

# 沖縄県内の揮発性有機有害大気汚染物質（45物質）の調査

平良淳誠，吉田哲\*，金城義勝

\*沖縄県文化環境部環境保全課

## Volatile Organic Hazardous Air Pollutants (45 compounds) in Okinawa

Junsei TAIRA, Akira YOSHIDA and Yoshikatsu KINJO

**Abstract:** Volatile organic compounds (VOCs) would be harmful to health due to a long time exposure, which were monitored on Naha-shi (Kokusai-dori and Chuo-kouen), Okinawa-shi (Chibana) and Ozato-son until March 2001 since April 2000. A few numbers of VOCs was detected every month and their concentrations were relatively low-level in comparison with other Japanese area. However, vehicle emission gas components such as benzene, toluene and its derivatives were high value except for Ozato-son, a suburb of Naha-shi. Particularly, benzene concentration at urban area was a high-level than Japanese air standard. Considering the chemical factory in Okinawa is rare, the most source of VOCs would be due to vehicle emission gas.

**Key Words:** Volatile Organic Compounds (VOCs), Air Pollution, Benzene. Okinawa

### I はじめに

揮発性有機化合物(VOCs)のベンゼン，トリクロロエチレン，テトラクロロエチレン等は，長期暴露により発癌性，変異原性等のヒトの健康に影響を及ぼすおそれが懸念されている．国内では平成9年の環境基本法で，環境基準が設定された．当県では平成10年度から調査を実施している<sup>1)</sup>．

沖縄県内には，大量の化学物質を製造している工場はなく，工業原料としている工場も多くない．一方で，車を主な交通機関とする県内では，車1両当たりの人口比が高い．例えば平成11年度の場合，沖縄が1.6に対し神奈川県2.2，大阪2.3で，全国的に車の所有台数の多い県といえる<sup>2)</sup>．これまでの当県の調査でも，都市部におけるベンゼン濃度は，環境基準値よりも高い値である<sup>1)</sup>．沖縄は島嶼県で，地形的に大気汚染が自然浄化されやすことを察すると，車の排気ガス等による県内都市部における大気汚染の状況は，決して良好とは言えない．

今年度は，より県内の大気中VOCsの状況を把握する目的で，測定物質数を増やし，県内主用都市的那覇市2地点，沖縄市1地点及び郊外の大里村の計4地点で調査を実施したので報告する．

### II 方法

#### 1. 調査地点及び期間

月に1度の頻度で下記の場所で行った．また調査時の気象データを表1に示した．

那覇市

中央公園(2000年4月～2001年3月)．

国際通り(2000年4月～2001年3月)．

沖縄市

知花公民館 2000年9月～2001年3月)．

大里村

当研究所屋上(2000年7月～2001年3月)．

Table 1. Metrological Summary of Sampling Date

Date (2000-2001 year)	Wind Speed (m/s)	Wind Direction	Weather
Apr. 10-11	6.9	N	Cloudy
May 1-2	5.1	NNW	Clear
June 5-6	5.7	WSW	Clear
July 4-5	8.9	E	Cloudy
Aug. 10-11	5.9	SE	Cloudy
Sept. 5-6	4.4	ENE	Cloudy
Oct. 4-5	2.7	E	Cloudy
Nov. 9-10	5.5	NNE	Rainy
Dec. 11-12	8.1	N	Clear
Jan. 10-11	6.3	N	Clear
Feb. 8-9	8.2	N	Cloudy
Mar. 5-6	4.6	NNW	Clear

## 2. サンプリング法

大気試料の採取はキャニスターを用いて、3.0 ml/minの流量で24時間行った。試料分析は、前報に準じて行った<sup>3)</sup>。

## III 結果

### 1. 沖縄県のVOCsの概況

表2~5に今回調査をした地点でのVOCsの結果を示した。

現在環境基準が設定されている1)ベンゼン、2)トリクロロエチレン、3)テトラクロロエチレンを含む最優先取組物質、4)塩化ビニルモノマー、5)クロロホルム、6)1,2-ジクロロエタン、7)ジクロロメタン、8)1,3-ブタジエン、9)アクリロニトリルの9物質の調査概要は、以下の通りであった。

#### 1)ベンゼン

ベンゼンは大里村の8月を除き、測定地点の全ての月で検出された。平成11年度平均値は、知花3.3  $\mu\text{g}/\text{k}$ 、中央公園3.5  $\mu\text{g}/\text{k}$ 、国際通り3.0  $\mu\text{g}/\text{k}$ で、何れの場合でも環境基準(3.0  $\mu\text{g}/\text{k}$ )以上であった。一方、大里村の年平均値は0.7  $\mu\text{g}/\text{k}$ で、今回の測定地点で最も低い値であった。

( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

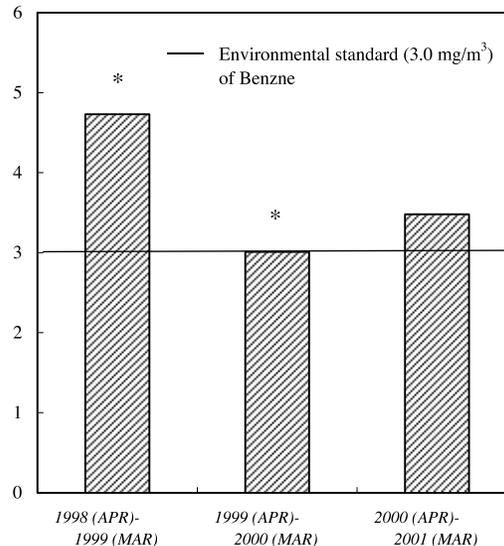


Fig.1 Change of Benzene concentration in air at Naha-shi, Okinawa for three years since April 1998. \*Methods for sampling and analysis are described in previous report <sup>1)</sup>.

#### 2)トリクロロエチレン

トリクロロエチレンの濃度及び検出頻度は知花0.08  $\mu\text{g}/\text{k}$  (3/7)、中央公園0.05  $\mu\text{g}/\text{k}$  (3/12)、国際通り0.02  $\mu\text{g}/\text{k}$  (0/12)、大里村0.01  $\mu\text{g}/\text{k}$  (2/9)で、検出頻度も小さく検出値も全国平均値1.8  $\mu\text{g}/\text{k}$  に比べて低い値であった。

Table 2. Volatile organic compounds (VOCs) in air at Chuo-kouen, Naha-shi

unit:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Target Compounds	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	Detection Frequency*	Average
1) Freon 12	3.93	3.13	3.91	3.07	2.46	3.52	2.81	3.23	2.89	2.77	2.58	2.68	(12/12)	3.08
2) Freon 114	0.17	N.D.	0.12	0.08	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.08	N.D.	N.D.	N.D.	(4/12)	0.04
3) Chloromethane	2.06	1.50	1.93	1.02	0.89	N.D.	1.00	1.34	1.20	1.41	1.11	1.08	(11/12)	1.21
4) Vinylchloride	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(0/12)	0.00
5) 1,3-Butadiene	0.11	0.43	0.41	0.32	N.D.	0.19	0.18	0.13	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(7/12)	0.15
6) Ethyleneoxide	N.T.	N.T.	N.D.	(0/10)	0.00									
7) Bromomethane	N.D.	N.D.	0.08	N.D.	N.D.	0.15	0.12	N.D.	0.04	N.D.	N.D.	N.D.	(4/12)	0.03
8) Chloroethane	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.02	N.D.	N.D.	0.18	N.D.	0.05	(3/12)	0.02
9) Freon 11	1.96	1.61	1.94	1.57	1.13	1.75	1.58	1.68	1.52	1.32	1.29	1.11	(12/12)	1.54
10) Freon 113	1.13	0.41	0.81	0.60	N.D.	0.71	0.51	0.67	0.64	N.D.	0.36	N.D.	(9/12)	0.49
11) 1,1-Dichloroethene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.06	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(1/12)	0.01
12) 3-Chloro-1-propene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.27	N.D.	1.16	1.28	0.97	N.D.	N.D.	5.27	(5/12)	0.83
13) Dichloromethane	0.16	1.64	0.25	N.D.	N.D.	0.21	0.28	0.21	0.25	N.D.	N.D.	1.10	(8/12)	0.34
14) Acrylonitrile	N.T.	N.T.	0.63	N.D.	0.51	0.28	0.87	0.56	0.22	2.55	0.51	0.54	(9/10)	0.55
15) 1,1-Dichloroethane	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(0/12)	0.00
16) cis-1,2-Dichloroethylene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.19	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(1/12)	0.02
17) Chloroform	0.29	1.50	N.D.	0.08	N.D.	0.10	0.09	0.02	0.11	N.D.	1.18	N.D.	(8/12)	0.28
18) 1,1,1-Trichloroethane	0.46	0.26	0.39	0.32	N.D.	0.25	0.23	0.25	0.22	N.D.	N.D.	N.D.	(8/12)	0.20
19) Carbon tetrachloride	0.96	0.91	0.77	0.79	0.42	0.77	0.63	0.95	0.68	0.36	0.53	0.47	(12/12)	0.69
20) Benzene	2.16	2.88	4.41	1.95	2.73	10.19	5.09	2.86	1.55	3.40	1.42	3.17	(12/12)	3.48
21) 1,2-Dichloroethane	0.15	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.03	0.07	N.D.	0.03	N.D.	N.D.	0.03	(5/12)	0.03
22) Trichloroethylene	0.11	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.04	N.D.	N.D.	N.D.	0.48	(3/12)	0.05
23) 1,2-Dichloropropane	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(0/12)	0.00
24) cis-1,3-Dichloropropene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.18	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(1/12)	0.01
25) Toluene	6.37	28.65	42.99	36.36	38.64	94.11	47.78	32.66	15.25	24.00	12.25	41.98	(12/12)	35.09
26) trans-1,3-Dichloropropene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.24	N.D.	0.20	N.D.	N.D.	(2/12)	0.04
27) 1,1,2-Trichloroethane	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(0/12)	0.00
28) Tetrachloroethylene	0.38	0.23	0.43	0.40	N.D.	0.05	0.08	0.16	0.06	N.D.	N.D.	0.16	(9/12)	0.16
29) 1,2-Dibromoethane	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.08	N.D.	N.D.	N.D.	0.28	(2/12)	0.03
30) Chlorobenzene	0.07	0.16	0.37	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.13	N.D.	0.05	N.D.	N.D.	(5/12)	0.06
31) Ethylbenzene	1.91	3.68	6.15	1.22	3.33	12.37	6.81	3.83	1.31	4.20	1.56	4.08	(12/12)	4.20
32, 33) m,p-Xylene	3.76	6.14	14.18	8.66	9.18	27.20	15.22	8.59	2.65	8.19	2.70	8.25	(12/12)	9.56
34) o-Xylene	2.62	4.32	9.00	1.41	5.27	18.53	10.22	5.46	1.58	4.94	1.85	5.10	(12/12)	5.86
35) Styrene	0.33	0.57	0.96	0.60	0.71	0.66	N.D.	0.55	N.D.	0.28	0.54	N.D.	(9/12)	0.43
36) 1,1,2,2-Tetrachloroethane	N.D.	N.D.	0.19	0.07	N.D.	N.D.	N.D.	0.13	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(3/12)	0.03
37) 4-Ethyltoluene	1.85	1.01	5.18	1.15	3.03	12.35	6.52	0.76	0.65	2.40	1.08	2.65	(12/12)	3.22
38) 1,3,5-Trimethylbenzene	0.65	0.72	2.25	0.81	1.36	4.50	2.42	1.28	0.27	1.01	0.58	1.01	(12/12)	1.40
39) 1,2,4-Trimethylbenzene	2.02	2.13	5.84	1.28	3.98	14.80	8.03	3.70	0.88	2.99	1.25	3.21	(12/12)	4.18
40) 1,3-Dichlorobenzene	N.D.	N.D.	0.38	0.46	0.37	N.D.	N.D.	0.54	0.13	0.15	N.D.	N.D.	(6/12)	0.17
41) 1,4-Dichlorobenzene	0.41	0.51	0.84	0.68	0.49	0.58	0.57	0.57	0.13	0.62	0.39	0.64	(12/12)	0.54
42) Benzylchloride	N.D.	0.21	2.12	N.D.	0.50	0.21	N.D.	0.33	N.D.	0.39	N.D.	N.D.	(6/12)	0.31
43) 1,2-Dichlorobenzene	N.D.	N.D.	0.36	N.D.	0.22	N.D.	0.04	0.23	N.D.	0.14	N.D.	N.D.	(5/12)	0.08
44) 1,2,4-Trichlorobenzene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.60	N.D.	N.D.	(1/12)	0.05
45) Hexachloro-1,3-butadiene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(0/12)	0.00

N.D.: Not Detection; less than limit of detection (standard division (S.D) times 3)

N.T.: Not Test

\*Detection number per measurement number

Table 3. Volatile organic compounds (VOCs) in air at Kokusai-dori, Naha-shi

unit:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 

Target Compounds	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	Detection Frequency*	Average
1) Freon 12	4.31	3.51	4.81	3.07	3.01	3.79	3.07	3.77	3.15	3.08	2.73	2.77	(12/12)	3.42
2) Freon 114	0.17	N.D.	0.09	0.08	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(3/12)	0.03
3) Chloromethane	2.10	1.52	1.61	1.02	1.31	1.45	1.01	1.66	1.27	1.39	1.12	1.10	(12/12)	1.38
4) Vinylchloride	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.04	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(1/12)	0.00
5) 1,3-Butadiene	0.37	0.12	1.55	0.32	0.33	N.D.	0.36	0.14	0.40	N.D.	0.28	0.28	(10/12)	0.35
6) Ethyleneoxide	N.T.	N.T.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(0/10)	0.00
7) Bromomethane	N.D.	N.D.	0.08	N.D.	N.D.	0.07	0.07	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(3/12)	0.02
8) Chloroethane	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.01	0.03	0.07	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	(4/12)	0.01
9) Freon 11	2.04	1.64	1.84	1.57	1.23	1.82	1.64	1.74	1.60	1.49	1.33	1.20	(12/12)	1.59
10) Freon 113	1.15	0.43	0.72	0.64	N.D.	0.70	0.52	0.66	0.60	0.17	0.35	N.D.	(10/12)	0.50
11) 1,1-Dichloroethene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.06	0.06	N.D.	N.D.	N.D.	(2/12)	0.01
12) 3-Chloro-1-propene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.56	0.77	N.D.	1.01	0.72	N.D.	N.D.	N.D.	(4/12)	0.26
13) Dichloromethane	0.52	0.48	0.53	N.D.	0.29	0.25	0.29	0.26	0.25	N.D.	N.D.	1.36	(9/12)	0.35
14) Acrylonitrile	N.T.	N.T.	0.48	0.16	2.74	0.20	0.42	0.69	0.35	N.D.	0.22	1.13	(9/10)	0.53
15) 1,1-Dichloroethane	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(0/12)	0.00
16) cis-1,2-Dichloroethylene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.19	0.19	N.D.	N.D.	N.D.	(2/12)	0.03
17) Chloroform	0.34	0.70	1.66	0.08	N.D.	0.09	0.10	0.03	0.06	N.D.	0.73	N.D.	(9/12)	0.32
18) 1,1,1-Trichloroethane	0.48	0.23	0.36	0.32	N.D.	0.25	0.23	0.26	0.23	N.D.	0.22	0.07	(10/12)	0.22
19) Carbon tetrachloride	0.93	0.76	0.94	0.79	0.65	0.77	0.68	0.96	0.87	0.43	0.54	0.47	(12/12)	0.73
20) Benzene	3.11	2.76	4.09	1.00	0.95	3.80	3.46	3.67	2.46	4.14	2.63	3.77	(12/12)	2.99
21) 1,2-Dichloroethane	0.15	0.12	0.26	N.D.	N.D.	N.D.	0.07	0.04	0.06	N.D.	0.06	N.D.	(7/12)	0.06
22) Trichloroethylene	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.05	0.04	N.D.	N.D.	N.D.	(3/12)	0.02
23) 1,2-Dichloropropane	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(0/12)	0.00
24) cis-1,3-Dichloropropene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.18	0.18	N.D.	N.D.	N.D.	(2/12)	0.03
25) Toluene	8.82	17.53	54.84	6.16	8.07	24.49	21.06	23.97	18.64	25.43	35.54	24.48	(12/12)	22.42
26) trans-1,3-Dichloropropene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.23	0.23	0.20	N.D.	N.D.	(3/12)	0.06
27) 1,1,2-Trichloroethane	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(0/12)	0.00
28) Tetrachloroethylene	1.33	0.30	0.50	0.40	N.D.	0.04	N.D.	0.17	0.14	N.D.	0.36	0.33	(9/12)	0.30
29) 1,2-Dibromoethane	N.D.	0.09	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.08	0.08	N.D.	0.35	N.D.	(4/12)	0.05
30) Chlorobenzene	0.07	0.18	N.D.	N.D.	0.15	N.D.	N.D.	0.14	0.14	N.D.	N.D.	N.D.	(5/12)	0.06
31) Ethylbenzene	2.90	2.85	28.25	1.22	1.99	4.03	3.55	3.32	2.51	4.21	4.49	5.34	(12/12)	5.39
32, 33) m,p-Xylene	10.14	6.71	11.42	1.75	2.45	4.22	5.90	4.42	4.63	7.66	6.03	7.66	(12/12)	6.08
34) o-Xylene	4.13	2.89	8.73	1.41	1.76	4.16	4.47	3.89	3.25	5.58	4.33	5.11	(12/12)	4.14
35) Styrene	0.38	0.54	1.08	0.60	0.52	0.19	0.46	0.45	0.53	0.28	0.76	0.60	(12/12)	0.53
36) 1,1,2,2-Tetrachloroethane	N.D.	N.D.	N.D.	0.07	N.D.	N.D.	N.D.	0.14	0.13	N.D.	N.D.	N.D.	(3/12)	0.03
37) 4-Ethyltoluene	0.71	1.55	2.18	1.15	1.16	2.05	2.50	0.65	1.51	2.89	2.53	2.39	(12/12)	1.77
38) 1,3,5-Trimethylbenzene	0.77	0.59	0.87	0.81	0.75	0.18	0.93	0.48	0.73	1.18	1.00	0.96	(12/12)	0.77
39) 1,2,4-Trimethylbenzene	3.09	1.45	1.81	1.28	1.37	1.43	3.17	1.74	1.96	3.56	3.09	2.94	(12/12)	2.24
40) 1,3-Dichlorobenzene	N.D.	0.13	0.56	0.46	0.35	N.D.	0.61	0.83	0.24	0.15	0.30	N.D.	(9/12)	0.30
41) 1,4-Dichlorobenzene	0.53	0.65	1.02	0.68	0.54	0.64	0.60	0.86	0.41	N.D.	0.37	0.84	(11/12)	0.60
42) Benzylchloride	N.D.	0.34	2.13	N.D.	N.D.	0.07	0.08	0.37	0.32	0.37	N.D.	N.D.	(7/12)	0.31
43) 1,2-Dichlorobenzene	N.D.	0.13	0.35	N.D.	0.24	N.D.	N.D.	0.23	0.21	0.13	N.D.	N.D.	(6/12)	0.11
44) 1,2,4-Trichlorobenzene	N.D.	0.25	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.58	N.D.	N.D.	(2/12)	0.07
45) Hexachloro-1,3-butadiene	N.D.	N.D.	0.16	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(1/12)	0.01

N.D.: Not Detection; less than limit of detection (standard division (S.D) times 3)

N.T.: Not Test

\* Detection number per measurement number

Table 4. Volatile organic compounds (VOCs) in air at Chibana, Okinawa-shi

unit:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 

Target Compounds	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	Detection Frequency*	Average
1) Freon 12	3.90	9.12	3.50	2.98	3.03	2.51	2.93	(7/7)	4.00
2) Freon 114	0.10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(0/7)	0.01
3) Chloromethane	1.69	1.38	1.49	1.27	1.49	1.03	1.30	(7/7)	1.38
4) Vinylchloride	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(0/7)	0.00
5) 1,3-Butadiene	0.30	0.53	N.D.	0.33	N.D.	N.D.	N.D.	(3/7)	0.16
6) Ethyleneoxide	N.D.	0.07	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(1/7)	0.01
7) Bromomethane	N.D.	0.07	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(1/7)	0.01
8) Chloroethane	0.04	0.05	N.D.	0.04	0.14	N.D.	0.11	(5/7)	0.05
9) Freon 11	1.98	1.68	1.82	1.52	1.39	1.22	1.52	(7/7)	1.59
10) Freon 113	0.71	0.60	0.64	0.59	0.10	0.32	0.08	(7/7)	0.43
11) 1,1-Dichloroethene	N.D.	N.D.	0.06	0.06	N.D.	N.D.	N.D.	(2/7)	0.02
12) 3-Chloro-1-propene	0.55	0.42	N.D.	0.30	N.D.	1.41	N.D.	(4/7)	0.38
13) Dichloromethane	0.25	0.32	1.33	0.22	N.D.	N.D.	0.07	(5/7)	0.31
14) Acrylonitrile	0.25	0.31	N.D.	0.28	2.17	0.21	0.88	(6/7)	0.59
15) 1,1-Dichloroethane	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(0/7)	0.00
16) cis-1,2-Dichloroethylene	N.D.	N.D.	0.19	0.19	N.D.	N.D.	N.D.	(2/7)	0.05
17) Chloroform	0.12	0.11	0.05	0.11	N.D.	0.23	N.D.	(5/7)	0.09
18) 1,1,1-Trichloroethane	0.25	0.26	N.D.	0.21	N.D.	0.15	N.D.	(4/7)	0.12
19) Carbon tetrachloride	0.71	0.74	0.95	0.87	0.40	0.52	0.45	(7/7)	0.66
20) Benzene	3.75	4.52	2.06	2.07	4.68	1.83	4.48	(7/7)	3.34
21) 1,2-Dichloroethane	0.09	0.07	N.D.	0.04	N.D.	0.04	0.03	(5/7)	0.04
22) Trichloroethylene	N.D.	N.D.	0.05	0.04	N.D.	N.D.	0.48	(3/7)	0.08
23) 1,2-Dichloropropane	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(0/7)	0.00
24) cis-1,3-Dichloropropene	N.D.	N.D.	0.18	0.18	N.D.	N.D.	N.D.	(2/7)	0.05
25) Toluene	18.65	21.49	8.70	9.27	18.98	10.21	31.88	(7/7)	17.02
26) trans-1,3-Dichloropropene	N.D.	N.D.	0.23	0.23	0.22	N.D.	N.D.	(3/7)	0.10
27) 1,1,2-Trichloroethane	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(0/7)	0.00
28) Tetrachloroethylene	N.D.	N.D.	0.08	0.10	N.D.	N.D.	0.23	(3/7)	0.06
29) 1,2-Dibromoethane	N.D.	N.D.	0.08	0.08	N.D.	N.D.	0.28	(3/7)	0.06
30) Chlorobenzene	N.D.	N.D.	0.14	0.13	0.04	N.D.	N.D.	(3/7)	0.04
31) Ethylbenzene	2.90	3.34	1.20	1.50	3.36	1.29	4.66	(7/7)	2.61
32, 33) m,p-Xylene	3.77	5.55	1.10	2.35	5.16	1.85	6.43	(7/7)	3.74
34) o-Xylene	3.40	4.51	1.20	1.77	3.94	1.68	4.80	(7/7)	3.04
35) Styrene	0.31	0.65	0.32	0.45	0.29	0.47	1.07	(7/7)	0.51
36) 1,1,2,2-Tetrachloroethane	N.D.	N.D.	0.15	0.14	N.D.	N.D.	N.D.	(2/7)	0.04
37) 4-Ethyltoluene	1.99	2.92	0.37	0.86	1.75	0.95	2.14	(7/7)	1.57
38) 1,3,5-Trimethylbenzene	0.38	1.06	0.27	0.45	0.61	0.48	0.81	(7/7)	0.58
39) 1,2,4-Trimethylbenzene	1.96	3.62	0.51	1.03	1.87	1.03	2.58	(7/7)	1.80
40) 1,3-Dichlorobenzene	N.D.	N.D.	0.24	0.24	N.D.	N.D.	N.D.	(2/7)	0.07
41) 1,4-Dichlorobenzene	0.31	0.35	0.44	0.35	0.47	0.43	0.62	(7/7)	0.43
42) Benzylchloride	N.D.	N.D.	0.34	0.37	0.37	N.D.	N.D.	(3/7)	0.15
43) 1,2-Dichlorobenzene	N.D.	N.D.	0.21	0.21	0.11	N.D.	N.D.	(3/7)	0.08
44) 1,2,4-Trichlorobenzene	N.D.	N.D.	0.05	N.D.	0.58	N.D.	N.D.	(2/7)	0.09
45) Hexachloro-1,3-butadiene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(0/7)	0.00

N.D.: Not Detection; less than detection of limit (standard division (S.D) times 3)

N.T.: Not Test

\* Detection number per measurement number

Table 5. Volatile organic compounds (VOCs) in air at Ozato-son

unit:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 

Target Compounds	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEB	MAR	Detection Frequency*	Average
1) Freon 12	2.54	2.43	3.37	3.62	3.16	2.89	2.56	2.46	2.35	(9/9)	2.82
2) Freon 114	N.D.	N.D.	0.07	0.06	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(2/9)	0.01
3) Chloromethane	0.91	1.20	1.55	1.42	1.40	1.23	1.34	1.08	1.06	(9/9)	1.24
4) Vinylchloride	N.D.	N.D.	N.D.	0.02	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(1/9)	0.00
5) 1,3-Butadiene	N.D.	N.D.	0.06	0.08	0.07	0.11	N.D.	N.D.	N.D.	(4/9)	0.04
6) Ethyleneoxide	N.D.	(0/9)	0.00								
7) Bromomethane	N.D.	N.D.	N.D.	0.13	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(1/9)	0.01
8) Chloroethane	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.02	N.D.	N.D.	N.D.	(1/9)	0.00
9) Freon 11	1.41	1.14	1.84	2.08	1.73	1.61	1.25	1.24	1.09	(9/9)	1.49
10) Freon 113	0.57	N.D.	0.70	0.71	0.65	0.59	0.07	0.30	N.D.	(7/9)	0.40
11) 1,1-Dichloroethene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.06	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(1/9)	0.01
12) 3-Chloro-1-propene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.18	N.D.	N.D.	0.59	0.75	(3/9)	0.17
13) Dichloromethane	N.D.	0.21	0.67	0.71	0.35	0.26	N.D.	N.D.	0.14	(6/9)	0.26
14) Acrylonitrile	0.36	1.51	0.19	N.D.	0.21	0.54	N.D.	0.21	0.77	(7/9)	0.42
15) 1,1-Dichloroethane	N.D.	(0/9)	0.00								
16) cis-1,2-Dichloroethylene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.19	0.19	N.D.	N.D.	N.D.	(2/9)	0.04
17) Chloroform	0.07	N.D.	0.16	0.19	0.06	1.20	N.D.	1.33	0.06	(7/9)	0.34
18) 1,1,1-Trichloroethane	0.27	N.D.	0.25	0.30	0.25	0.21	N.D.	0.16	N.D.	(6/9)	0.16
19) Carbon tetrachloride	0.64	0.72	0.81	0.93	0.96	0.93	0.38	0.54	0.48	(9/9)	0.71
20) Benzene	0.34	0.28	0.52	0.88	0.48	0.64	1.04	1.19	0.72	(9/9)	0.68
21) 1,2-Dichloroethane	N.D.	N.D.	N.D.	0.09	N.D.	N.D.	N.D.	0.06	N.D.	(2/9)	0.02
22) Trichloroethylene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.04	0.04	N.D.	N.D.	N.D.	(2/9)	0.01
23) 1,2-Dichloropropane	N.D.	(0/9)	0.00								
24) cis-1,3-Dichloropropene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.18	0.11	N.D.	N.D.	(2/9)	0.03
25) Toluene	0.51	0.88	3.19	2.95	2.61	1.43	1.91	1.70	1.92	(9/9)	1.90
26) trans-1,3-Dichloropropene	N.D.	0.50	N.D.	N.D.	N.D.	0.23	0.20	0.60	N.D.	(4/9)	0.17
27) 1,1,2-Trichloroethane	N.D.	(0/9)	0.00								
28) Tetrachloroethylene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.09	0.10	N.D.	N.D.	0.21	(3/9)	0.04
29) 1,2-Dibromoethane	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.09	0.08	N.D.	N.D.	N.D.	(2/9)	0.02
30) Chlorobenzene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.14	0.14	N.D.	N.D.	N.D.	(2/9)	0.03
31) Ethylbenzene	0.72	0.90	0.77	0.68	0.69	0.66	0.57	0.66	0.70	(9/9)	0.71
32, 33) m,p-Xylene	0.62	0.87	0.65	0.49	0.76	0.62	0.50	0.54	0.56	(9/9)	0.62
34) o-Xylene	0.57	0.77	0.53	0.41	0.68	0.52	0.50	0.62	0.68	(9/9)	0.59
35) Styrene	0.54	0.49	0.10	0.09	0.39	0.39	0.81	0.38	0.40	(9/9)	0.40
36) 1,1,2,2-Tetrachloroethane	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.26	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	(1/9)	0.03
37) 4-Ethyltoluene	0.63	0.59	0.24	0.18	0.28	0.34	0.45	0.40	0.47	(9/9)	0.40
38) 1,3,5-Trimethylbenzene	0.62	0.53	0.07	0.07	0.32	0.28	0.30	0.36	0.34	(9/9)	0.32
39) 1,2,4-Trimethylbenzene	0.64	0.62	0.29	0.27	0.48	0.39	0.41	0.52	0.53	(9/9)	0.46
40) 1,3-Dichlorobenzene	0.31	0.24	0.20	0.13	0.24	N.D.	N.D.	N.D.	0.15	(6/9)	0.14
41) 1,4-Dichlorobenzene	0.37	0.31	0.19	0.12	0.37	0.31	0.31	N.D.	0.25	(8/9)	0.25
42) Benzylchloride	N.D.	(0/9)	0.00								
43) 1,2-Dichlorobenzene	N.D.	(0/9)	0.00								
44) 1,2,4-Trichlorobenzene	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.60	N.D.	N.D.	(1/9)	0.07
45) Hexachloro-1,3-butadiene	N.D.	(0/9)	0.00								

N.D.: Not Detection; less than detection of limit (standard division (S.D) times 3)

N.T.: Not Test

\* Detection number per measurement number

た<sup>4)</sup>。また、測定場所による顕著な差はなかった。

### 3) テトラクロロエチレン

テトラクロロエチレンは那覇市内の国際通り0.30  $\mu\text{g}/\text{k}$  (9/12)、中央公園0.16  $\mu\text{g}/\text{k}$  (9/12)で、国際通りの年平均値が高かったが、検出頻度は両地点で同じであった。一方、知花、大里村の測定値は各々0.06  $\mu\text{g}/\text{k}$  (3/7)、0.04  $\mu\text{g}/\text{k}$  (3/9)で、那覇市内の測定値に比べて低かった。年平均値は何れの測定場所でも全国平均値0.77  $\mu\text{g}/\text{k}$  より低い値であった。

### 4) 塩化ビニルモノマー

塩化ビニルモノマーは国際通り、大里村の各地点で一度、低濃度で検出されたのみであった。

### 5) クロロホルム

クロロホルムの年平均値及び検出頻度は国際通り0.32  $\mu\text{g}/\text{k}$  (9/12)、中央公園0.28  $\mu\text{g}/\text{k}$  (8/12)、知花0.09  $\mu\text{g}/\text{k}$  (5/7)、大里村0.34  $\mu\text{g}/\text{k}$  (7/9)であった。大里村の値が全国平均値で、他の場所では平均値以下であった。

### 6) 1,2-ジクロロエタン

1,2-ジクロロエタンは知花0.04  $\mu\text{g}/\text{k}$  (5/7)、大里村0.02  $\mu\text{g}/\text{k}$  (2/9)、那覇市内の国際通り0.06  $\mu\text{g}/\text{k}$  (7/12)、

中央公園0.03  $\mu\text{g}/\text{k}$  (5/12)で、何れの測定場所でも全国平均値0.16  $\mu\text{g}/\text{k}$  に比べると低かった。

### 7) ジクロロメタン

ジクロロメタンの年平均値は、国際通り0.35  $\mu\text{g}/\text{k}$  (9/12)、中央公園0.34  $\mu\text{g}/\text{k}$  (8/12)、知花0.31  $\mu\text{g}/\text{k}$  (5/7)、大里村0.26  $\mu\text{g}/\text{k}$  (6/9)で、全ての地点で環境基準値(150  $\mu\text{g}/\text{k}$ )<sup>6)</sup>及び全国平均値2.8  $\mu\text{g}/\text{k}$  に比べて低い値であった。

### 8) アクリロニトリル

アクリロニトリルの年平均値は国際通り0.53  $\mu\text{g}/\text{k}$  (9/10)、中央公園0.55  $\mu\text{g}/\text{k}$  (9/10)、知花0.59  $\mu\text{g}/\text{k}$  (6/7)、大里村0.42  $\mu\text{g}/\text{k}$  (7/9)で、大里村での値が若干低かった。

### 9) 1,3-ブタジエン

1,3-ブタジエンの年平均値は国際通り0.35  $\mu\text{g}/\text{k}$  (10/12)、中央公園0.15  $\mu\text{g}/\text{k}$  (7/12)、知花0.16  $\mu\text{g}/\text{k}$  (3/7)、大里村0.04  $\mu\text{g}/\text{k}$  (4/9)であった。大里村の値が環境基準と同じで、他の場所では環境基準値を超えているが、全国の値と比べると県内の測定値は低いほうであった。

今回測定したVOCsの中で、何れの測定地点でもトル

エンの年平均値が最も高かった。この値はベンゼン濃度の高い都市部（国際通り，中央公園，知花）で高いが，郊外の大里村では低かった。この傾向はエチルベンゼン，4-エチルトルエン，キシレン類の類縁化合物についても同様であった。

地球残留濃度が推定されている塩化メタンは，今回の測定地点の国際通りで1.38  $\mu\text{g}/\text{k}$ ，中央公園1.21  $\mu\text{g}/\text{k}$ ，知花1.38  $\mu\text{g}/\text{k}$ ，大里村1.24  $\mu\text{g}/\text{k}$  で地球残留平均値(1.26  $\mu\text{g}/\text{k}$ )とほぼ同レベルであった。

フロンガス類のフロン11とフロン12は各測定地点で毎月検出された。各地点のフロン11及びフロン12の年平均値は各々国際通り：1.59  $\mu\text{g}/\text{k}$ ，3.42  $\mu\text{g}/\text{k}$ ，中央公園：1.54  $\mu\text{g}/\text{k}$ ，3.08  $\mu\text{g}/\text{k}$ ，知花：1.59  $\mu\text{g}/\text{k}$ ，4.00  $\mu\text{g}/\text{k}$ ，大里村：1.49  $\mu\text{g}/\text{k}$ ，2.82  $\mu\text{g}/\text{k}$ であった。大里村に比べて都市部での測定値がわずかに高い傾向にあった。

#### IV 考察

沖縄県の大気中に毎月検出されるVOCsの数は少なく，その年平均値は全国の値と比べても顕著に高い値はなかった。しかしながら，車の排気ガス中に含まれるベンゼン，トルエン，エチルベンゼン，4-エチルトルエン，キシレン類等は，都市部（国際通り，中央公園，知花）で毎月検出され，ベンゼン濃度の年平均値は環境基準値よりも高かった。一方，交通量の少ない大里村では環境基準よりはるかに低い値で，トルエン，エチルベンゼン，キシレン類，4-エチルトルエンについても同様の傾向であった。大里村よりさらに清浄地の沖縄本島最北端の辺戸岬では，さらに都市部との差が顕著であった<sup>5)</sup>。

図1に那覇市中央公園で実施した平成10～12年度の大気中ベンゼン濃度の推移を示した。図に示されるように中央公園で測定したベンゼンの年平均値は高い値を示している。中央公園は交通量の多い国際通りから約700m

離れた場所に位置し，那覇市の中心を網羅する主用道路に囲まれていることが，高い要因になっているものと思われる。

車が主な交通手段である沖縄県のVOCsの発生源は，車の排気ガスに限定されてくる。那覇市，沖縄市は県内では人口密度が高く，車の交通量の多い地域である。現時点で検出されているVOCsの暴露が，ヒトの健康にどの程度の影響を及ぼしてくるかは予測できない。今後はVOCsモニタリングの継続調査に併せて，呼吸器系疾患等の疫学調査の結果と比較した考察も重要になってくるものと思われる。

#### V 参考文献

- 1) 平良淳誠，友寄喜貴，与儀和夫，長嶺弘輝，金城義勝，吉田哲（2000）沖縄県那覇市内の揮発性有機有害汚染物質について  
ベンゼン，トリクロロエチレン，テトラクロロエチレン，ジクロロメタン，ジクロロエタン，クロロホルムの測定，沖縄県衛生環境研究所報34：137 - 144。
- 2) 沖縄総合事務局 陸運事務所，平成11年度沖縄総合事務局業務概況 平成11年7月。
- 3) 平良淳誠（2000）沖縄県内の大気汚染物質の調査揮発性有機有害汚染物質（45物質）について，沖縄県衛生環境研究所報34：59 - 62。
- 4) 環境庁大気保全局大気規制課，平成11年度地方公共団体等における有害大気汚染物質モニタリング調査結果について。
- 5) 平良淳誠（2001）沖縄県辺戸岬での大気中揮発性有機化合物のバックグラウンド濃度の測定，沖縄県衛生環境研究所報35：63 - 66。
- 6) 環境省，官報（平成13年4月20日），第3100号：10。

