 ヘキサクロロ-1,3-ブタジエン | 225 | 260 |
| (S) フルオロベンゼン | 96 | - |
| (S) トルエン-d8 | 98 | - |
| (S) クロロベンゼン-d5 | 117 | - |

: 優先取組物質を示す

3. 結果及び考察

調査対象物質の定量下限、全地点を総合した平均濃度(20 1atm)、最大濃度及び最低濃度を表2に示した。定量下限(10)の算出にあたっては有害大気汚染物質の測定マニュアル¹⁾に準じ、検量線作成時の最低濃度である25pptv標準試料を7回繰り返し測定して大気濃度相当値を計算し、その標準偏差()から求めた。

3-クロロ-1-プロペン(No.12)、1,1-ジクロロエタン(No.14)、cis-1,2-ジクロロエチレン(No.15)、1,1,2-トリクロロエタン(No.25)、1,2-ジプロモエタン(No.27)、1,1,2,2-テトラクロロエタン(No.33)及びヘキサクロロ-1,3-ブタジエン(No.42)は、全ての試料について定量下限未満であった。

1,1-ジクロロエチレン(No.10)については、環境科学センターで採取した4月14日と9月14日の試料でそれぞれ0.020 µg/m³、0.028 µg/m³の濃度で検出された。それ以外は定量下限未満であった。

また、優先取組物質9種類(No.4, No.5, No.9, No.11, No.16, No.17, No.19, No.22, No.28)は、平成10年度モニタリング調査結果の発表がなされていないことから個々の物質の考察については省略し、後記、3.2の「VOCs42物質のトータルの評価」にのみデータを使用した。

上記を除く25物質について以降に記述する。

3.1 各物質の調査結果

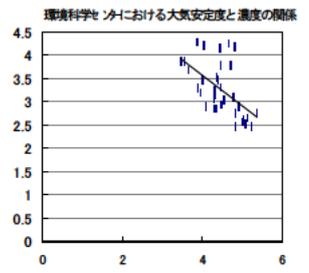
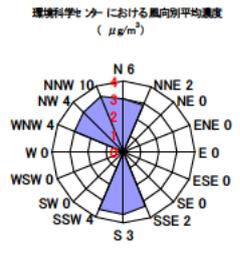
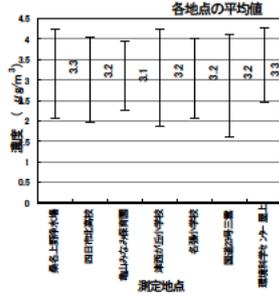
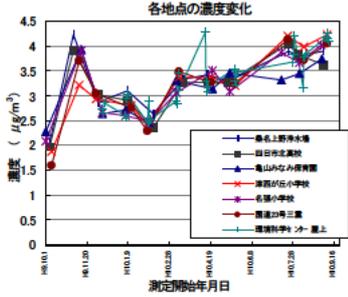
各調査地点の濃度変化(以下 濃度変化グラフ)、各調査地点の平均値(以下 平均グラフ)、環境科学センターにおける風向別平均濃度(以下 風向-濃度グラフ)及び環境科学センターにおける大気安定度と濃度の関係(以下 大気

表2 各物質の定量下限値及び平均濃度

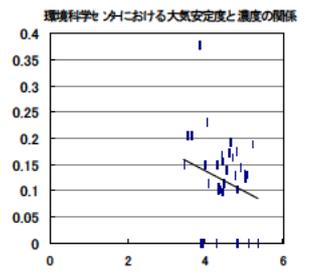
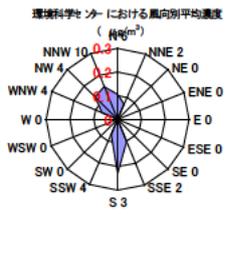
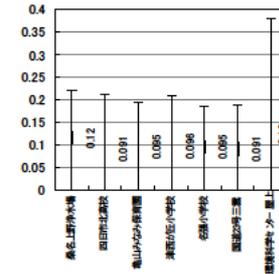
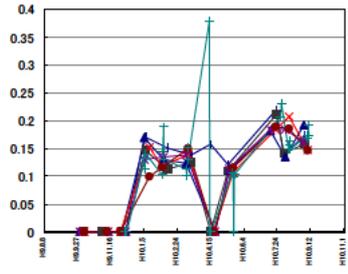
| No. | 物質名 | 化学式 | 定量下限 (0 (µg/m ³)) | 平均濃度 (µg/m ³) | 最大濃度 (µg/m ³) | 最低濃度 (µg/m ³) |
|-----|--------------------|---|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | フロン-12 | CCl ₂ F ₂ | 0.094 | 3.2 | 4.2 | 1.5 |
| 2 | クロロメタン | CH ₃ Cl | 0.058 | 2.3 | 8.6 | 1.0 |
| 3 | フロン-114 | C ₂ Cl ₂ F ₂ | 0.096 | 0.10 | 0.37 | N.D. |
| 4 | ビニルクロライド | C ₂ H ₃ Cl | | | | |
| 5 | 1,3-ブタジエン | 1,3-C ₄ H ₆ | | | | |
| 6 | プロモメタン | CH ₂ Br | 0.057 | 0.074 | 0.22 | N.D. |
| 7 | クロロエタン | C ₂ H ₅ Cl | 0.025 | 0.13 | 0.72 | N.D. |
| 8 | フロン-11 | CCl ₃ F | 0.072 | 1.6 | 2.2 | 0.75 |
| 9 | アクリロニトリル | C ₃ H _{3.5} CN | | | | |
| 10 | 1,1-ジクロロエチレン | 1,1-C ₂ H ₂ Cl ₂ | 0.017 | 0.000 | 0.028 | N.D. |
| 11 | ジクロロメタン | C ₂ H ₂ Cl ₂ | | | | |
| 12 | 3-クロロ-1-プロペン | 3-Cl-1-C ₃ H ₅ | 0.031 | N.D. | N.D. | N.D. |
| 13 | フロン-113 | C ₂ Cl ₃ F ₃ | 0.086 | 0.61 | 0.96 | 0.22 |
| 14 | 1,1-ジクロロエタン | 1,1-C ₂ H ₄ Cl ₂ | 0.035 | N.D. | N.D. | N.D. |
| 15 | cis-1,2-ジクロロエチレン | c-1,2-C ₂ H ₂ Cl ₂ | 0.042 | N.D. | N.D. | N.D. |
| 16 | クロロホルム | CHCl ₃ | | | | |
| 17 | 1,2-ジクロロエタン | 1,2-C ₂ H ₄ Cl ₂ | | | | |
| 18 | 1,1,1-トリクロロエタン | 1,1,1-C ₂ H ₃ Cl ₃ | 0.056 | 0.46 | 2.6 | 0.20 |
| 19 | ベンゼン | C ₆ H ₆ | | | | |
| 20 | 四塩化炭素 | CCl ₄ | 0.054 | 0.60 | 0.97 | 0.30 |
| 21 | 1,2-ジクロロプロパン | 1,2-C ₃ H ₅ Cl ₂ | 0.048 | 0.008 | 0.089 | N.D. |
| 22 | トリクロロエチレン | C ₂ HCl ₃ | | | | |
| 23 | cis-1,3-ジクロロプロペン | c-1,3-C ₃ H ₄ Cl ₂ | 0.038 | 0.011 | 0.19 | N.D. |
| 24 | trans-1,3-ジクロロプロペン | t-1,3-C ₃ H ₄ Cl ₂ | 0.028 | 0.006 | 0.15 | N.D. |
| 25 | 1,1,2-トリクロロエタン | 1,1,2-C ₂ H ₃ Cl ₃ | 0.066 | N.D. | N.D. | N.D. |
| 26 | トルエン | C ₆ H ₆ | 0.023 | 17 | 146 | 1.2 |
| 27 | 1,2-ジプロモエタン | 1,2-C ₂ H ₄ Br ₂ | 0.068 | N.D. | N.D. | N.D. |
| 28 | テトラクロロエチレン | C ₂ Cl ₄ | | | | |
| 29 | クロロベンゼン | C ₆ H ₅ Cl | 0.047 | 0.010 | 0.24 | N.D. |
| 30 | エチルベンゼン | (C ₂ H ₅) ₂ C ₆ H ₅ | 0.078 | 2.6 | 21 | 0.26 |
| 31 | 1,3-14-キシレン | m,p-C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂ | 0.073 | 1.9 | 10 | 0.17 |
| 32 | スチレン | C ₆ H ₅ CH=CH ₂ | 0.092 | 1.8 | 32 | N.D. |
| 33 | 1,1,2,2-テトラクロロエタン | 1,1,2,2-C ₂ H ₂ Cl ₄ | 0.042 | N.D. | N.D. | N.D. |
| 34 | 1,2-キシレン | o-C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂ | 0.070 | 1.1 | 6.1 | 0.13 |
| 35 | 4-エチルトルエン | 4-C ₂ H ₅ (C ₆ H ₅) | 0.034 | 0.59 | 2.2 | N.D. |
| 36 | 1,3,5-トリメチルベンゼン | 1,3,5-C ₆ H ₃ (CH ₃) ₃ | 0.011 | 0.41 | 1.9 | 0.023 |
| 37 | 1,2,4-トリメチルベンゼン | 1,2,4-C ₆ H ₃ (CH ₃) ₃ | 0.052 | 1.3 | 6.7 | N.D. |
| 38 | 1,3-ジクロロベンゼン | 1,3-C ₆ H ₄ Cl ₂ | 0.061 | 0.041 | 0.69 | N.D. |
| 39 | 1,4-ジクロロベンゼン | 1,4-C ₆ H ₄ Cl ₂ | 0.023 | 1.3 | 6.7 | 0.058 |
| 40 | 1,2-ジクロロベンゼン | 1,2-C ₆ H ₄ Cl ₂ | 0.056 | 0.051 | 0.93 | N.D. |
| 41 | 1,2,4-トリクロロベンゼン | 1,2,4-C ₆ H ₃ Cl ₃ | 0.034 | 0.022 | 0.28 | N.D. |
| 42 | ヘキサクロロ-1,3-ブタジエン | 1,3-C ₄ Cl ₆ | 0.039 | N.D. | N.D. | N.D. |

注: 平均濃度の算出にあたり、定量下限値未満の値は、"0"として扱った。
"N.D."は、定量下限値未満を示す。

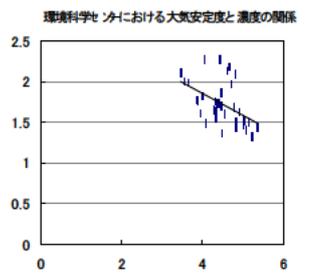
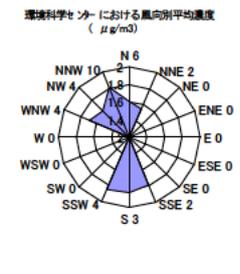
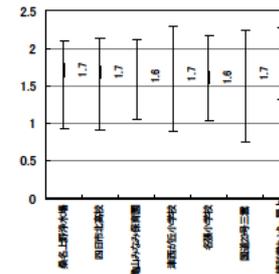
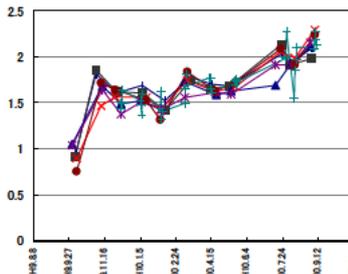
フロンー1 2 (No.1) [本文3.1.1]



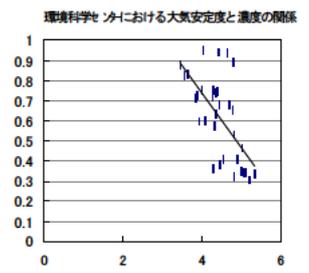
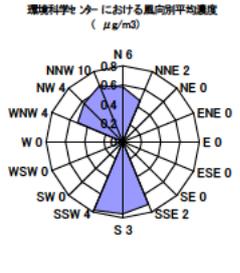
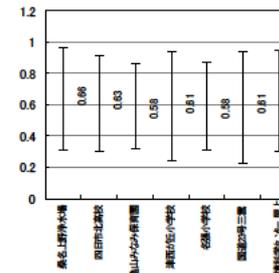
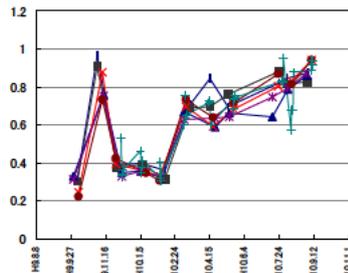
フロンー1 4 (No.3) [本文3.1.1]



フロンー1 1 (No.8) [本文3.1.1]



フロンー1 1 3 (No.13) [本文3.1.1]



1,1,1-トリクロロエタン (No.18) [本文3.1.1]

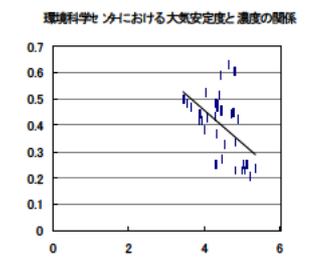
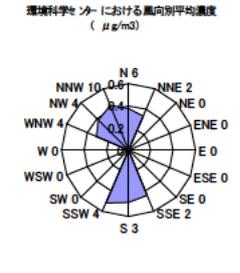
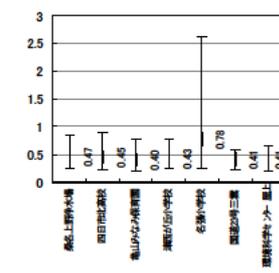
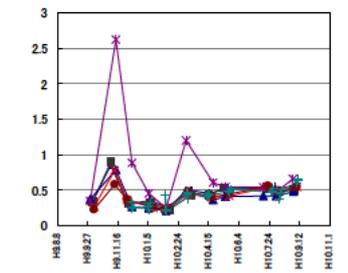
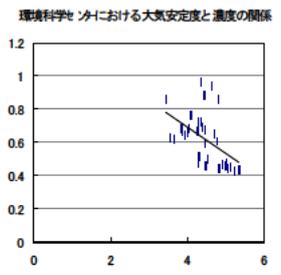
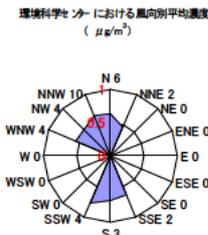
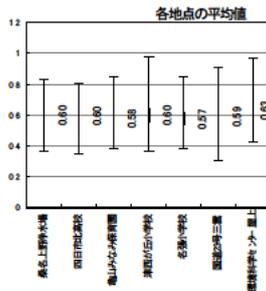
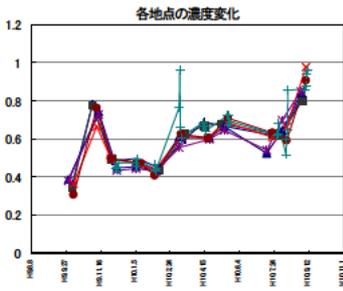
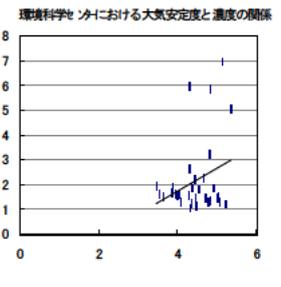
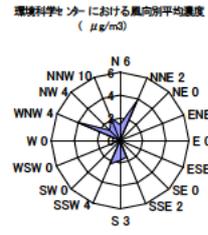
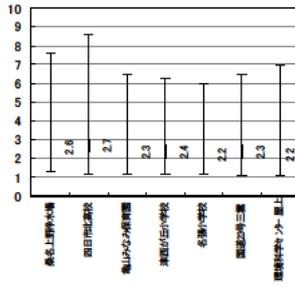
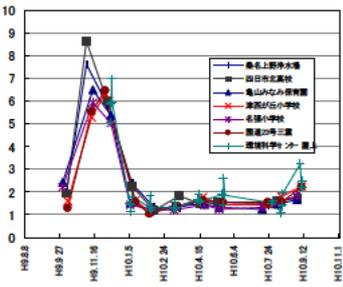


図2 各物質の調査結果 (1/5)

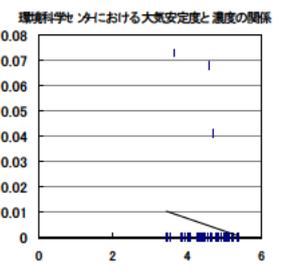
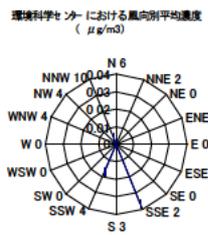
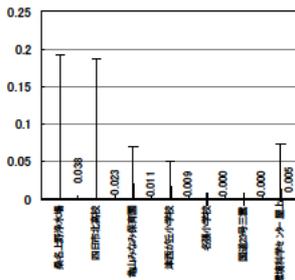
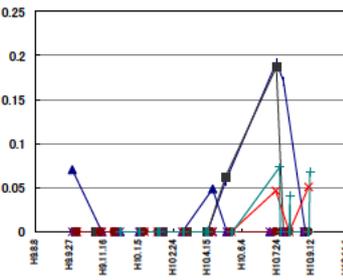
四塩化炭素 (No.20) [本文3.1.1]



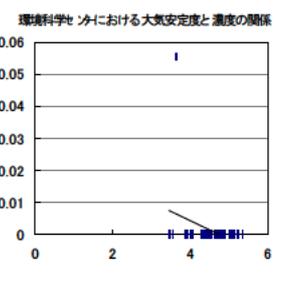
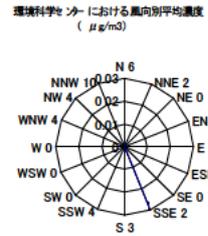
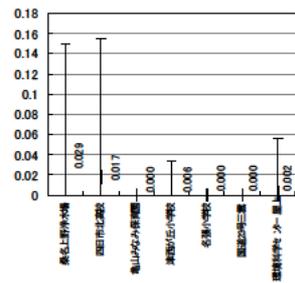
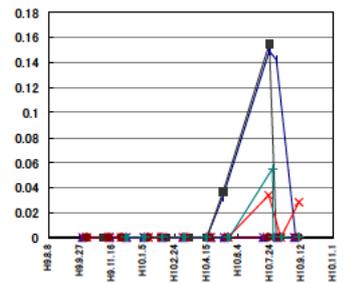
クロロメタン (No.2) [本文3.1.2]



cis-1,3-ジクロロプロペン (No.23) [本文3.1.3]



trans-1,3-ジクロロプロペン (No.24) [本文3.1.3]



ブロモメタン (No.6) [本文3.1.4]

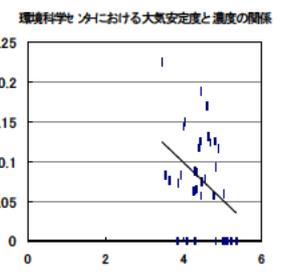
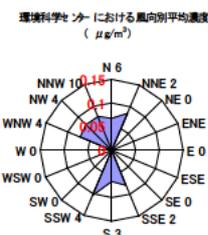
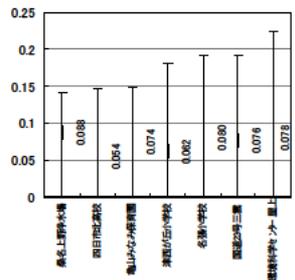
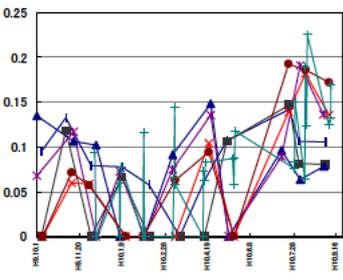
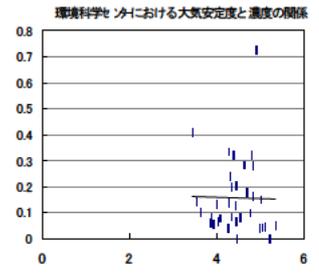
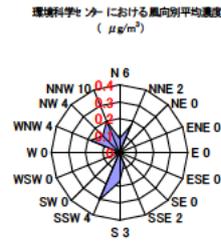
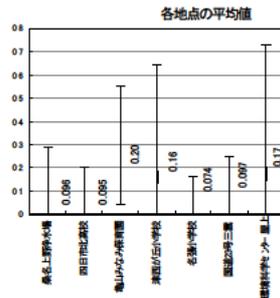
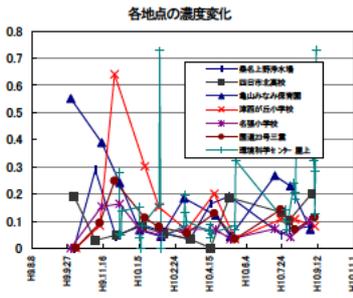
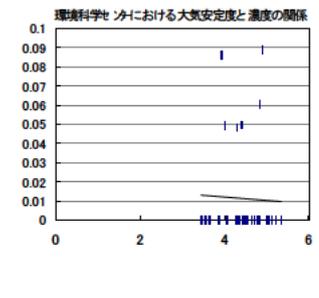
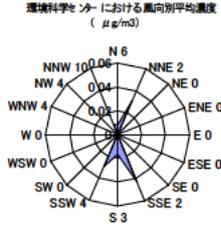
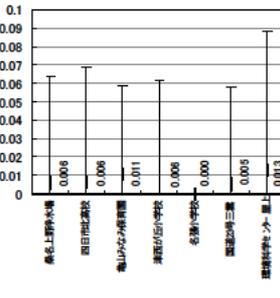
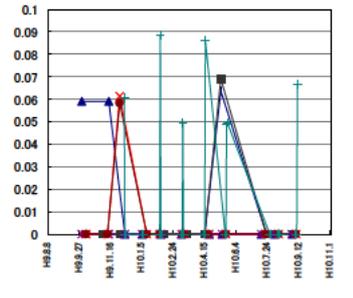


図2 各物質の調査結果 (2/5)

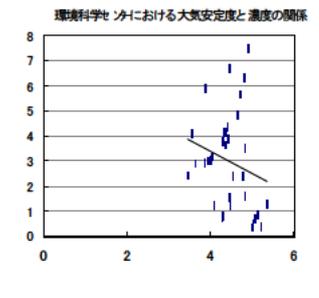
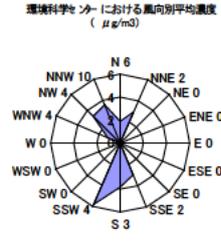
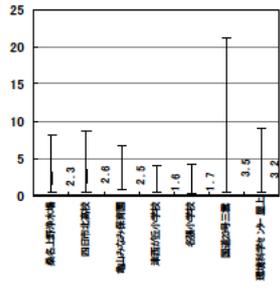
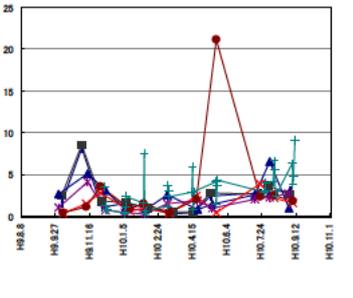
クロロエタン (No.7) [本文3.1.4]



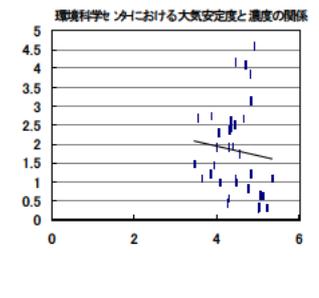
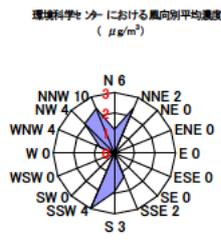
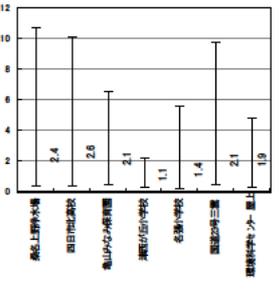
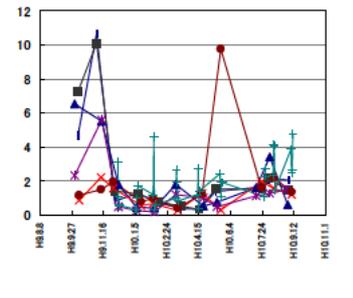
1,2-ジクロロプロパン (No.21) [本文3.1.4]



エチルベンゼン (No.30) [本文3.1.5]



1,3- 1,4-キシレン (No.31) [本文3.1.5]



1,2-キシレン (No.34) [本文3.1.5]

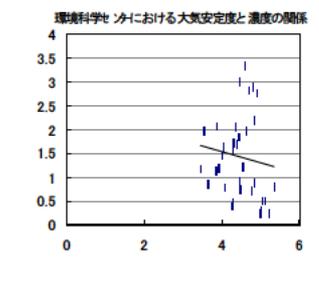
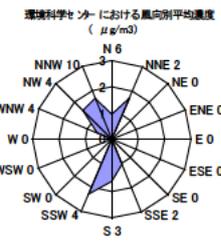
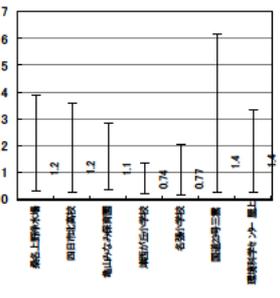
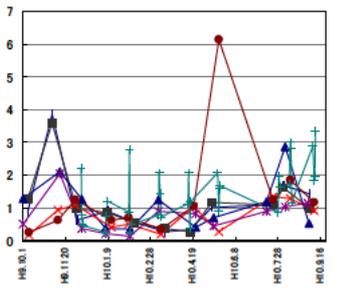
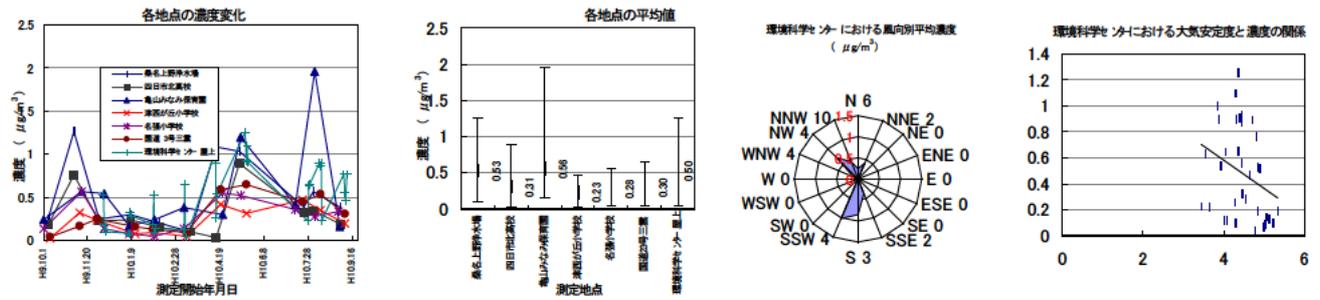
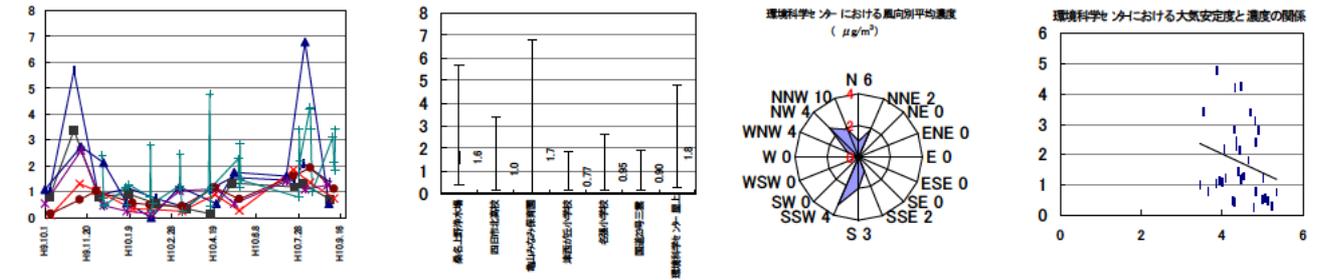


図2 各物質の調査結果 (3/5)

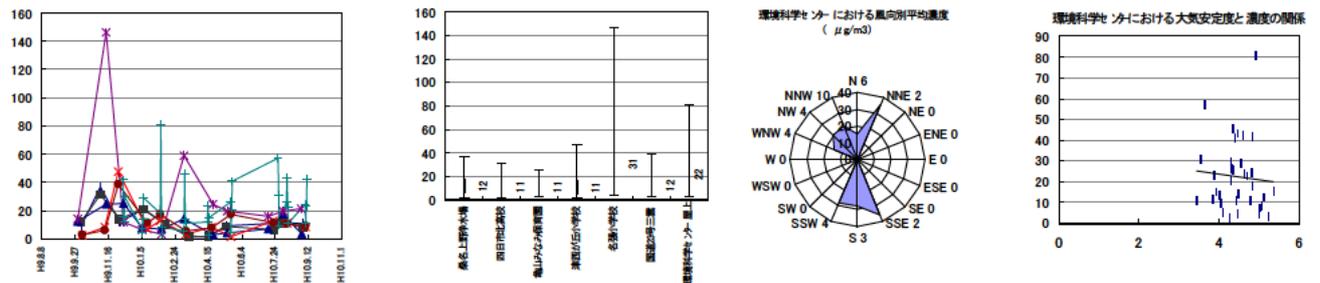
1,3,5-トリメチルベンゼン (No.36) [本文3.1.6]



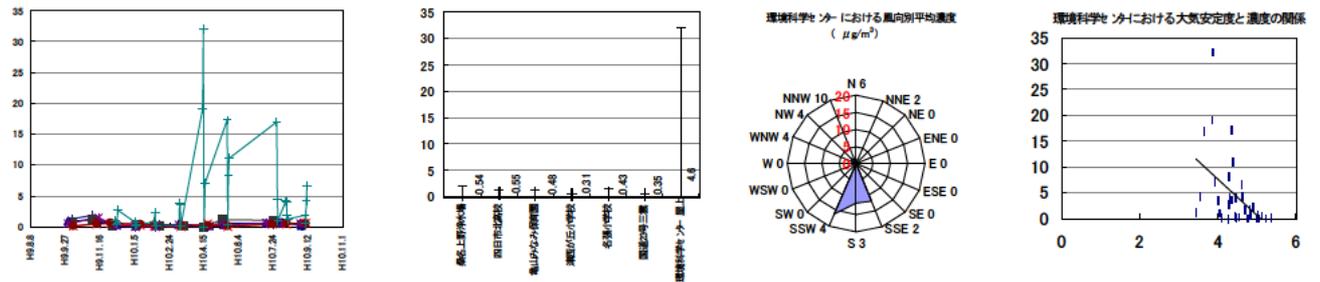
1,2,4-トリメチルベンゼン (No.37) [本文3.1.6]



トルエン (No.26) [本文3.1.7]



スチレン (No.32) [本文3.1.7]



4-エチルトルエン (No.35) [本文3.1.7]

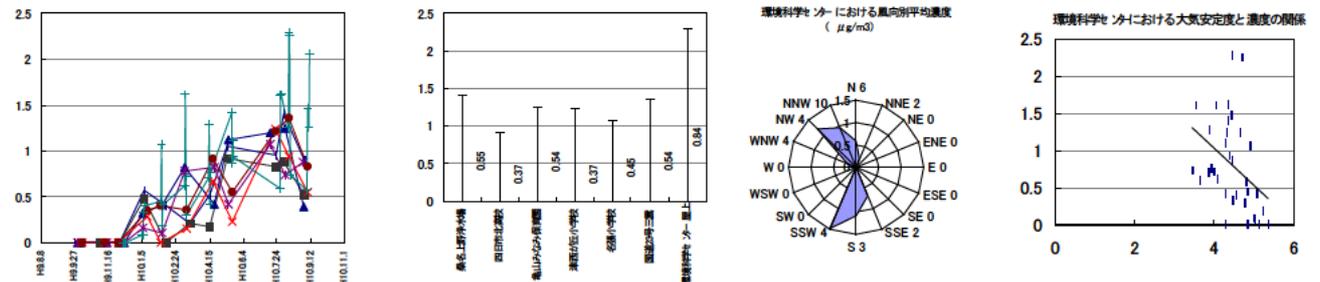
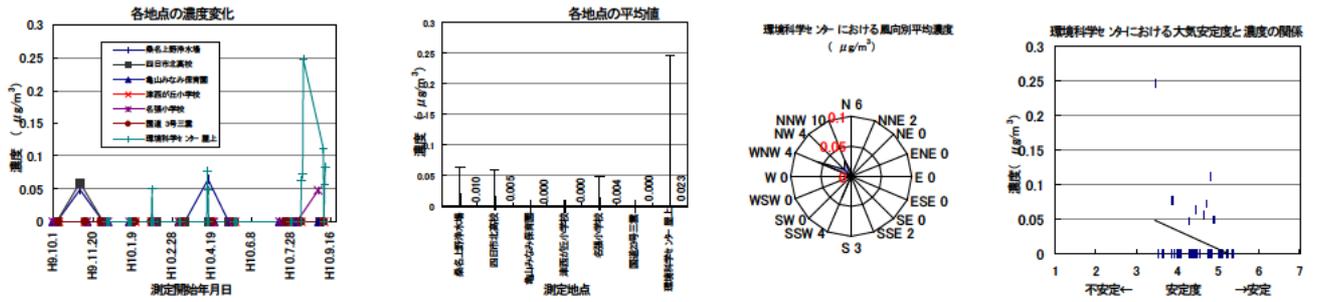
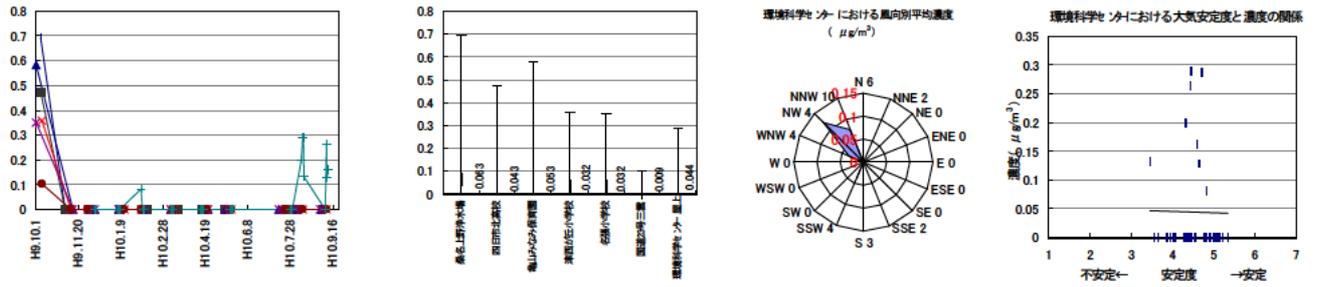


図2 各物質の調査結果 (4/5)

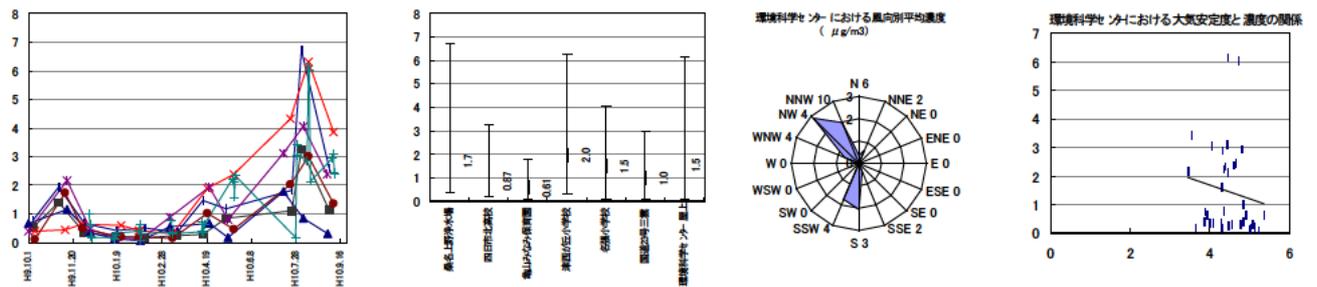
クロロベンゼン (No.29) [本文3.1.8]



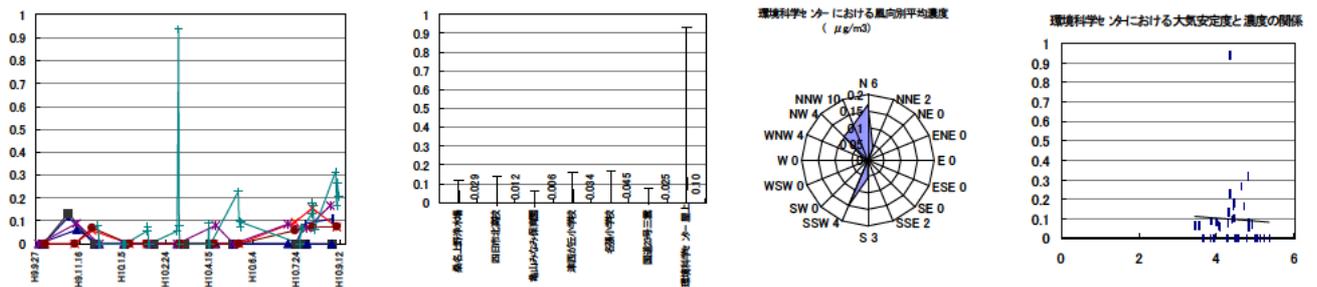
1,3-ジクロロベンゼン (No.38) [本文3.1.8]



1,4-ジクロロベンゼン (No.39) [本文3.1.8]



1,2-ジクロロベンゼン (No.40) [本文3.1.8]



1,2,4-トリクロロベンゼン (No.41) [本文3.1.8]

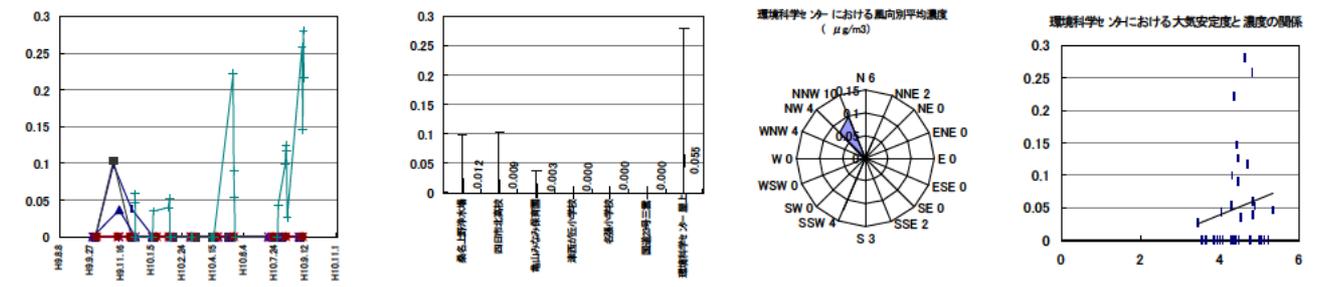


図2 各物質の調査結果 (5/5)

安定度 - 濃度グラフ) を図 2 に示した。

今回は、

(1) 環境科学センターでは、1ヶ月に4日間測定を実施していることからデータ数が多いが、他の測定地点では1ヶ月に1日間しか測定していないことからデータ数が少なく、傾向等を把握するのが困難である。

(2) 環境科学センターは、図 1 からわかるように東部に石油コンビナート、また交通量の多い国道に挟まれた位置にあることから、他の測定地点と比較して、検出される物質の種類や濃度変動に特異性がみられる。

この理由から、環境科学センターの調査結果のみに風向及び大気安定度の考察を加えることとした。

風向の決定にあたっては、環境科学センターに最も近い大気常時監視測定局である三浜小学校における1時間毎の風向データから、試料の採取時刻に対応する24データを抽出し、その内の最大出現風向を試料採取日の風向とした。その結果、風向は表 3 のとおり調査対象地域特有の北よりの風(N, NNE, WNW, NW, NNW)と南よりの風(SSE, S, SSW)に大別でき、特に冬期においては測定日の風向が全て北よりであった。

表 3 環境科学センターにおける卓越風

| | 東より風の日数 (SSE, S, SSW) | 北より風の日数 (N, NNE, WNW, NW, NNW) |
|------------|--------------------------|-----------------------------------|
| 冬期(12月～2月) | 0 | 11 |
| 春期(3月～5月) | 6 | 6 |
| 夏期(7月～8月) | 2 | 5 |
| 秋期(9月) | 1 | 3 |
| 計 | 9 | 25 |

また、大気安定度については、三浜小学校における1時間毎の風速データと環境科学センターで測定している日射量・放射収支量から、試料の採取時刻に対応する24データを抽出し、Pasquill安定度階級分類表⁴⁾に当てはめ、安定度を求めた。つぎに求めた安定度を便宜的に数値として置き換え(A=1、AB=1.5、B=2、BC=2.5、C=3、CD=3.5、D=4、E=5、F=6、G=7) 平均したものを試料採取日の大気安定度とした。その結

果、調査期間の大気安定度は中立(D=4)付近の3.4～5.4の範囲であった。

図 2 の大気安定度 - 濃度グラフは、上記により求めた大気安定度と濃度をプロットしたグラフであり、今回の調査結果においては、若干の相関傾向がみられる物質が存在したものの、データ数と相関係数等から判断して、明確な結果を得ることができなかった。したがって、今後、継続調査を実施し、データの蓄積を行い、その時点で評価を加えることとしたい。

3.1.1 フロン(No.1, No.3, No.8, No.13)、四塩化炭素(No.20)及び1,1,1-トリクロロエタン(No.18)

これらの6物質は、オゾン層保護の観点から1987年9月に採択されたモントリオール議定書に基づき生産、消費量の削減がなされ、1992年11月にはモントリオール議定書第4回締約国会合で規制スケジュールの前倒しが行われ、1996年1月1日以降生産・消費が禁止された⁵⁾。したがって現在ではこれらの6物質は、排出源が非常に少なく地球全体のバックグランド濃度が存在する物質であるといわれている⁶⁾。

3.1.1.1 各調査地点における濃度推移

濃度変化グラフにおいて、調査地点間で濃度変化に類似性が観察されることから、各調査地点の同一月のデータを便宜的に対応させ、相関係数を求めた。その結果を表 4 に示した。調査地点間の相関係数の平均値は、フロン - 1 2 (No.1) : 0.85、フロン - 1 1 4 (No.3) : 0.65、フロン - 1 1 (No.8) : 0.88、フロン - 1 1 3 (No.13) : 0.92、四塩化炭素(No.20) : 0.92及び1,1,1-トリクロロエタン(No.18) : 0.82であり、フロン - 1 1 4 (No.3)を除いて非常に高い相関を示した。フロン - 1 1 4 (No.3)については、環境科学センターにおける挙動が他の調査地点と異なったため相関が低下したものであり、環境科学センターを除いた相関係数の平均値は0.90であった。また、図 2 の平均グラフから1,1,1-トリクロロエタン(No.18)の名張小学校の結果を除き、それぞれの物質について平均値が近似

表4 地点間における相関係数

フロン - 12 (No.1)

| | 桑名 上野浄水場 | 四日市 北高校 | 亀山 みなみ保育園 | 津 西が丘小学校 | 名張 小学校 | 国道23号 三雲 | 環境科学 センター-屋上 |
|-------------|-------------|------------|--------------|-------------|-----------|-------------|-----------------|
| 桑名上野浄水場 | | | | | | | |
| 四日市北高校 | 0.966 | | | | | | |
| 亀山みなみ保育園 | 0.933 | 0.883 | | | | | |
| 津西が丘小学校 | 0.860 | 0.905 | 0.783 | | | | |
| 名張小学校 | 0.960 | 0.932 | 0.912 | 0.903 | | | |
| 国道23号三雲 | 0.938 | 0.967 | 0.872 | 0.958 | 0.931 | | |
| 環境科学センター-屋上 | 0.715 | 0.612 | 0.729 | 0.692 | 0.830 | 0.677 | |

フロン - 113 (No.13)

| | 桑名 上野浄水場 | 四日市 北高校 | 亀山 みなみ保育園 | 津 西が丘小学校 | 名張 小学校 | 国道23号 三雲 | 環境科学 センター-屋上 |
|-------------|-------------|------------|--------------|-------------|-----------|-------------|-----------------|
| 桑名上野浄水場 | | | | | | | |
| 四日市北高校 | 0.972 | | | | | | |
| 亀山みなみ保育園 | 0.935 | 0.942 | | | | | |
| 津西が丘小学校 | 0.947 | 0.968 | 0.977 | | | | |
| 名張小学校 | 0.960 | 0.967 | 0.983 | 0.982 | | | |
| 国道23号三雲 | 0.918 | 0.951 | 0.950 | 0.974 | 0.971 | | |
| 環境科学センター-屋上 | 0.824 | 0.856 | 0.770 | 0.824 | 0.822 | 0.869 | |

フロン - 114 (No.3)

| | 桑名 上野浄水場 | 四日市 北高校 | 亀山 みなみ保育園 | 津 西が丘小学校 | 名張 小学校 | 国道23号 三雲 | 環境科学 センター-屋上 |
|-------------|-------------|------------|--------------|-------------|-----------|-------------|-----------------|
| 桑名上野浄水場 | | | | | | | |
| 四日市北高校 | 0.826 | | | | | | |
| 亀山みなみ保育園 | 0.816 | 0.977 | | | | | |
| 津西が丘小学校 | 0.770 | 0.960 | 0.937 | | | | |
| 名張小学校 | 0.789 | 0.973 | 0.958 | 0.988 | | | |
| 国道23号三雲 | 0.762 | 0.954 | 0.914 | 0.976 | 0.987 | | |
| 環境科学センター-屋上 | 0.604 | -0.060 | -0.097 | -0.102 | -0.108 | -0.089 | |

1,1,1-トリクロロエタン (No.18)

| | 桑名 上野浄水場 | 四日市 北高校 | 亀山 みなみ保育園 | 津 西が丘小学校 | 名張 小学校 | 国道23号 三雲 | 環境科学 センター-屋上 |
|-------------|-------------|------------|--------------|-------------|-----------|-------------|-----------------|
| 桑名上野浄水場 | | | | | | | |
| 四日市北高校 | 0.983 | | | | | | |
| 亀山みなみ保育園 | 0.956 | 0.948 | | | | | |
| 津西が丘小学校 | 0.951 | 0.941 | 0.915 | | | | |
| 名張小学校 | 0.787 | 0.818 | 0.845 | 0.782 | | | |
| 国道23号三雲 | 0.825 | 0.799 | 0.764 | 0.916 | 0.562 | | |
| 環境科学センター-屋上 | 0.785 | 0.857 | 0.865 | 0.852 | 0.351 | 0.896 | |

フロン - 11 (No.8)

| | 桑名 上野浄水場 | 四日市 北高校 | 亀山 みなみ保育園 | 津 西が丘小学校 | 名張 小学校 | 国道23号 三雲 | 環境科学 センター-屋上 |
|-------------|-------------|------------|--------------|-------------|-----------|-------------|-----------------|
| 桑名上野浄水場 | | | | | | | |
| 四日市北高校 | 0.979 | | | | | | |
| 亀山みなみ保育園 | 0.928 | 0.868 | | | | | |
| 津西が丘小学校 | 0.937 | 0.898 | 0.930 | | | | |
| 名張小学校 | 0.938 | 0.900 | 0.944 | 0.957 | | | |
| 国道23号三雲 | 0.977 | 0.966 | 0.934 | 0.961 | 0.929 | | |
| 環境科学センター-屋上 | 0.770 | 0.734 | 0.598 | 0.777 | 0.796 | 0.776 | |

四塩化炭素 (No.20)

| | 桑名 上野浄水場 | 四日市 北高校 | 亀山 みなみ保育園 | 津 西が丘小学校 | 名張 小学校 | 国道23号 三雲 | 環境科学 センター-屋上 |
|-------------|-------------|------------|--------------|-------------|-----------|-------------|-----------------|
| 桑名上野浄水場 | | | | | | | |
| 四日市北高校 | 0.993 | | | | | | |
| 亀山みなみ保育園 | 0.957 | 0.951 | | | | | |
| 津西が丘小学校 | 0.911 | 0.903 | 0.946 | | | | |
| 名張小学校 | 0.942 | 0.930 | 0.985 | 0.947 | | | |
| 国道23号三雲 | 0.968 | 0.973 | 0.954 | 0.956 | 0.929 | | |
| 環境科学センター-屋上 | 0.882 | 0.911 | 0.854 | 0.825 | 0.753 | 0.897 | |

していることがわかる。以上の結果から6物質には調査対象地域内のバックグランド濃度が存在することが示唆された。なお、フロン - 114 (No.3)の挙動が環境科学センターで、1,1,1-トリクロロエタン(No.18)の挙動が名張小学校でそれぞれ他の調査地点と異なった点については、付近に発生源が存在する可能性が考えられる。

つぎに今回の測定結果(H9~H10)、地球全体のバックグランド濃度(H5~H7)⁶⁾、神奈川県臨海地区における環境濃度(H6)⁷⁾及び札幌市内に

における環境濃度(H4~H9)⁸⁾を比較したものを表5に示した。調査地点間で調査期間が若干異なるものの全体的に同濃度レベルにあり、特にフロン - 112 (No.1)及び四塩化炭素(No.20)は、調査地点間における濃度が近傍にあった。以上から今回測定した6物質について、本調査対象地域のバックグランド濃度が、地球全体のバックグランド濃度に近似していることが示唆された。

また、6物質の各調査地点ごとの変動係数を算出し、その平均値を求めたところ、フロン -

表5 フロン等の環境濃度の比較

| No. | 物質名 | 調査結果の 総合平均濃度 | 地球全体のバック グラウンド平均濃度 | 神奈川県臨海地区 における平均環境濃度 | 札幌市内 Sate A (中央値) Sate B (中央値) | |
|-----|----------------|--|---|--------------------------------------|---|---|
| | | (H9~H10) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | (H5~H7) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | (H6) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | (H4~H9) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | (H4~H9) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
| 1 | フロン-12 | 3.2 | 2.8 | 3.2 | - | - |
| 3 | フロン-114 | 0.10 | - | - | - | - |
| 8 | フロン-11 | 1.6 | 1.8 | 3.0 | - | - |
| 13 | フロン-113 | 0.61 | - | 1.3 | - | - |
| 18 | 1,1,1-トリクロロエタン | 0.46 | 1.1 | 3.7 | 0.84 | 0.68 |
| 20 | 四塩化炭素 | 0.60 | 0.75 | 0.68 | 0.69 | 0.59 |

12 (No.1) : 21%、フロン - 114 (No.3) : 79%、フロン - 11 (No.8) : 19%、フロン - 113 (No.13) : 36%、四塩化炭素 (No.20) : 26%及び1,1,1-トリクロロエタン (No.18) : 42%であった。機器を導入し、測定を開始した平成9年10月~12月で変動幅が特に大きく、今後、実際にこの程度の変動係数で推移するのか、または測定誤差によるものであるのか等について、モニタリング調査を続けることにより評価する必要があると思われる。なお、フロン - 114 (No.3)が79%と高い変動係数を示した原因として検出値が定量下限値付近であり、また定量下限値未満の試料が多く存在したことによるものであると考えられる。

3.1.1.2 風向別平均濃度

風向 - 濃度グラフは、環境科学センターにおいて風向別に出現した物質の濃度の平均値を示したものであり、風向表示右隣の数字は風向別出現回数である。6物質全てについて風向に関係なくほぼ一定の平均濃度を示していることから、発生源の影響に依らない、このことは即ち6物質のバックグラウンド濃度が存在することを裏付ける一資料と成り得るものと考えられる。

3.1.2 クロロメタン (No.2)

クロロメタン (No.2)は、医薬品、農薬、発泡

剤、有機合成、有機合成用各種メチル化剤、抽出剤等幅広い用途で使用されており⁵⁾また、一方で地球全体のバックグラウンド濃度が存在する物質であるという報告もなされている⁶⁾。

3.1.2.1 各調査地点における濃度推移

濃度変化グラフにおいてクロロメタン (No.2) についても、調査地点間で濃度変化に類似性が観察されたことから調査地点間における相関係数を算出した。その結果、相関係数の平均値は0.95であった。調査地点を総合した平均濃度は、 $2.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (H9~H10) であり、地球全体のバックグラウンド濃度 $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (H5~H7)⁶⁾ よりも高い値を示した。測定を開始した平成9年10月~12月で変動幅が大きく、この時期を除いた平均濃度は地球全体のバックグラウンド濃度に近い値となっている。変動に関しては、3.1.1のフロン等と同様に今後、実際にこの程度の変動推移があるのか、発生源による影響を受けているのか、または測定誤差によるものであるのか等について、モニタリング調査を続けることにより評価する必要があると思われる。

3.1.2.2 風向別平均濃度

環境科学センターにおける風向 - 濃度グラフにおいて、風向と濃度の間に特異的関係が認められなかった。

3.1.3 cis-1,3-ジクロロプロペン(No.23)及びtrans-1,3-ジクロロプロペン(No.24)

1,3-ジクロロプロペンは、テロン92、DC、D-D、D-D92と呼ばれる殺虫剤(土壌薫蒸等に用いられる)の1成分であり、日本国内において農薬として登録がなされている。また、これら殺虫剤に添加される1,3-ジクロロプロペンは、cis型とtrans型の混合物である^{9,10)}。

3.1.3.1 各調査地点における濃度推移

cis-1,3-ジクロロプロペン(No.23)及びtrans-1,3-ジクロロプロペン(No.24)の濃度変化グラフを比較すると類似的な挙動を示していることがわかる。特に平成10年5月~9月に集中してこれら2物質が検出されている。平均グラフにおいては、2物質ともに北部ほど高濃度で検出される傾向が認められた。また、2物質ともに検出された試料の濃度比(cis-1,3-ジクロロプロペンをtrans-1,3-ジクロロプロペンの濃度で除した値)の平均値及び各調査地点における濃度比の相対標準偏差は、それぞれ、桑名上野浄水場[濃度比の平均値:1.4、相対標準偏差:0.29]、四日市北高校[濃度比の平均値:1.5、相対標準偏差:0.35]、津西が丘小学校[濃度比の平均値:1.6、相対標準偏差:0.29]、環境科学センター[濃度比の平均値:1.3、相対標準偏差:-]であり、2物質がともに検出された調査地点間では、ほぼ同程度の濃度比での存在が確認された。

したがって、cis-1,3-ジクロロプロペン(No.23)とtrans-1,3-ジクロロプロペン(No.24)がともに検出された調査地点への影響は、北部の同一発生源による可能性が示唆された。今後、発生形態、発生地点等について調査を行う必要があるものと考えられる。

3.1.3.2 風向別平均濃度

環境科学センターにおける風向-濃度グラフにおいても2物質ともにSSEの風向に限定して高濃度で検出されている。このことは即ち、固定の発生源である可能性を意味し、かつ3.1.3.

1で述べた同一発生源による検出調査地点への影響の可能性を裏付ける一資料と成り得るものと考えられる。

3.1.4 その他ハロゲン化炭化水素類(No.6, No.7, No.21)

3.1.4.1 各調査地点における濃度推移

プロモメタン(No.6)は、各調査地点で若干の濃度変動(平均変動係数:83%)がみられ、また調査地点間では相関関係が認められなかった。しかし、各調査地点の平均濃度は、同レベル(全地点の平均濃度:0.074 µg/m³)であった。

クロロエタン(No.7)についても、各調査地点で若干の濃度変動(平均変動係数:84%)がみられ、また調査地点間では相関関係が認められなかった。平均濃度についても調査地点間で若干異なっていた。

1,2-ジクロロプロパン(No.21)は、各調査地点で検出された試料が少数であり、また、調査地点間での相関関係も認められなかった。全調査地点における最大濃度は0.089 µg/m³と低濃度であり、名張小学校の試料においては全て定量下限未満であった。

3.1.4.2 風向別平均濃度

環境科学センターにおける風向-濃度グラフにおいて、3物質全てについて風向と濃度の間に特異的關係が認められなかった。

3.1.5 エチルベンゼン(No.30)、1,3-1,4-キシレン(No.31)及び1,2-キシレン(No.34)

混合キシレンは、石油留分から製造され、これを構成するのがエチルベンゼン、1,3-キシレン、1,4-キシレン及び1,2-キシレンの4成分である。混合キシレンの用途としては、異性体分離によってこれら4成分が製造されるほか、合成原料として染料、有機顔料、香料、可塑剤、医薬品に、また、塗料、農薬、医薬品などの一般溶剤や石油精製溶剤に利用されており、調査対象地域に隣接する石油化学コンビナートにおいても製造・使用されている⁵⁾。また、自動車

の排気ガス中に含まれる物質でもある。

3.1.5.1 各調査地点における濃度推移

エチルベンゼン(No.30)、1,3- 1,4-キシレン(No.31)及び1,2-キシレン(No.34)の濃度変化グラフを比較すると類似的な挙動を示していることから、3物質間の相関係数、試料ごとに対応させた3物質の濃度比の各調査地点における平均値及び各調査地点における濃度比の相対標準偏差を求めた。その結果を表6に示した。全調査地点において3物質間に高い相関が認められた。また、3物質間の濃度比の平均値が調査地点間でほぼ同程度であったことと相対標準偏差から判断して、全調査地点において比較的一定の濃度比で3物質が存在していたことがわかった。

平均グラフにおいては、3物質ともに津西が丘小学校及び名張小学校で若干低い値を示したほかは、平均濃度が同レベルであった。

表6 物質間における相関係数及び濃度比

| | 桑名 上野浄水場 | 四日市 北高校 | 亀山 みなみ保育園 | 津 西が丘小学校 | 名張 小学校 | 国道23号 三雲 | 環境科学 センター・屋上 |
|---------------------------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| 相 関 係 数 | エチルベンゼン(No.30) /1,3- 1,4-キシレン(No.31) | 0.89 | 0.82 | 0.65 | 0.76 | 0.81 | 0.99 |
| | エチルベンゼン(No.30) /1,2-キシレン(No.34) | 0.99 | 0.99 | 0.99 | 0.92 | 0.98 | 0.98 |
| | 1,3- 1,4-キシレン(No.31) /1,2-キシレン(No.34) | 0.91 | 0.86 | 0.67 | 0.84 | 0.85 | 0.98 |
| 濃 度 比 の 平 均 値 | エチルベンゼン(No.30) /1,3- 1,4-キシレン(No.31) | 1.3 (0.34) | 1.4 (0.35) | 1.5 (0.31) | 1.4 (0.34) | 1.5 (0.33) | 1.3 (0.37) |
| | エチルベンゼン(No.30) /1,2-キシレン(No.34) | 1.9 (0.21) | 2.1 (0.17) | 2.2 (0.08) | 2.0 (0.21) | 2.1 (0.09) | 2.0 (0.33) |
| | 1,3- 1,4-キシレン(No.31) /1,2-キシレン(No.34) | 1.8 (0.67) | 1.9 (0.7) | 1.7 (0.68) | 1.7 (0.62) | 1.7 (0.62) | 1.7 (0.62) |

注：「」内は、各調査地点における濃度比の相対標準偏差を示す。

3.1.5.2 風向別平均濃度

環境科学センターにおける風向 - 濃度グラフにおいても風向と濃度の関係に3物質間で類似的な挙動が観察された。また、風向と濃度の間に特異的關係は認められなかった。

3.1.6 1,3,5-トリメチルベンゼン(No.36)及び1,2,4-トリメチルベンゼン(No.37)

1,3,5-トリメチルベンゼンと1,2,4-トリメチルベンゼンは、タールや石油留分中から蒸留分

離により製造する方法と、ベンゼンあるいはキシレンのメチル化又は不均化によって製造する方法が一般的である。これら2物質は、医薬品等の合成原料、染料、顔料に使用され、当該地域の石油化学コンビナートにおいても製造・使用されている⁵⁾。

3.1.6.1 各調査地点における濃度推移

1,3,5-トリメチルベンゼン(No.36)及び1,2,4-トリメチルベンゼン(No.37)の濃度変化グラフを比較すると類似的な挙動を示していることから、2物質間の相関係数、2物質を試料ごとに対応させた濃度比(1,2,4-トリメチルベンゼンを1,3,5-トリメチルベンゼンの濃度で除した値)の各調査地点における平均値及び各調査地点における濃度比の相対標準偏差を求めた。その結果を表7に示した。全調査地点において2物質間に若干の相関が認められた。また、2物質間の濃度比の平均値が調査地点間でほぼ同程度であったことと相対標準偏差から判断して、全調査地点において比較的一定の濃度比で2物質が存在していたことがわかった。

平均グラフにおいては、2物質ともに桑名上野浄水場、亀山みなみ保育園及び環境科学センターにおいて他の調査地点と比較して若干高い平均値を示した。

表7 物質間における相関係数及び濃度比

| | 1,3,5-トリメチルベンゼン(No.36) / 1,2,4-トリメチルベンゼン(No.37) | | |
|-------------|---|---------|------------|
| | 相関係数 | 濃度比の平均値 | 濃度比の相対標準偏差 |
| 桑名上野浄水場 | 0.70 | 3.4 | 0.32 |
| 四日市北高校 | 0.78 | 3.8 | 0.24 |
| 亀山みなみ保育園 | 0.90 | 3.1 | 0.46 |
| 津西が丘小学校 | 0.82 | 3.7 | 0.32 |
| 名張小学校 | 0.68 | 3.8 | 0.43 |
| 国道23号三雲 | 0.69 | 3.5 | 0.30 |
| 環境科学センター・屋上 | 0.71 | 4.5 | 0.57 |

3.1.6.2 風向別平均濃度

環境科学センターにおける風向 - 濃度グラフにおいても風向と濃度の関係に2物質間で類似的な挙動が観察された。また、風向と濃度の間に

特異的關係は認められなかった。

3.1.7 その他芳香族炭化水素類(No.26, No.32, No.35)

3.1.7.1 各調査地点における濃度変化

トルエン(No.26)は、他の物質と比較して特に高濃度で検出された。これは自動車の排気ガス中に含まれているトルエンが大きく影響を及ぼしているものと考えられる。名張小学校においては他の調査地点よりも濃度が高く(最大濃度: $146 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、平均濃度: $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 近隣に発生源が存在する可能性が考えられる。他の調査地点では、環境科学センターにおいて若干高いもののほぼ同濃度レベル(平均濃度: $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$)であった。

スチレン(No.32)は、環境科学センターにおいて高濃度(最大濃度: $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、平均濃度: $4.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$)で検出された。その他の調査地点では検出はされているものの非常に低濃度(平均濃度: $0.45 \mu\text{g}/\text{m}^3$)であった。このことから環境科学センターの近隣にスチレン(No.32)の発生源が存在するものと推察された。

4-エチルトルエン(No.35)は、濃度変化グラフにおいて若干の増加傾向が観察された。環境科学センターにおいては他の調査地点よりも若干高濃度(最大濃度: $2.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、平均濃度: $0.84 \mu\text{g}/\text{m}^3$)で検出された。他の調査地点においては、ほぼ同濃度レベル(平均濃度: $0.46 \mu\text{g}/\text{m}^3$)であった。

3.1.7.2 風向別平均濃度

環境科学センターにおける風向 - 濃度グラフにおいて、スチレン(No.32)は、南よりの風向に限定されて高濃度で検出された。このことから環境科学センターの近隣の発生源は固定の発生源である可能性が示唆された。

その他の2物質については、風向と濃度の間に特異的關係が認められなかった。

3.1.8 有機塩素芳香族炭化水素類(No.29, No.38, No.39, No.40, No.41)

3.1.8.1 各調査地点における濃度推移

クロロベンゼン(No.29)は、全調査地点において検出された試料が少数であった。環境科学センターにおいて他の調査地点に比べ検出数が多く、また、若干高濃度(最大濃度: $0.24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、平均濃度: $0.023 \mu\text{g}/\text{m}^3$)で検出された。このことから環境科学センターの近隣にクロロベンゼン(No.29)の発生源が存在するものと推察された。津西が丘小学校、名張小学校及び国道23号三雲においては全ての試料について定量下限値未満であった。

1,3-ジクロロベンゼン(No.38)は、平成9年9月に全調査地点(環境科学センターにおいては12月から測定を開始しているため除く)において検出され、それ以降は、環境科学センターを除き、全ての試料について定量下限値未満であった。環境科学センターでは7試料で1,3-ジクロロベンゼン(No.38)が検出された。

1,4-ジクロロベンゼン(No.39)は、各調査地点で若干の濃度変動(平均変動係数: 98%)がみられ、また調査地点間では相関關係が認められなかった。平均濃度についても調査地点間で若干異なっていた。

1,2-ジクロロベンゼン(No.40)は、環境科学センターにおいて他の調査地点に比べ検出数が多く、また、若干高濃度(最大濃度: $0.93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、平均濃度: $0.099 \mu\text{g}/\text{m}^3$)で検出された。このことから環境科学センターの近隣に1,2-ジクロロベンゼン(No.40)の発生源が存在するものと推察された。

1,2,4-トリクロロベンゼン(No.41)は、環境科学センターを除く全調査地点において検出された試料が少数であった。環境科学センターにおいては、他の調査地点に比べ検出数も多く、また、若干高濃度(最大濃度: $0.28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、平均濃度: $0.054 \mu\text{g}/\text{m}^3$)で検出された。このことから環境科学センターの近隣に1,2,4-トリクロロベンゼン(No.41)の発生源が存在するものと推察された。津西が丘小学校、名張小学校及び国道23号三雲においては全ての試料について定量下限値未満であった。

また、1,2,4-トリクロロベンゼン(No.41)及びクロロベンゼン(No.29)は濃度変化グラフと

平均グラフを比較した場合、若干類似的な挙動を示していることが観察された。

3.1.8.2 風向別平均濃度

環境科学センターにおける風向-濃度グラフにおいて、1,3-ジクロロベンゼン(No. 38)は、北よりの風向に限定されて比較的高い濃度で検出された。このことから環境科学センター近隣の固定発生源による影響の可能性が示唆された。

その他の4物質については、風向と濃度の間に特異的関係が認められなかった。

3.2 VOCs42物質のトータルの評価

3.2.1 相対比による評価

VOCs42物質をトータルの評価するため、各物質の平均濃度を1とした場合の相対比を試料ごとに算出し、VOCs42物質の相対比の合計値(以下 合計値)を求めた。なお、全ての試料が定量下限未満であった物質については0として扱い合計値に加算しなかった。各調査地点における合計値の変化(以下 合計値変化グラフ)、各調査地点における合計値の平均(以下 合計値平均グラフ)、環境科学センターにおける風向別の合計値(以下 風向-合計値グラフ)及び環境科学センターにおける大気安定度と合計値の関係(以下 大気安定度-合計値グラフ)を図3に示した。

3.2.1.1 各調査地点における合計値の推移

合計値変化グラフにおいて、環境科学センタ

ーを除く他の調査地点間の挙動に類似性が確認された。また、各調査地点において合計値に変動がみられることから、VOCs42物質が全体的に似通った挙動で推移する可能性が示唆された。これらのことから、調査対象地域全域のVOCs42物質濃度の推移に影響を与える何らかの因子が存在するものと考えられる。

また、合計値平均グラフにおいて、合計値を全体的な有機化学物質による大気汚染の指標として捉えるならば、環境科学センター>桑名上野浄水場>四日市北高校>津西が丘小学校>国道23号三雲>亀山みなみ保育園=名張小学校の順に大気汚染状況が高い結果となった。特に環境科学センターにおいては、他の調査地点間に比べ指標値が高く(平均値:54)、3.1の「各物質の調査結果」からもわかるように環境科学センター近隣に存在する多数の発生源が著しく影響しているものと考えられる。

3.2.1.2 風向別合計値

環境科学センターにおける風向-合計値グラフにおいて、風向と合計値の間に特異的関係が認められなかった。

3.2.1.3 大気安定度と合計値の関係

大気安定度-合計値グラフにおいて、大気が安定に向かうほど合計値が低下する傾向が若干みられたが、データ数と相関係数等を考慮すれば、今後のデータの蓄積による評価が不可欠である。また、3.2.1.1で述べた調査対象地域全域のVOCs42物質の濃度レベルの推移に対する

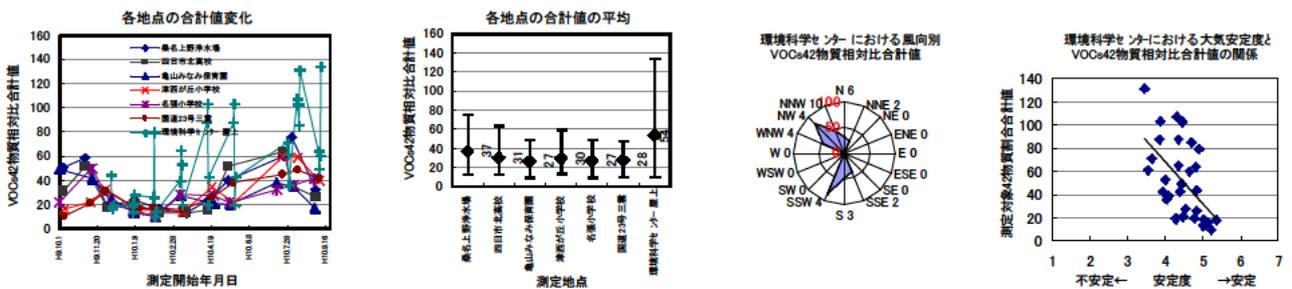
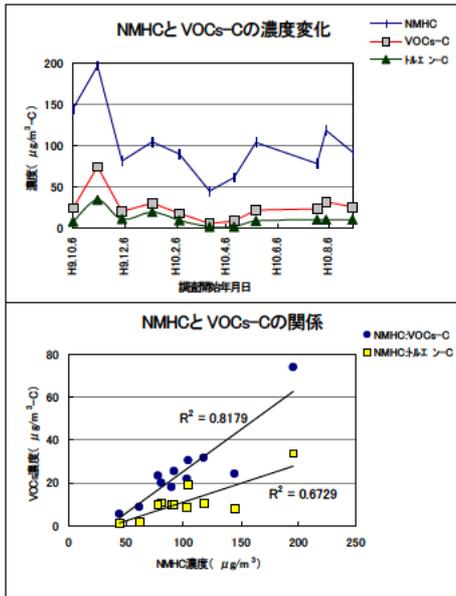
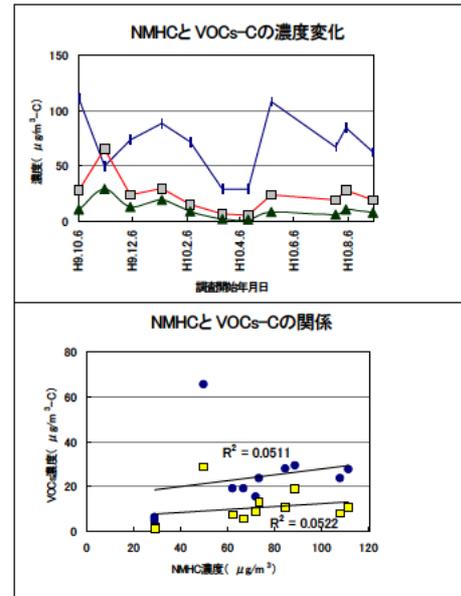


図3 VOCs42物質相対比合計値

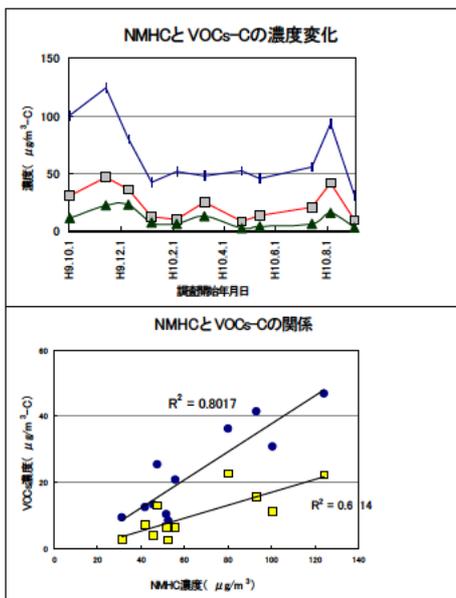
桑名上野浄水場



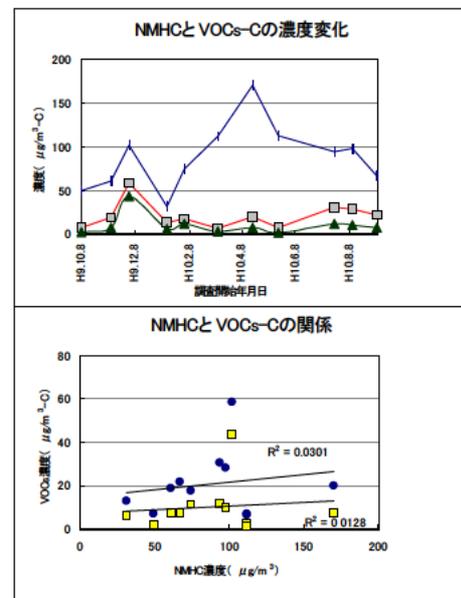
四日市北高校



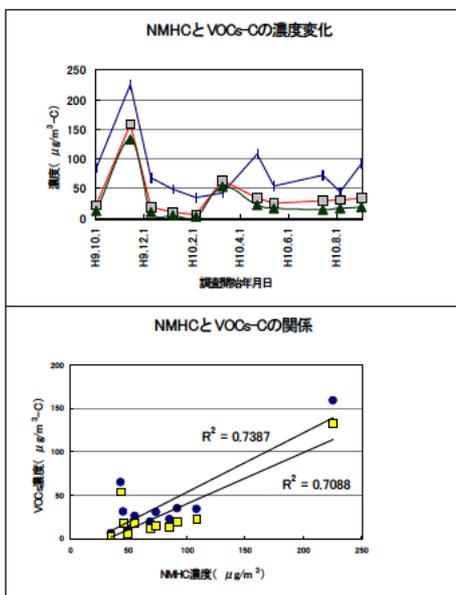
亀山みなみ保育園



津西が丘小学校



名張小学校



国道23号三雲

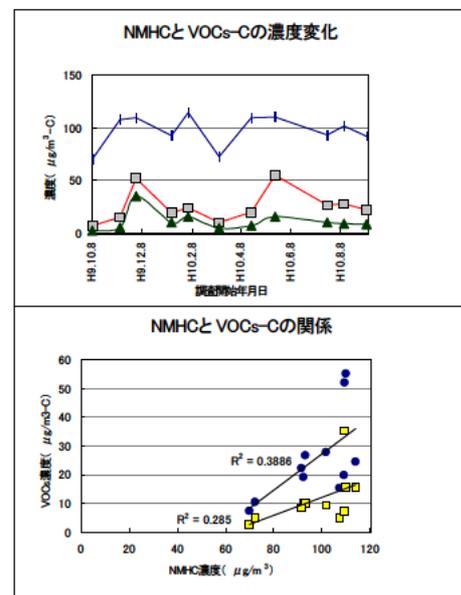


図4 非メタン炭化水素とVOCs42物質(炭素換算値)の比較

因子と大気安定度の関係についても今後、調査を行っていく必要があるものと思われる。

3.2.2 非メタン炭化水素濃度

非メタン炭化水素(以下 NMHC)とVOCs42物質の関係を調べるために、桑名上野浄水場、四日市北高校、亀山みなみ保育園、津西が丘小学校、名張小学校及び国道23号三雲におけるNMHCの時間変化の日平均値と炭素換算したVOCs42物質の合計値(以下 VOCs-C)を求めた。NMHCとVOCs-Cの濃度変化、及び2項目間の相関係数を図4に示した。なお、VOCs42物質に含まれるトルエン(No.26)は、3.1.7.1でも述べたように他の物質と比較して高濃度で検出されており、NMHC濃度に特に影響を与えていることが想定されることから、炭素換算したトルエン(No.26)濃度(以下 トルエン-C)についても図4に加え、比較検討した。

その結果、NMHCとVOCs-Cの相関係数は、桑名上野浄水場:0.90、四日市北高校:0.23、亀山みなみ保育園:0.90、津西が丘小学校:0.17、名張小学校及:0.86、国道23号三雲:0.62であり、特に桑名上野浄水場、亀山みなみ保育園及び名張小学校で高い相関を示した。NMHCとトルエン-Cの相関係数は、桑名上野浄水場:0.82、亀山みなみ保育園:0.78、名張小学校:0.84でありNMHCとVOCs-Cの相関係数より低く、このことからNMHCとVOCs-Cの高い相関は、トルエン濃度のみ依存したものでないもの考えられる。したがって、調査期間における桑名上野浄水場、亀山みなみ保育園及び名張小学校のNMHCの推移は、VOCs42物質全体の濃度に依存していることが示唆された。

今後、データの蓄積によりNMHCとVOCsの挙動について因果関係を調べる必要があるものと考えられる。

4.まとめ

有害大気汚染モニタリング調査において、容器採取-GC/MS法で測定を実施している9物質、並びに同時にEPAのT0-14で測定可能な揮発性有機化合物33物質について調査を行ったところ、

下記のような知見を得た。

(1) 3-クロロ-1-プロペン(No.12)、1,1-ジクロロエチレン(No.14)、cis-1,2-ジクロロエチレン(No.15)、1,1,2-トリクロロエタン(No.25)、1,2-ジブromoエタン(No.27)、1,1,2,2-テトラクロロエタン(No.33)及びヘキサクロロ-1,3-ブタジエン(No.42)は、全ての試料について定量下限未満であった。1,1-ジクロロエチレン(No.10)については、環境科学センターの2試料で検出された以外は全て定量下限未満であった。

(2) フロン(No.1, No.3, No.8, No.13)、四塩化炭素(No.20)及び1,1,1-トリクロロエタン(No.18)は、測定対象地域内におけるバックグラウンド濃度が存在し、この濃度が地球全体のバックグラウンド濃度に近似していることが示唆された。

(3) cis-1,3-ジクロロプロペン(No.23)及びtrans-1,3-ジクロロプロペン(No.24)がともに検出された調査地点では、これら2物質が同程度の濃度比で存在し、また、北部ほど高濃度で検出されていることから、北部の同一発生源による影響の可能性が示唆された。

(4) エチルベンゼン(No.30)、1,3-1,4-キシレン(No.31)及び1,2-キシレン(No.34)の濃度比は、全調査地点において比較的一定であった。

(5) 1,3,5-トリメチルベンゼン(No.36)及び1,2,4-トリメチルベンゼン(No.37)の濃度比は、全調査地点において比較的一定であった。

(6) トルエン(No.26)は、他の物質と比較して特に高濃度(最大濃度:146 µg/m³、平均濃度:31 µg/m³)で検出された。

(7) スチレン(No.32)及び1,3-ジクロロベンゼン(No.38)は、環境科学センターにおいて特定の卓越風の出現時に検出され、近隣の固定発生源の影響による可能性が示唆された。

(8) 各物質の平均濃度を1とした場合の相対比を試料ごとに算出し、VOCs42物質の相対比の合計値を求め、これを全体的な有機化学物質による大気汚染の指標として捉えたところ、環境科学センター>桑名上野浄水場>四日市北高校>津西が丘小学校>国道23号三雲>亀山みなみ保

育園 = 名張小学校の順に大気汚染状況が高い結果となった。

(9) 調査期間における桑名上野浄水場、亀山みなみ保育園及び名張小学校のNMHCの推移は、VOCs42物質全体の濃度に依存していることが示唆された。今後、データの蓄積によりNMHCとVOCsの挙動について因果関係を調べる必要があるものと考えられた。

当該報告は、1年間の調査結果から得られた知見であり、解明すべき点が多く、今後調査を続けることによりデータの蓄積を行い、評価を加えていく必要があるものと考えられる。

参考文献

- 1) 有害大気汚染物質測定の実際編集委員会編：有害大気汚染物質測定の実際(1997)
- 2) U.S.EPA：Determination of Volatile Organic Compounds (VOCs) in Ambient Air using SUMMA Passivated Canister Sampling and Gas Chromatographic Analysis (T0-14) (1988)
- 3) 星純也：容器捕集 - GC/MS法による揮発性有機化合物の測定法の検討、大気環境学会年会講演要旨集、p.194-195(1998)
- 4) 環境庁大気保全局大気規制課編：窒素酸化物総量規制マニュアル、p.77-80(1993)
- 5) 化学工業日報社：13197の化学商品(1997)
- 6) Michael G. Winslow, Matthew M. Booth, Dwight F. Roberts：Historical Accuracy Measurements of VOCs in Ambient Air Using Compendium Method T014/15: Reference Sample, Canister Surrogates, and Greenhouse Gases、Measurement of Toxic and Related Air Pollutants、1、15-27(1997)
- 7) 長谷川敦子：神奈川県臨海地区におけるフロン及び有機塩素系物質の環境濃度調査、大気環境学会年会講演要旨集、p.244(1995)
- 8) 中嶋敏秋、近藤秀治：都市大気中の有機塩素化合物濃度、大気環境学会誌、33、(1)、42-49(1998)
- 9) 富澤長次郎、上路雅子、腰岡政二：1989年版最新農薬データブック、p.119(1989)
- 10) 植村振作、河村宏、辻万千子、富田重行、前田静夫：農薬毒性の事典、p.155-156(1988)

Behavior of Volatile Organic Carbon (VOC) in Ambient Air

MIZUTANI Hirokazu, YAMAKAWA Masahiro, YAMASHITA Akira, SARAI Eiji
ICHIOKA Takao, YAMAMOTO Terumichi and ARAKI Keiichi

Ground level concentration of VOC were determined using the canister-GC/MS method at various sites. There were 42 target species of VOC. Chlorofluorocarbon (CFC) the production and utilization of which has already been stopped throughout the world, was found of levels of concentration of similar to background concentrations recovered at global measuring sites. However, although background concentration of carbontetrachloride (CCl_4) is $0.60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, this test found CCl_4 concentration ranging from 0.59 to $0.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, depending on the area. There was no large differences between background levels and other species of VOC, in terms of concentration. In contrast to this, concentration levels of VOC collected at the Environmental Science Institute (ESI) in Yokkaichi showed high concentration profiles. In particular, high concentration of styrene were identified at ESI, with an average concentration of $4.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. There were good correlations between the concentration of non-methane hydrocarbon and the sum of the reduced carbon concentration of all 42 species of VOC, at three measuring sites.