

# 最終処分場発生ガス中の揮発性有機化合物に関する調査

富田弘樹・久保倉宏一・草野陽子・中島亜矢子\*

福岡市保健環境研究所廃棄物試験研究センター

\*福岡市保健環境研究所環境科学部門

## Research on Volatile Organic Compounds of Gases Generated from Landfill Sites

Hiroki TOMITA, Koichi KUBOKURA, Yoko KUSANO  
and Ayako NAKASHIMA\*

Waste Research Center, Fukuoka City Institute for Hygiene and the Environment

\*Environmental Science Division, Fukuoka City Institute for Hygiene and the Environment

### 要約

平成 15 年度から福岡市の最終処分場のガス抜き管発生ガスやガス抜き管周辺空気等の揮発性有機化合物(以下 VOC) 44 物質の調査を行っており、数か所のガス抜き管から高濃度にベンゼン、テトラクロロエチレン、フロン類等が検出された。平成 17 年度からは季節変動の把握のため、高濃度に VOC が検出されたガス抜き管を中心に調査を行った結果、若干の知見を得られた。また、ガス抜き管発生ガスが埋立業務従事者に与える影響はほとんど無いと考えられた。

**Key Words:** 最終処分場 landfill site, ガス抜き管 gas ventilation pipe,  
揮発性有機化合物 volatile organic compounds, フロン chlorofluorocarbon  
有害大気汚染物質 hazardous air pollutants

### はじめに

最終処分場のガス抜き管発生ガスの調査は、埋め立てられたごみの分解進行状況や跡地利用の可能性を把握するために重要である。発生ガスは、埋立物の種類や層内の条件等により異なるが、好気性分解や嫌気性分解を行い二酸化炭素やメタン等が発生すること<sup>1)</sup>はよく知られており、その研究は多い。

一方、埋立層内の発熱に伴い廃棄物自体から発生する VOC と有機化合物の微生物分解で発生する VOC に関しては報告例<sup>2-4)</sup>が少なく、発生の実態や環境に対する影響も明らかでないため、埋立業務従事者、廃棄物を持ち込んだ市民及び最終処分場近隣住民の不安も大きい。

そこで、平成15年度から福岡市の最終処分場のガス抜き管発生ガス及びガス抜き管周辺空気等の調査を行っており、数か所のガス抜き管から高濃度にベンゼン、テトラクロロエチレン、フロン類等が検出された<sup>5)</sup>。

平成17、18年度は、高濃度にVOCが検出されたガス

抜き管及び現在埋立中の最終処分場のガス抜き管から排出されるVOCの測定を継続して行い<sup>6)</sup>、発生するVOCの季節変動やそれら化合物の相関関係について検討したので報告する。

### 方法

#### 1. 調査場所

福岡市内の最終処分場のうち、VOCが高濃度に検出された埋立終了後のA処分場(既報<sup>5)</sup>ではB処分場)のガス抜き管及び現在埋立中のB処分場(既報<sup>5)</sup>ではC処分場)及びC処分場2地点(既報<sup>5)</sup>ではE処分場)のガス抜き管のVOC濃度を調査した。

A処分場は焼却灰や不燃ごみを主体として昭和53年から63年まで埋め立てられた処分場、B処分場は焼却灰や不燃ごみを主体として昭和63年から現在も埋め立て中の処分場、C処分場は焼却灰や不燃ごみを主体として平成8年から現在も埋め立て中の処分場である。

## 2. 調査時期

平成15年4月から平成19年3月

## 3. 調査方法

試料は、真空にしたキャニスターにシリコンチューブを接続し、ガス抜き管内部から採取した。

## 4. 分析条件

GC/MS HP6890, HP5973

カラム DB1 0.32mm×60m×1.0μm

昇温条件 0 (8min)→15 /min(50 )→5 /min  
(120 , 1min)→10 /min (220 , 2min)

検出法 SIM法

## 結果

最終処分場のガス抜き管発生ガスのVOC測定結果をTable 1, 2 に示す。なお、測定したVOC44物質の中で全地点の最大検出値が50μg/m<sup>3</sup>未満であった21物質は物質名のみをTable 3に示す。

A処分場の発生ガスから高濃度にベンゼン、エチルベンゼン、キシレン、トルエン、CFC-12、塩化ビニル等が、B処分場の発生ガスから高濃度にエチルベンゼン、キシレン、トルエン、CFC-11等が検出された。また、C処分場の発生ガス(C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>の2か所)からCFC-11、CFC-12、CFC-114が検出されたが、それ以外のVOC濃度は他の処分場と比較して極めて低い濃度であった。

季節変動の把握のため、環境基準が定められているベンゼン等の有害大気汚染4物質の濃度変化をFig.1, 2に示す。

A処分場、B処分場共に、夏季に高濃度を示して冬季に減少しており、埋立層内部温度との関係が考えられた。このことは、他のVOCについても同様であった。C処分場は、全体的に低濃度であるため、明確な季節変動はみられなかった。

VOCの発生要因を把握するため、最終処分場のガス抜き管発生ガス中VOCの相関行列を求め、その結果をTable 4に示す。

A処分場は、ベンゼン環を持つ芳香族炭化水素間で相関が得られており、ベンゼンと有意水準1%の高い相関が得られたものは、トリクロロエチレン、フロン114及び塩化ビニルであり、トリクロロエチレンと高い相関が得られたものはフロン114及び塩化ビニルであった。B処分場は、ベンゼンとフロン類で高い相関が得られ、エチルベンゼンとトルエンとキシレンとの間でそれぞれ高い相関が得られた。C処分場は、高い相関が得られた項目があるものの、全体的に低濃度であるため、明確なことはわからなかった。

## 考察

最終処分場のVOC発生は、埋め立てられたVOCそのものによるもの、プラスチック等の加熱によるもの、プラスチック等の微生物分解に伴うものなどが考えられる。トルエンは、種々の嫌氣的条件下で最も発生しやすい芳香族炭化水素であるといわれており<sup>7)</sup>、一方でベンゼンの発生は、このトルエンの存在で阻害を受けるといわれている<sup>8)</sup>。また、プラスチック等の加熱によるVOCの発生は、ベンゼン、トルエン、キシレン等が報告されているが、加熱のみで埋立層内部の高濃度ベンゼン発生を説明できないといわれている<sup>9)</sup>。A処分場は、約30年前に埋立開始されており、高濃度メタンが検出されている<sup>10)</sup>ので、埋立層内部は嫌氣的微生物分解によりトルエンが発生する可能性がある。しかし、ベンゼンも同時に発生していることから、嫌氣的微生物分解のみで両物質が生成しているとは断定しがたい。さらに、A処分場は埋立が終了して年数が経っていることから、プラスチック等の加熱のみでVOCが発生しているとは考えにくく、埋立層内部でのプラスチック等の嫌氣的微生物分解と加熱によって、VOCが発生していると推論できる。

B処分場の発生ガスの成分は、場所によってはメタンの発生があるものの濃度は低く<sup>10)</sup>、比較的好氣的な埋立層であるため、埋立層内部でのプラスチック等の加熱によって、VOCが発生していることが考えられる。

C処分場の発生ガスの成分は、空気の組成に近く<sup>10)</sup>、好氣的な埋立層であるため、埋立層内部でのプラスチック等の嫌氣的微生物分解は生じていないと考えられることから、比較的高濃度で検出されたフロン類は、埋立物から直接発生していると考えられる。

最終処分場は大気汚染防止法に定める指定物質排出施設でないため抑制基準は適用されないが、指定物質抑制基準のあるベンゼン、テトラクロロエチレン、トリクロロエチレンが数か所のガス抜き管で検出された。しかし、ガスの発生量が少ないため、ガス抜き管周辺空気の濃度は、市内一般環境大気中の濃度<sup>11)</sup>と比較して差異は認められず、最終処分場周辺環境への影響が無いことがわかった。

また、本調査で得られた発生ガスとガス抜き管周辺空気のVOC濃度は、日本産業衛生学会定義の「作業環境空気中の化学物質の許容濃度」<sup>12)</sup>と比較して、基準より極めて低く、埋立業務従事者等に与える影響はほとんど無いと考えられた。

## 文献

- 1) 最終処分場技術システム研究会：廃棄物最終処分場技術システムハンドブック、579、環境産業新聞社、1999

- 2) 国立環境研究所: 廃棄物埋立処分地から発生する揮発性物質に関する研究, 廃棄物埋立処分に起因する有害物質暴露量の評価手法に関する研究, 10 ~ 18, 1999
- 3) 山口貴史, 他: 廃棄物処分場から発生する揮発性有機化合物の簡易測定法の検討, 全国環境研協議会企画部会廃棄物小委員会廃棄物研究発表会講演集, 23 ~ 30, 2004
- 4) S.C.Zou, et al.: Characterization of ambient volatile organic compounds at a landfill site Guangzhou, South China, Chemosphere, 51, 1015 ~ 1022, 2003
- 5) 富田弘樹, 他: 最終処分場発生ガスの揮発性有機化合物に関する調査研究, 福岡市保健環境研究所報, 30, 70 ~ 73, 2005
- 6) 富田弘樹, 他: 最終処分場発生ガス中の揮発性有機化合物調査結果, 福岡市保健環境研究所報, 31, 176 ~ 179, 2006

- 7) Holloeger, C., et al.: Anaerobic biodegradation of hydrocarbons, Current Opinion in Biotechnology, №7, 326 ~ 330, 1996
- 8) Johnson, S.J, et al.: Contribution of anaerobic microbial activity to natural attenuation of benzene in groundwater, Engineering Geology, 343 ~ 349, 2003
- 9) Samerjai, P: A comparison of VOC emission from landfills between Japan and Thailand, 東京工業大学浦瀬研究室修士論文, 2005
- 10) 廃棄物試験研究センター: 埋立場発生ガス測定結果, 試験結果報告書(平成17年度), 201, 2006(内部資料)
- 11) 福岡市環境局: 平成18年度版 ふくおかの環境, 193 ~ 194
- 12) 日本産業衛生学会: Recommendation of Occupational Exposure Limits, J Occup Health, 48, 290 ~ 306, 2006

Table 1 VOC concentration of generated gases from A,B landfill sites

( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

| Compound name            | Sampling point<br>Date | A Landfill Site    |                    |                    |                    |                   |           |           |           |                      | B Landfill Site   |                    |                    |                   |           |           |           |                     |
|--------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|----------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|---------------------|
|                          |                        | 2003/4/23<br>( 1 ) | 2004/1/20<br>( 1 ) | 2005/4/20<br>( 1 ) | 2005/10/4<br>( 1 ) | 2006/2/8<br>( 1 ) | 2006/6/14 | 2006/10/4 | 2007/1/17 | 2004/1/20<br>( 1,2 ) | 2004/3/9<br>( 1 ) | 2005/1/19<br>( 1 ) | 2005/10/4<br>( 1 ) | 2006/2/8<br>( 1 ) | 2006/6/14 | 2006/10/4 | 2007/1/17 | 2004/3/9<br>( 1,2 ) |
| benzene                  |                        | 698                | 1,200              | 258                | 892                | 23.2              | 614       | 731       | 13.7      | 1.5                  | 18.2              | 8.9                | 14.3               | 2.6               | 31.4      | 10.7      | 13.7      | 1.7                 |
| dichloromethane          |                        | 8.7                | 4.8                | 2.6                | 2.7                | 0.3               | 5.1       | 2.5       | 0.7       | 0.5                  | 2.8               | 1.4                | 2.4                | 0.6               | 3.8       | 2.3       | 0.7       | 1.2                 |
| tetrachloroethylene      |                        | 30.8               | 26.2               | 30.1               | 25.7               | 1.0               | 12.3      | 14.5      | 1.2       | 0.6                  | 2.8               | 1.1                | 6.1                | 0.2               | 2.5       | 2.9       | 1.2       | <0.1                |
| trichloroethylene        |                        | 26.1               | 36.2               | 21.5               | 28.1               | 3.1               | 21.8      | 23.1      | 1.6       | <0.1                 | 1.2               | 0.6                | 2.0                | 0.2               | 1.4       | 0.6       | 1.6       | <0.1                |
| 1,3-butadiene            |                        | 0.4                | <0.1               | 38.6               | 129                | 44.1              | 0.3       | 0.6       | <0.1      | 0.1                  | 0.1               | <0.1               | 6.1                | <0.1              | <0.1      | <0.1      | <0.1      | 0.1                 |
| chlorobenzene            |                        | 47.3               | 108                | 279                | 92.9               | 1.1               | 22.7      | 22.2      | 1.1       | <0.1                 | 9.0               | 0.3                | 1.0                | <0.1              | 3.3       | 0.2       | 1.1       | <0.1                |
| 3-chloro-1-propene       |                        | 74.9               | <0.1               | 89.6               | 0.8                | <0.1              | 120       | 0.4       | 0.1       | <0.1                 | 0.1               | <0.1               | <0.1               | <0.1              | <0.1      | <0.1      | 0.1       | <0.1                |
| o-dichlorobenzene        |                        | 109                | 165                | 69.8               | 138                | <0.1              | 1.5       | 3.4       | <0.1      | <0.1                 | 0.4               | <0.1               | 0.5                | <0.1              | 1.5       | <0.1      | <0.1      | <0.1                |
| p-dichlorobenzene        |                        | 228                | 282                | 127                | 299                | 0.2               | 7.6       | 9.4       | 2.4       | 0.4                  | 1.7               | 0.3                | 2.1                | 0.1               | 4.3       | 2.7       | 2.4       | 0.3                 |
| 1,1-dichloroethane       |                        | 86.0               | 111                | 78.7               | 85.1               | 27.8              | 65.0      | 63.9      | 2.1       | <0.1                 | 4.1               | 2.7                | 5.2                | 1.1               | 5.6       | 3.3       | 2.1       | <0.1                |
| cis-1,2-dichloroethylene |                        | 109                | 146                | 40.1               | 87.6               | 4.0               | 94.6      | 73.0      | 0.6       | <0.1                 | <0.1              | <0.1               | <0.1               | <0.1              | 1.9       | <0.1      | 0.6       | <0.1                |
| ethylbenzene             |                        | 4,310              | 7,820              | 1,080              | 8,000              | 5.7               | 1,330     | 1,750     | 53.9      | 1.1                  | 646               | 70.9               | 595                | 5.0               | 507       | 171       | 53.9      | 1.1                 |
| 1-ethyl-4-methyl-benzene |                        | 274                | 362                | 108                | 215                | 0.6               | 14.6      | 26.5      | 3.2       | 0.4                  | 27.3              | 2.8                | 23.9               | 0.4               | 9.5       | 5.0       | 3.2       | 0.2                 |
| 1,2,4-trimethylbenzene   |                        | 747                | 1,030              | 279                | 536                | 1.4               | 21.4      | 40.0      | 7.6       | 1.0                  | 83.8              | 7.0                | 67.9               | 1.2               | 21.2      | 12.8      | 7.6       | 0.8                 |
| 1,3,5-trimethylbenzene   |                        | 458                | 427                | 183                | 231                | 0.5               | 17.2      | 25.6      | 2.2       | 0.3                  | 52.5              | 3.3                | 51.3               | 0.4               | 16.0      | 6.7       | 2.2       | 0.2                 |
| freon11                  |                        | 15.3               | 10.9               | 12.4               | 14.4               | 5.5               | 13.5      | 14.2      | 6.4       | 1.9                  | 28.9              | 19.8               | 34.1               | 8.2               | 106       | 20.4      | 6.4       | 1.8                 |
| freon12                  |                        | 177                | 167                | 194                | 151                | 166               | 188       | 167       | 9         | 4.0                  | 39.7              | 23.4               | 31.6               | 9.6               | 84.0      | 58.2      | 9.0       | 3.2                 |
| freon114                 |                        | 72.4               | 97.1               | 62.4               | 63.6               | 31.8              | 76.6      | 67.0      | 1.2       | <0.1                 | 5.5               | 2.9                | 2.0                | 0.7               | 28.9      | 5.1       | 1.2       | 0.1                 |
| toluene                  |                        | 1,670              | 924                | 161                | 231                | 20.0              | 398       | 188       | 111       | 4.8                  | 1,860             | 439                | 1,860              | 62.1              | 926       | 649       | 111       | 5.8                 |
| vinylchloride            |                        | 1,020              | 1,560              | 468                | 686                | 71.5              | 1,070     | 694       | 0.5       | <0.1                 | <0.1              | <0.1               | <0.1               | 0.2               | 2.4       | 0.1       | 0.5       | <0.1                |
| m,p-xylene               |                        | 3,440              | 4,470              | 1,470              | 2,310              | 9.2               | 448       | 272       | 24.3      | 1.3                  | 591               | 72.9               | 602                | 6.7               | 300       | 72.5      | 24.3      | 1.3                 |
| o-xylene                 |                        | 1,410              | 1,420              | 570                | 631                | 2.8               | 150       | 148       | 12.7      | 0.5                  | 204               | 22.6               | 206                | 2.1               | 101       | 43.6      | 12.7      | 0.8                 |

1 : From the previous report

2 : Atmosphere around gas ventilation pipe (continuous sampling for 24 hours)

Table 2 VOC concentration of generated gases from C landfill site

 $(\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 

| Sampling<br>point<br><br>Date | C Landfill Site (C <sub>1</sub> ) |                    |                   |                    |                    |           |          |           |           |                      |                   | C Landfill Site (C <sub>2</sub> ) |                    |           |          |           |           |  |  |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-----------|----------|-----------|-----------|----------------------|-------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------|----------|-----------|-----------|--|--|
|                               | 2003/4/23<br>( 1 )                | 2004/12/9<br>( 1 ) | 2005/3/9<br>( 1 ) | 2005/9/14<br>( 1 ) | 2006/1/12<br>( 1 ) | 2006/5/17 | 2006/9/5 | 2006/12/5 | 2007/3/13 | 2004/12/9<br>( 1,2 ) | 2005/3/9<br>( 1 ) | 2005/9/14<br>( 1 )                | 2006/1/12<br>( 1 ) | 2006/5/17 | 2006/9/5 | 2006/12/5 | 2007/3/13 |  |  |
|                               | Compound name                     |                    |                   |                    |                    |           |          |           |           |                      |                   |                                   |                    |           |          |           |           |  |  |
| benzene                       | 0.7                               | 1.2                | 1.6               | 0.6                | 1.3                | 2.2       | 2.0      | 4.7       | 0.3       | 1.0                  | 1.2               | 0.3                               | 0.8                | 5.5       | 1.1      | 3.5       | 0.8       |  |  |
| dichloromethane               | 0.6                               | 0.7                | 0.3               | 0.2                | 0.3                | 0.5       | 0.2      | 0.2       | 0.1       | 0.6                  | 0.7               | 0.3                               | 0.2                | 1.4       | 0.3      | 0.2       | 0.2       |  |  |
| tetrachloroethylene           | 0.9                               | 0.1                | 0.3               | 0.2                | 0.8                | 0.7       | 0.1      | 0.3       | 0.2       | <0.1                 | 0.1               | 0.1                               | 0.4                | 0.4       | <0.1     | 0.3       | 0.4       |  |  |
| trichloroethylene             | 0.4                               | 0.1                | 0.3               | 0.2                | 0.6                | 0.3       | 0.2      | <0.1      | 0.2       | 0.1                  | 0.2               | 0.4                               | 0.2                | 0.1       | <0.1     | <0.1      | 0.2       |  |  |
| 1,3-butadiene                 | 0.9                               | <0.1               | <0.1              | <0.1               | <0.1               | <0.1      | <0.1     | 0.2       | <0.1      | <0.1                 | <0.1              | <0.1                              | <0.1               | <0.1      | <0.1     | 0.1       | <0.1      |  |  |
| chlorobenzene                 | 0.2                               | <0.1               | 0.1               | <0.1               | 0.1                | 0.2       | 0.1      | <0.1      | <0.1      | <0.1                 | <0.1              | <0.1                              | <0.1               | 0.1       | 0.1      | <0.1      | <0.1      |  |  |
| 3-chloro-1-propene            | <0.1                              | <0.1               | <0.1              | <0.1               | <0.1               | <0.1      | <0.1     | <0.1      | 0.1       | <0.1                 | <0.1              | <0.1                              | <0.1               | <0.1      | <0.1     | <0.1      | <0.1      |  |  |
| o-dichlorobenzene             | <0.1                              | <0.1               | <0.1              | <0.1               | <0.1               | <0.1      | <0.1     | <0.1      | <0.1      | <0.1                 | <0.1              | <0.1                              | <0.1               | <0.1      | <0.1     | <0.1      | <0.1      |  |  |
| p-dichlorobenzene             | 1.7                               | 0.9                | 1.2               | 1.2                | 1.1                | 1.5       | 1.0      | 0.7       | 0.3       | 0.1                  | 1.2               | 0.9                               | 0.5                | 1.1       | 0.8      | 0.8       | 0.5       |  |  |
| 1,1-dichloroethane            | 0.9                               | 0.4                | 0.4               | 0.1                | 0.3                | 0.4       | 0.3      | <0.1      | <0.1      | <0.1                 | 0.3               | 0.2                               | 0.1                | 0.6       | 0.1      | <0.1      | 0.1       |  |  |
| cis-1,2-dichloroethylene      | 0.4                               | <0.1               | 0.1               | 0.1                | 0.2                | <0.1      | 0.1      | <0.1      | <0.1      | <0.1                 | <0.1              | <0.1                              | <0.1               | <0.1      | <0.1     | <0.1      | <0.1      |  |  |
| ethylbenzene                  | 1.0                               | 7.9                | 7.2               | 0.7                | 4.3                | 4.2       | 5.5      | 9.9       | 0.5       | 0.7                  | 4.9               | 0.5                               | 2.8                | 7.4       | 2.6      | 9.9       | 2.8       |  |  |
| 1-ethyl-4-methyl-benzene      | 0.3                               | 1.5                | 1.9               | 0.3                | 1.3                | 1.0       | 0.7      | 3.5       | 0.4       | 0.1                  | 1.5               | 0.3                               | 0.7                | 0.7       | 0.5      | 3.7       | 0.7       |  |  |
| 1,2,4-trimethylbenzene        | 1.0                               | 5.4                | 6.3               | 1.5                | 4.4                | 3.6       | 2.0      | 12.8      | 2.1       | 0.5                  | 5.2               | 1.2                               | 2.6                | 2.5       | 1.4      | 14.6      | 2.6       |  |  |
| 1,3,5-trimethylbenzene        | 0.9                               | 2.2                | 2.0               | 0.4                | 2.0                | 1.1       | 0.8      | 2.9       | 0.4       | 0.1                  | 1.5               | 0.3                               | 0.7                | 0.7       | 0.5      | 3.2       | 0.7       |  |  |
| freon11                       | 212                               | 28.5               | 34.3              | 20.7               | 31.6               | 36.0      | 41.1     | 16.3      | 8.6       | 2.9                  | 145               | 132                               | 13.3               | 58.7      | 14.9     | 23.7      | 13.3      |  |  |
| freon12                       | 252                               | 67.6               | 155               | 34.3               | 64.2               | 76.3      | 75.5     | 15.5      | 17.8      | 3.9                  | 136               | 38.8                              | 46.4               | 118       | 57.1     | 23.1      | 46.4      |  |  |
| freon114                      | 36.2                              | 24.4               | 206               | 8.3                | 19.3               | 36.1      | 57.3     | 4.9       | 13.0      | 0.2                  | 11.7              | 7.3                               | 2.7                | 16.8      | 5.7      | 2.4       | 2.7       |  |  |
| toluene                       | 2.2                               | 18.1               | 22.1              | 1.3                | 12.8               | 7.5       | 7.8      | 37.7      | 0.5       | 3.9                  | 14.5              | 0.6                               | 9.0                | 13.4      | 5.5      | 33.8      | 9.0       |  |  |
| vinylchloride                 | 0.5                               | <0.1               | <0.1              | 0.1                | 0.1                | 0.2       | 0.1      | <0.1      | <0.1      | <0.1                 | <0.1              | <0.1                              | <0.1               | <0.1      | <0.1     | <0.1      | <0.1      |  |  |
| m,p-xylene                    | 1.8                               | 11.1               | 17.7              | 1.3                | 6.4                | 5.7       | 3.5      | 8.2       | 0.3       | 0.8                  | 11.3              | 0.8                               | 4.0                | 7.5       | 1.7      | 8.1       | 4.0       |  |  |
| o-xylene                      | 0.9                               | 4.2                | 7.4               | 0.6                | 2.9                | 2.4       | 3.0      | 4.3       | 0.3       | 0.3                  | 5.1               | 0.4                               | 1.5                | 2.6       | 1.5      | 4.5       | 1.5       |  |  |

1 : From the previous report

2 : Atmosphere around gas ventilation pipe (continuous sampling for 24 hours)

Table 3 Measurement compound name (except the compounds in Table 1,2)

acrylonitrile, bromomethane, carbontetrachloride, chloroethane, chlorohorm, chloromethane, 1,2-dibromoethane, m-dichlorobenzene, 1,2-dichloroethane, 1,1-dichloroethylene, 1,2-dichloropropane, cis-1,3-dichloropropene, trans-1,3-dichloropropene, ethylene oxide, freon113, hexachloro-1,3-butadiene, styrene, 1,1,2,2-tetrachloroethane, 1,2,4-trichlorobenzene, 1,1,1-trichloroethane, 1,1,2-trichloroethane

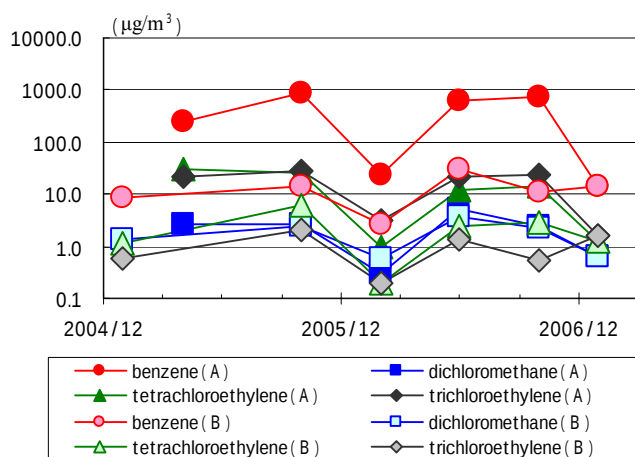


Fig.1 Concentration change of harmful air pollutants in gases generated from A,B landfill sites

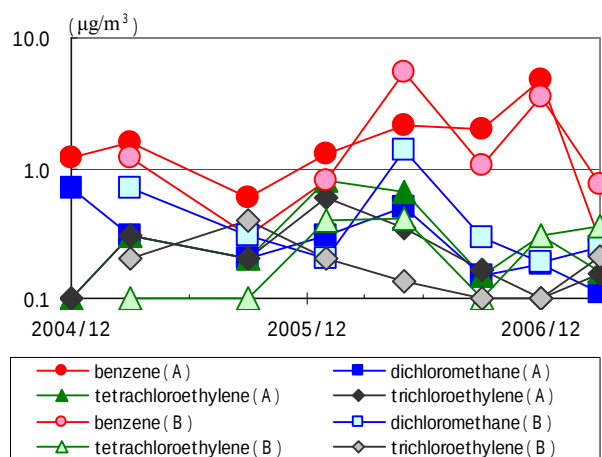
Fig.2 Concentration change of harmful air pollutants in gases generated from  $C_1, C_2$  landfill sites

Table 4 Correlation matrix between VOC concentrations of generated gases from landfill sites

| A Landfill Site (n=8) |                          | 1        | 2        | 3        | 4        | 5       | 6       | 7       | 8        | 9        | 10       | 11       | 12       | 13       | 14       | 15       | 16      | 17      | 18       | 19       | 20      | 21       | 22    |
|-----------------------|--------------------------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|----------|----------|---------|----------|-------|
| Ne                    | Compound name            | 1        | 2        | 3        | 4        | 5       | 6       | 7       | 8        | 9        | 10       | 11       | 12       | 13       | 14       | 15       | 16      | 17      | 18       | 19       | 20      | 21       | 22    |
| 1                     | benzene                  | 1.000    |          |          |          |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |          |          |         |          |       |
| 2                     | dichloromethane          | 0.581    | 1.000    |          |          |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |          |          |         |          |       |
| 3                     | tetrachloroethylene      | 0.643    | 0.663    | 1.000    |          |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |          |          |         |          |       |
| 4                     | trichloroethylene        | ** 0.938 | 0.654    | ** 0.844 | 1.000    |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |          |          |         |          |       |
| 5                     | 1,3-butadiene            | 0.067    | - 0.303  | 0.198    | 0.103    | 1.000   |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |          |          |         |          |       |
| 6                     | chlorobenzene            | 0.108    | 0.059    | 0.690    | 0.407    | 0.257   | 1.000   |         |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |          |          |         |          |       |
| 7                     | 3-chloro-1-propene       | - 0.055  | 0.545    | 0.332    | 0.273    | - 0.249 | 0.329   | 1.000   |          |          |          |          |          |          |          |          |         |         |          |          |         |          |       |
| 8                     | o-dichlorobenzene        | * 0.729  | 0.484    | * 0.804  | * 0.832  | 0.346   | 0.270   | - 0.111 | 1.000    |          |          |          |          |          |          |          |         |         |          |          |         |          |       |
| 9                     | p-dichlorobenzene        | * 0.713  | 0.497    | * 0.810  | * 0.755  | 0.431   | 0.421   | - 0.098 | ** 0.989 | 1.000    |          |          |          |          |          |          |         |         |          |          |         |          |       |
| 10                    | 1,1-dichloroethane       | ** 0.865 | 0.655    | ** 0.890 | ** 0.972 | 0.136   | 0.510   | 0.229   | * 0.809  | * 0.786  | 1.000    |          |          |          |          |          |         |         |          |          |         |          |       |
| 11                    | cis-1,2-dichloroethylene | ** 0.953 | * 0.773  | 0.692    | ** 0.937 | - 0.100 | 0.126   | 0.188   | * 0.707  | 0.684    | ** 0.889 | 1.000    |          |          |          |          |         |         |          |          |         |          |       |
| 12                    | ethylbenzene             | ** 0.867 | 0.430    | 0.660    | * 0.804  | 0.411   | 0.194   | - 0.244 | ** 0.922 | ** 0.930 | * 0.776  | * 0.783  | 1.000    |          |          |          |         |         |          |          |         |          |       |
| 13                    | 1-ethyl-4-methyl-benzene | * 0.763  | 0.625    | * 0.784  | * 0.786  | 0.120   | 0.339   | - 0.076 | ** 0.966 | ** 0.941 | * 0.815  | * 0.785  | ** 0.862 | 1.000    |          |          |         |         |          |          |         |          |       |
| 14                    | 1,2,4-trimethylbenzene   | * 0.747  | 0.621    | * 0.760  | * 0.767  | 0.075   | 0.328   | - 0.080 | ** 0.954 | ** 0.921 | * 0.799  | * 0.777  | ** 0.862 | ** 0.998 | 1.000    |          |         |         |          |          |         |          |       |
| 15                    | 1,3,5-trimethylbenzene   | 0.657    | * 0.737  | * 0.826  | * 0.730  | 0.022   | 0.362   | 0.072   | ** 0.905 | ** 0.888 | * 0.782  | * 0.735  | * 0.761  | ** 0.967 | ** 0.966 | 1.000    |         |         |          |          |         |          |       |
| 16                    | freon11                  | 0.668    | 0.701    | * 0.762  | * 0.783  | 0.108   | 0.284   | 0.453   | 0.414    | 0.469    | * 0.729  | 0.699    | 0.474    | 0.419    | 0.377    | 0.463    | 1.000   |         |          |          |         |          |       |
| 17                    | freon12                  | 0.427    | 0.455    | 0.559    | 0.592    | 0.108   | 0.394   | 0.468   | 0.275    | 0.266    | 0.705    | 0.506    | 0.234    | 0.284    | 0.270    | 0.321    | 0.568   | 1.000   |          |          |         |          |       |
| 18                    | freon114                 | ** 0.861 | 0.676    | * 0.736  | ** 0.936 | - 0.050 | 0.344   | 0.327   | 0.606    | 0.571    | ** 0.945 | ** 0.914 | 0.633    | 0.655    | 0.645    | 0.620    | * 0.724 | * 0.786 | 1.000    |          |         |          |       |
| 19                    | toluene                  | 0.514    | ** 0.925 | 0.592    | 0.540    | - 0.340 | - 0.020 | 0.278   | 0.564    | 0.562    | 0.559    | 0.687    | 0.467    | * 0.731  | * 0.738  | ** 0.843 | 0.475   | 0.266   | 0.522    | 1.000    |         |          |       |
| 20                    | vinylchloride            | ** 0.904 | * 0.757  | 0.637    | ** 0.901 | - 0.225 | 0.150   | 0.263   | 0.636    | 0.590    | ** 0.864 | ** 0.981 | 0.687    | * 0.731  | * 0.733  | 0.684    | 0.623   | 0.531   | ** 0.925 | 0.659    | 1.000   |          |       |
| 21                    | m,p-xylene               | * 0.754  | 0.670    | * 0.793  | * 0.793  | 0.048   | 0.356   | 0.000   | ** 0.947 | ** 0.914 | * 0.827  | * 0.802  | ** 0.845 | ** 0.995 | ** 0.997 | ** 0.975 | 0.425   | 0.317   | 0.683    | * 0.765  | * 0.764 | 1.000    |       |
| 22                    | o-xylene                 | 0.687    | * 0.760  | * 0.814  | * 0.756  | - 0.061 | 0.348   | 0.096   | ** 0.885 | ** 0.856 | * 0.801  | * 0.775  | * 0.746  | ** 0.965 | ** 0.968 | ** 0.994 | 0.465   | 0.344   | 0.665    | ** 0.858 | * 0.740 | ** 0.979 | 1.000 |

\*\* Significance Level 1%

\* Significance Level 5%

— All the detection values are below the determination limit