

## 부산시내 토양 중의 다이옥신 오염실태 조사

○ 부산지역 토양 중의 다이옥신 오염실태 파악으로 중장기 환경기준 마련 및 토양정화 대책 수립의 기초자료 구축

### 1. 조사개요

- 조사근거 : 폐기물분석과-3(2007.01.08)
- 조사목적 : 2005~6년의 연구사업 수행 후 지속적인 토양오염실태조사를 강화하여 향후 토양 오염 정화대책의 기초자료 구축
- 조사기간 : 1년(2007년 1월~2007년 12월)
- 조사항목 : 다이옥신류(17종)
- 조사대상 : 폐기물 적치, 매립, 소각지역 등 10개 지역 29개 지점 및 대조지역 1개 지점
- 조사방법 : 토양오염공정시험방법 및 JIS Method K 3011과 3012

### 2. 조사내용 및 방법

- 시료채취기간 : 2007년 3월~2007년 5월
- 조사지역 및 지점

| 지역 구분                | 시료채취 지점   |
|----------------------|---|
| 공장 및 공업지역(7)         | SK(주)부산물류센터, (주)풍산마이크로텍, 극동제연공업(주), 부산 탱크터미널(주), 동일고무벨트, 광진목재상사, 동보체인1공장  |
| 공장폐수유입지역(1)          | (주)경기색소   |
| 교통관련시설지역(3)          | 가야차량사무소, (주)강남, 노포차량기지  |
| 금속광산지역(2)            | 철마임기납석광산, 정관용천납석광산  |
| 금속제련소지역(3)           | YK 스틸, 한국주철관공업(주), 대한제강(주)  |
| 기타토지개발지역(2)          | 문현금융단지-2, 육군제7376부대   |
| 사고발생및민원유발지역(1)       | 온천천고수부지   |
| 어린이놀이터지역(1)          | 학장초등학교  |
| 원광석, 고철 야적지역(2)      | 민하산업, 경남기업  |
| 폐기물 적치, 매립, 소각 지역(7) | 동삼동매립지, 동국제강(주)슬래그매립지, (주)썩시엔, 명지주거단지 쓰레기소각장, 삼정환경산업, 부산리사이클링(주), (주)영남환경 |
| 대조지역(1)              | 강서구 천가동(가덕도)  |

□ 조사항목

- 총 210종의 다이옥신류 중 독성이 알려진 17종의 다이옥신류를 조사하였으며, 그 독성 등 가계수는 다음 표 1과 같다.

표 1. 분석항목 및 독성등가계수

| No. | Chemicals           | I-TEF | No. | Chemicals           | I-TEF |
|-----|---------------------|-------|-----|---------------------|-------|
| 1   | 2,3,7,8-TCDF        | 0.100 | 11  | 2,3,7,8-TCDD        | 1.000 |
| 2   | 1,2,3,7,8-PeCDF     | 0.050 | 12  | 1,2,3,7,8-PeCDD     | 0.500 |
| 3   | 2,3,4,7,8-PeCDF     | 0.500 | 13  | 1,2,3,4,7,8-HxCDD   | 0.100 |
| 4   | 1,2,3,4,7,8-HxCDF   | 0.100 | 14  | 1,2,3,6,7,8-HxCDD   | 0.100 |
| 5   | 1,2,3,6,7,8-HxCDF   | 0.100 | 15  | 1,2,3,7,8,9-HxCDD   | 0.100 |
| 6   | 2,3,4,6,7,8-HxCDF   | 0.100 | 16  | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD | 0.010 |
| 7   | 1,2,3,7,8,9-HxCDF   | 0.100 | 17  | OCDD                | 0.001 |
| 8   | 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF | 0.010 |     |                     |       |
| 9   | 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF | 0.010 |     |                     |       |
| 10  | OCDF                | 0.001 |     |                     |       |

□ 조사방법

○ 시료채취방법

- ▷ 토양오염공정시험방법에 따라 각 지점에서 지표면으로부터 0~15 cm 사이의 표토를 토양시료 채취기를 이용하여 채취한 후 풍건하여 체걸음(0.15 mm)한 후 균일하게 혼합

○ 분석방법

- ▷ 전처리방법 : JIS Method K 3011과 3012

균일하게 혼합되어진 토양시료를 10~50 g씩 Thimble filter에 담아 톨루엔으로 속실텍 추출한 후 추출시료의 일부를 산성 실리카겔, 멀티실리카겔, 알루미늄, 카본 컬럼 순으로 정제과정을 거쳐 기기분석시료로 하였으며, 분석절차는 그림 1에 나타내었다.

- ▷ 기기분석방법

분석기기는 HRGC/HRMS(HP 6890/Autospec Ultima)를 사용하였으며, 기기의 조건은 표 2, 3과 같다.

□ 토양환경 중의 다이옥신 기준

우리나라에서는 아직 환경기준이 설정되어 있지 않으나, 타 선진국의 경우는 표 4와 같다.

3. 조사결과

□ 지역별(토지이용형태별) 다이옥신 농도

- 다이옥신의 주 배출원인 폐기물처리지역에서 67.527 pg I-TEQ/g의 가장 높은 다이옥신 농도를 나타냄

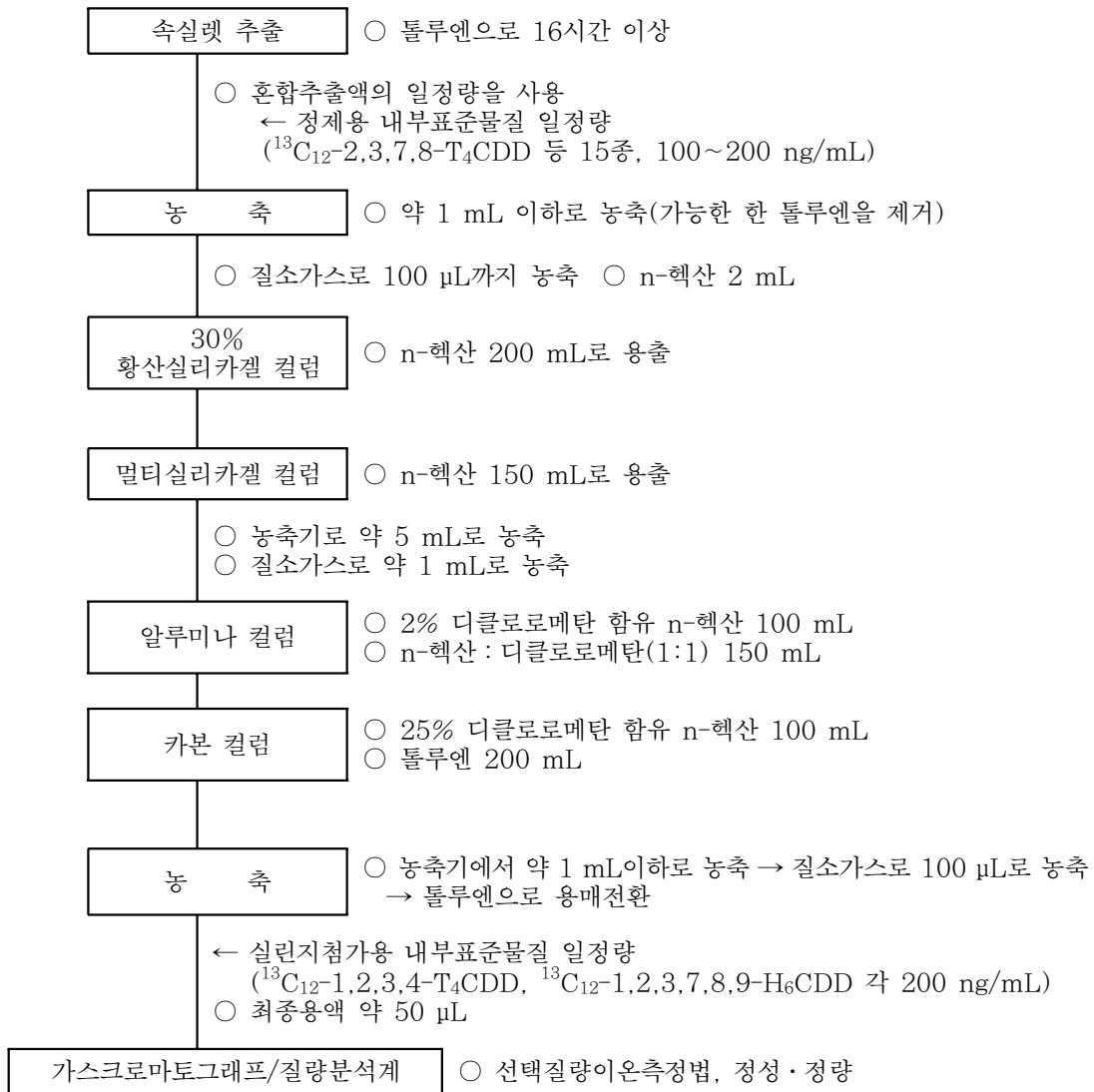


그림 1. 토양시료의 시료분석절차.

표 2. 가스크로마토그래프의 조건

| Descriptor       | Condition  |
|------------------|--|
| Instrument       | HP 6890  |
| Column           | SP-2331(60 m × 0.25 mm ID × 0.2 um film thickness)   |
| Carrier gas      | Helium 1.0 mL/min  |
| Injection mode   | Splitless mode   |
| Inlet temp.      | 260°C  |
| Oven ramping     | Initial temp. 100°C(5 min.)<br>20°C/min. → 200°C(7 min.)<br>5°C/min. → 260°C(36 min.)<br>10°C/min. → 270°C(2 min.) |
| Injection volumn | 2 uL   |

표 3. 질량분석기의 조건

| Descriptor             | Condition   |
|------------------------|---|
| Instrument             | Autospec Ultima                                     |
| Source temp.           | 260℃  |
| Electron energy        | 35.0 eV   |
| Resolution             | 10,000 이상   |
| Ionization mode        | Electron Ionization Positive Mode(EI <sup>+</sup> ) |
| Selected Ion Mode(SIM) | M+ and M+2 or M+2 and M+4                           |
| Interface temp.        |   |
| - Capillary line 1     | 260℃  |
| - Capillary line 2     | 260℃  |
| - Re-entrant           | 260℃  |
| - PFK septum           | 160℃  |

표 4. 각국의 다이옥신에 대한 토양환경기준

| 국가명               | 지역 구분    | 기준            |        |
|-------------------|----------|---------------|--------|
| 독일<br>(1998)      | 시가지      | 어린이놀이터        | 100    |
|                   |          | 주택지           | 1,000  |
|                   |          | 공원 및 레크리에이션장소 | 1,000  |
|                   |          | 상공업지역         | 10,000 |
| 미국<br>(EPA, 1998) | 거주지      | 1,000         |        |
|                   | 상업지, 공업지 | 5,000~20,000  |        |
| 일본<br>(환경청, 1999) | 거주지      | 1,000         |        |

- 그 외 원광석, 고철 야적지역 50.699, 금속제련소지역 50.357, 교통시설관련지역 29.778, 공장폐수유입지역 21.000 pg I-TEQ/g으로 높게 조사되어 고농도 오염지역으로 구분하였음
  - 공장및공업지역 12.038, 금속광산지역 7.351, 사고발생및민원유발지역 3.670, 기타 토지 개발지역 1.291, 어린이놀이터지역 0.548 pg I-TEQ/g으로 비교적 낮게 조사 되어 저농도 오염지역으로 구분하였음
  - 2005~6년도 수행한 연구사업 결과 중 본 조사와 중복된 지역에 대한 연도별 다이옥신 농도를 표 5에 나타내었다.
- 고농도 다이옥신 오염지역에서의 농도 분포
- 영남환경, 젝시엔 등 지정폐기물소각장의 다이옥신 오염도가 상당히 높은 수준이었고, 대한제강, YK스틸 등 금속제련업과 경남기업 등 고철 및 슬래그 야적지역의 다이옥신 농도가 높게 조사되었으며, 각 지점별 오염도는 표 6과 같다.

표 5. 각 지역의 연도별 다이옥신 농도 (단위 : pg I-TEQ/g)

| 지역 별            | 2007   | 2006   | 2005   |
|-----------------|--------|--------|--------|
| 공장및공업지역         | 12.038 | 6.420  | 52.308 |
| 공장폐수유입지역        | 21.000 | 0.482  | 7.934  |
| 교통시설관련지역        | 29.778 | -      | 3.768  |
| 금속광산지역          | 7.351  | 1.111  | 1.724  |
| 금속제련소지역         | 50.357 | 86.204 | 16.808 |
| 기타토지개발등지역       | 1.291  | -      | -      |
| 사고발생및민원유발지역     | 3.670  | -      | -      |
| 어린이놀이터지역        | 0.548  | -      | -      |
| 원광석, 고철 야적지역    | 50.699 | 3.489  | 4.664  |
| 폐기물적치, 매립, 소각지역 | 67.527 | 15.141 | 26.199 |
| 평 균             | 24.426 | 18.808 | 16.201 |

표 6. 고농도지역의 지점별 다이옥신 오염도 (단위 : pg I-TEQ/g)

| 지역별           | 지점별     | 다이옥신   | 지역별                                 | 지점별              | 다이옥신    |
|---------------|---------|--------|-------------------------------------|------------------|---------|
| 교통관련<br>시설지역  | 가야차량사무소 | 46.740 | 공장폐수<br>유입지역<br><br>폐기물적치<br>매립소각지역 | 경기색소             | 21.000  |
|               | 강남      | 39.172 |                                     | 동삼동매립지           | 1.633   |
|               | 노포차량기지  | 3.420  |                                     | 동국제강슬래그<br>매립지   | 1.065   |
| 금속제련소<br>지역   | YK스틸    | 51.575 |                                     | 첵시엔              | 137.217 |
|               | 한국주철관공업 | 16.216 |                                     | 명지주거단지<br>쓰레기소각장 | 0.489   |
|               | 대한제강    | 83.279 |                                     | 삼정환경산업           | 5.193   |
| 원광석고철<br>야적지역 | 민하산업    | 30.536 |                                     | 부산리사이클링          | 4.356   |
|               | 경남기업    | 70.862 |                                     | 영남환경             | 322.736 |

○ 다이옥신동족체 분포형태

- ▷ 고농도오염 전지역에서 2,3,4,7,8-PeCDF(5염화퓨란)가 32.2~39.9%(평균 35.9%)로 가장 우세하였고, 그 다음으로 6염화퓨란류가 27%를 차지한 것으로 조사되었으나, 교통관련시설지역에서는 1,2,3,4,6,7,8-HxCDF(7염화퓨란)이 13.0%로 2,3,4,7,8-PeCDF(32.2%)와 함께 우세하게 검출되었으며, 지역별 동족체의 개별 농도 및 분포율을 표 7과 그림 2에 각각 나타내었다.
- ▷ PCDF(퓨란류) 78.3%, PCDD(다이옥신류) 21.7%로 퓨란류가 다이옥신류보다 3.6배 높게 검출

표 7. 고농도오염지역의 다이옥신 동족체 분포

(단위 : pg I-TEQ/g)

| 항 목                 | 공장폐수 유입지역 | 교통관련 시설지역 | 금속제련소 지역 | 원광석고철 야적지역 | 폐기물적치 매립소각지역 |
|---------------------|-----------|-----------|----------|------------|--------------|
| 2,3,7,8-TCDF        | 1.647     | 1.355     | 4.216    | 2.347      | 1.309        |
| 1,2,3,7,8-PeCDF     | 0.901     | 0.965     | 2.010    | 1.783      | 2.445        |
| 2,3,4,7,8-PeCDF     | 7.879     | 9.602     | 18.772   | 20.228     | 21.937       |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDF   | 1.610     | 2.148     | 4.137    | 4.423      | 8.949        |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDF   | 1.274     | 1.907     | 3.276    | 3.767      | 7.826        |
| 2,3,4,6,7,8-HxCDF   | 1.727     | 2.195     | 3.644    | 6.539      | 8.971        |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDF   | 0.000     | 0.127     | 0.438    | 0.285      | 0.752        |
| 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF | 0.461     | 3.881     | 1.345    | 2.084      | 3.617        |
| 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF | 0.070     | 0.087     | 0.181    | 0.221      | 0.571        |
| OCDF                | 0.044     | 0.146     | 0.100    | 0.134      | 0.323        |
| 2,3,7,8-TCDD        | 1.434     | 1.054     | 1.903    | 1.129      | 1.194        |
| 1,2,3,7,8-PeCDD     | 1.671     | 2.092     | 3.675    | 2.614      | 3.605        |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDD   | 0.276     | 0.395     | 0.830    | 0.605      | 0.857        |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDD   | 0.625     | 1.023     | 1.586    | 1.252      | 1.466        |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDD   | 0.443     | 0.739     | 1.468    | 1.204      | 1.783        |
| 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD | 0.578     | 1.176     | 1.915    | 1.472      | 1.434        |
| OCDD                | 0.360     | 0.884     | 0.862    | 0.612      | 0.491        |
| 총 다이옥신              | 21.000    | 29.778    | 50.357   | 50.699     | 67.527       |

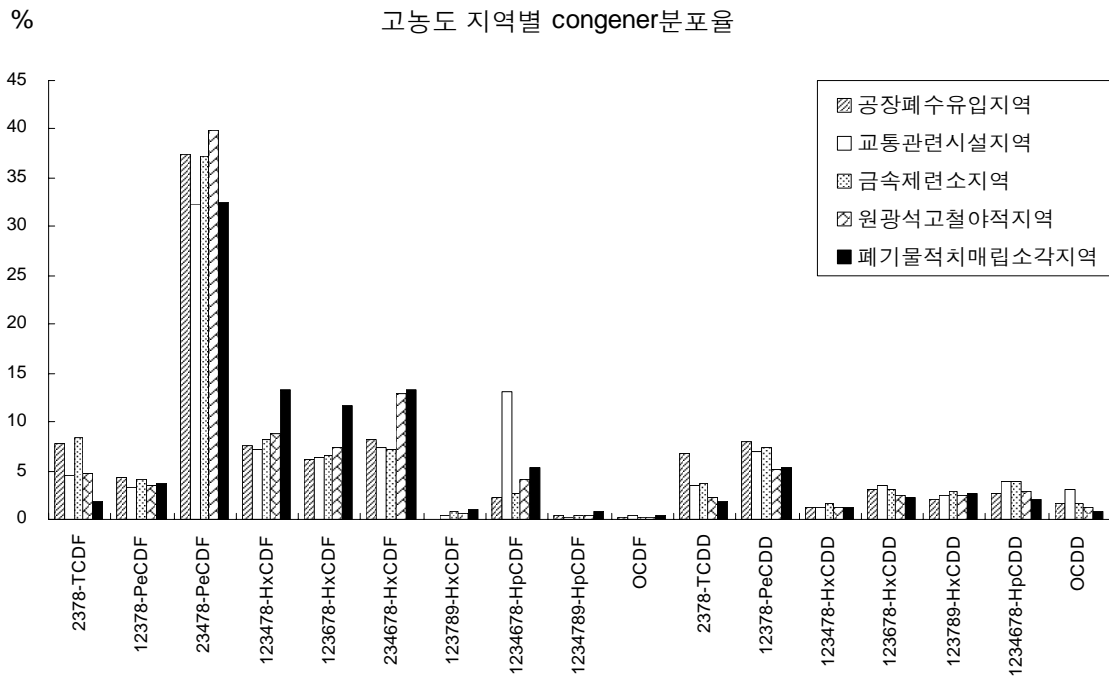


그림 2. 고농도오염지역의 다이옥신동족체 분포율.

□ 저농도 다이옥신 오염지역에서의 다이옥신 농도 분포

- 문현금융단지-2 지점(기타토지개발지역)이 0.236 pg I-TEQ/g 으로 가장 낮은 농도로, 학장초등학교(어린이놀이터지역) 0.548 pg I-TEQ/g, 정관용천납석광산(금속광산지역) 0.569 pg I-TEQ/g로 매우 낮은 농도로 검출되었으며, 각 지역의 지점별 다이옥신 농도는 표 8과 같다.

표 8. 저농도오염지역의 지점별 다이옥신 농도 (단위 : pg I-TEQ/g)

| 지역별     | 지점별      | 다이옥신   | 지역별           | 지점별       | 다이옥신   |       |
|---------|----------|--------|---------------|-----------|--------|-------|
| 공장및공업지역 | SK부산물류센터 | 7.698  | 금속광산지역        | 철마임기납석광산  | 14.134 |       |
|         | 풍산마이크로텍  | 2.778  |               | 정관용천납석광산  | 0.569  |       |
|         | 극동제연공업   | 23.533 | 기타토지개발지역      | 문현금융단지-2  | 0.236  |       |
|         | 부산탱크터미널  | 10.910 |               | 육군제7376부대 | 2.345  |       |
|         | 동일고무벨트   | 3.793  | 사고발생 및 민원유발지역 | 온천천고수부지   | 3.670  |       |
|         | 광진목재상사   | 9.603  |               | 어린이놀이터지역  | 학장초등학교 | 0.548 |
|         | 동보체인1공장  | 25.951 |               |           |        |       |

○ 다이옥신 동족체 분포형태

- ▷ 고농도오염지역에서와 같이 전지점에서 2,3,4,7,8-PeCDF(5염화퓨란)가 21.2~42.2% (평균 32.0%)로 가장 우세하게 검출
  - ▷ 다음으로 우세한 동족체로는 금속광산지역에서는 2,3,7,8-TCDD(4염화다이옥신)가 18.2%, 사고발생및민원유발지역에서 1,2,3,7,8-PeCDD(5염화다이옥신)가 19.0%로 검출되는 등 저염화다이옥신류로, 기타 토지개발지역에서는 1,2,3,4,6,7,8- HpCDD와 OCDD가 20.9%로 고염화 다이옥신류로 나타나, 고농도 오염지역의 6염화퓨란류의 우세 검출과는 다른 양상을 보임
- 지역별 동족체의 개별 농도 및 분포율을 표 9와 그림 3에 각각 나타내었다.
- ▷ PCDF(퓨란류) 64.2%, PCDD(다이옥신류) 35.8%로 퓨란류가 다이옥신류보다 1.8배 높게 검출되어 고농도 오염지역의 3.6배와는 차이가 났으며, 그 분포율은 그림 4에 나타내었음

표 9. 저농도 오염지역에서의 다이옥신 동족체 분포 (단위 : pg I-TEQ/g)

| 항목                | 공장및공업지역 | 금속광산지역 | 기타토지개발지역 | 사고발생및민원유발지역 | 어린이놀이터지역 |
|-------------------|---------|--------|----------|-------------|----------|
| 2,3,7,8-TCDF      | 0.509   | 1.212  | 0.027    | 0.100       | 0.028    |
| 1,2,3,7,8-PeCDF   | 0.416   | 0.280  | 0.031    | 0.118       | 0.026    |
| 2,3,4,7,8-PeCDF   | 3.844   | 2.655  | 0.273    | 1.039       | 0.232    |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDF | 0.940   | 0.261  | 0.080    | 0.256       | 0.044    |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDF | 0.822   | 0.254  | 0.066    | 0.237       | 0.034    |
| 2,3,4,6,7,8-HxCDF | 1.078   | 0.329  | 0.055    | 0.298       | 0.051    |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDF | 0.025   | 0.036  | 0.000    | 0.000       | 0.000    |

표 9. 계속

| 항목                  | 공장및공업 지역 | 금속광산 지역 | 기타토지 개발지역 | 사고발생및 민원유발지역 | 어린이놀이터 지역 |
|---------------------|----------|---------|-----------|--------------|-----------|
| 1,2,3,4,6,7,8-HpCDF | 0.510    | 0.035   | 0.044     | 0.118        | 0.017     |
| 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF | 0.036    | 0.005   | 0.004     | 0.000        | 0.005     |
| OCDF                | 0.045    | 0.004   | 0.004     | 0.000        | 0.000     |
| 2,3,7,8-TCDD        | 0.590    | 1.336   | 0.028     | 0.000        | 0.049     |
| 1,2,3,7,8-PeCDD     | 1.029    | 0.740   | 0.129     | 0.699        | 0.000     |
| 1,2,3,4,7,8-HxCDD   | 0.216    | 0.036   | 0.043     | 0.097        | 0.007     |
| 1,2,3,6,7,8-HxCDD   | 0.504    | 0.060   | 0.092     | 0.295        | 0.018     |
| 1,2,3,7,8,9-HxCDD   | 0.393    | 0.061   | 0.081     | 0.202        | 0.011     |
| 1,2,3,4,6,7,8-HpCDD | 0.618    | 0.027   | 0.200     | 0.153        | 0.011     |
| OCDD                | 0.463    | 0.020   | 0.134     | 0.061        | 0.015     |
| 총 다이옥신              | 12.038   | 7.351   | 1.291     | 3.670        | 0.548     |

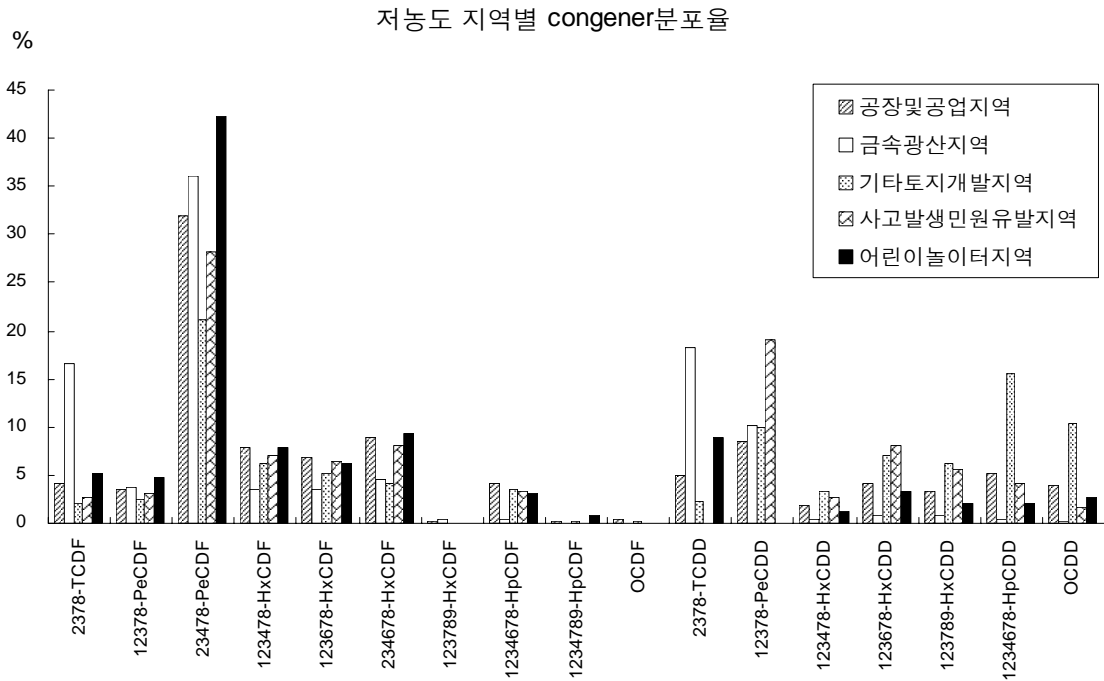


그림 3. 저농도 오염지역의 다이옥신동족체 분포율.

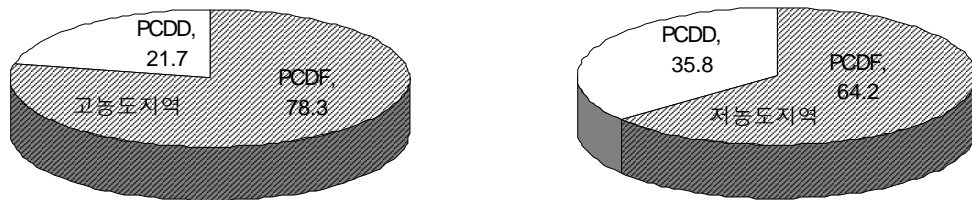


그림 4. 고농도 및 저농도 오염지역의 퓨란류와 다이옥신류의 분포율.



□ 폐기물적치, 매립, 소각지역의 다이옥신 농도분포

- 폐기물 소각지역 153.481 pg I-TEQ/g로 가장 높게, 적치지역 4.774, 매립지역 1.349 pg I-TEQ/g로 조사되어 폐기물소각이 다이옥신 발생의 주원인임을 알 수 있음
- 전체 17종 중 2,3,4,7,8-PeCDF가 폐기물처리지역 전체평균 32.5%로 가장 우세하게 분포하였으며, 퓨란류의 분포율은 84%, 다이옥신류는 16%를 차지하였다.
- 다이옥신 오염이 가장 심한 폐기물소각지역에서의 퓨란류와 다이옥신류의 비율이 5.25로 적치지역 1.93, 매립지역 2.70 보다 훨씬 높게 나타나, 전술한 것과 같이 고농도 오염지역에서 퓨란류/다이옥신류의 비율이 더 높게 나타났던 경향을 알 수 있었다.
- 폐기물업종별 다이옥신 농도를 표 10에, 동족체 분포율을 그림 5에, PCDF/PCDD 비율을 그림 6에 나타내었다.

표 10. 폐기물처리업종별 다이옥신 오염도

(단위 : pg I-TEQ/g)

| 구분 | 적치             |                 |       | 매립         |                        |       | 소각       |         |                          | 전체      |        |
|----|----------------|-----------------|-------|------------|------------------------|-------|----------|---------|--------------------------|---------|--------|
|    | 삼정<br>환경<br>산업 | 부산<br>리사이<br>클링 | 평균    | 동삼동<br>매립지 | 동국<br>제강<br>슬래그<br>매립지 | 평균    | 영남<br>환경 | 책시엔     | 명지주거<br>단지<br>쓰레기<br>소각장 |         | 평균     |
| 농도 | 5.193          | 4.356           | 4.774 | 1.633      | 1.065                  | 1.349 | 322.736  | 137.217 | 0.489                    | 153.481 | 67.527 |

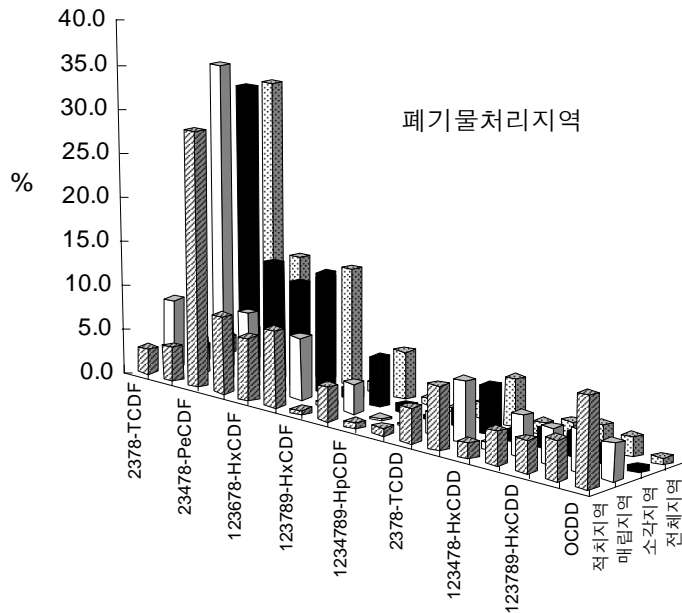


그림 5. 폐기물처리업종별 다이옥신 동족체 분포율.

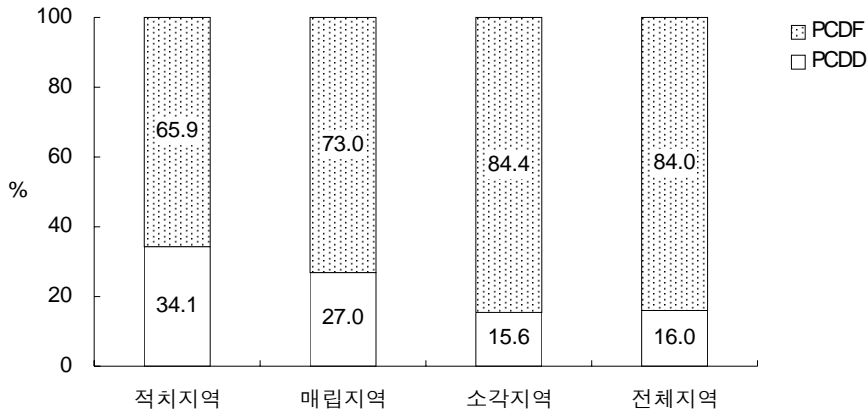


그림 6. 폐기물처리업종별 PCDF/PCDD 비율.

□ 대조지역과의 다이옥신 농도분포 비교

- 본 조사에서 토양오염의 개연성이 있는 지점을 선정하는 조사지역과는 달리 청정지역의 다이옥신 농도분포를 알기 위해 강서구 천가동(가덕도)의 야산 기슭의 토양을 대조시료로 선정하여 분석하였으며, 전 조사지역의 평균 24.426 pg I-TEQ/g에는 훨씬 못 미치는 수준이나, 어린이놀이터지역(0.548 pg I-TEQ/g)보다는 약간 높게 검출.
- 동족체분포율은 조사 전지역과 같이 2,3,4,7,8-PeCDF가 34.8%로 가장 우세하게 검출되었고, 2,3,7,8-TCDD와 1,2,3,7,8-PeCDD가 각각 18.4, 14.6%로 검출되는 등 저염화다이옥신류의 검출이 우세하였으며 이는 저농도오염지역의 저염화다이옥신류의 우세와 비슷한 양상을 나타냄. 대조지역과 조사지역의 동족체 비교를 그림 7에 나타내었음.

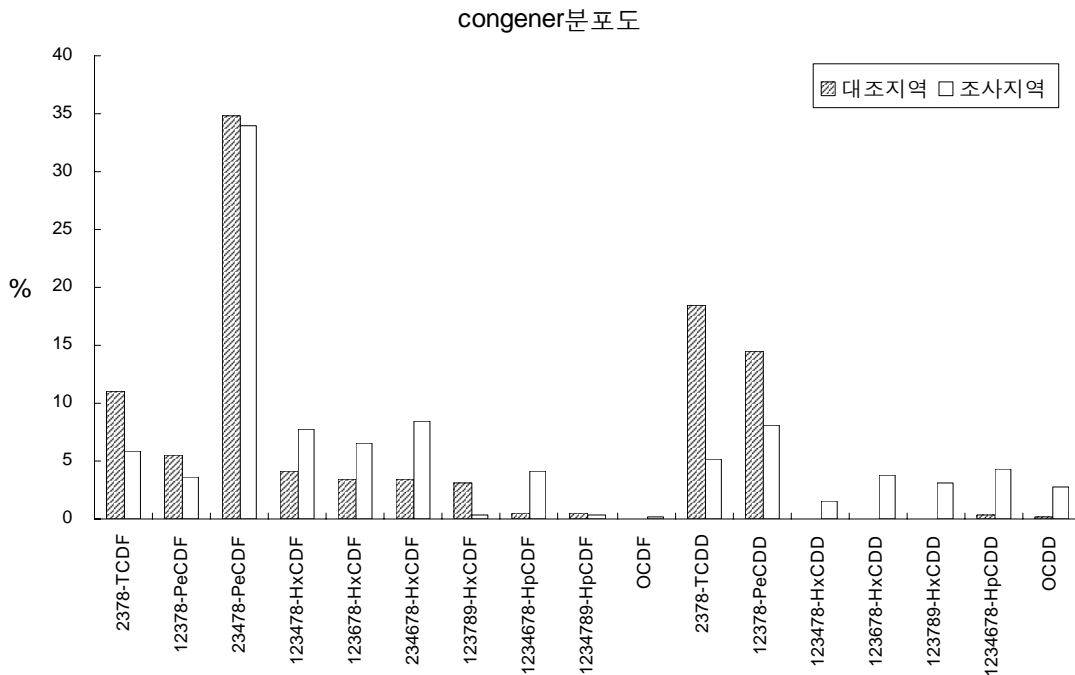


그림 7. 대조지역과 조사지역간의 동족체 분포율 비교.

#### 4. 조사결과에 대한 고찰

- 토양 시료의 특성상 국지적인 오염이 가능하고 시료채취 지점의 대표성을 확보하기 어렵고, 본 조사에서는 2005~6년에 걸쳐 수행했던 연구사업에서의 조사지점과는 상당부분이 동일하지 않으므로 연도별 오염도 변화 추이를 고찰하기에는 무리가 있으나, 각 지역별로 토지이용형태가 동일하게 분류되어 있는 공통점을 감안하여 각 지역의 연도별 오염도를 비교한 결과, 대부분의 지역에서 지난 2년간의 농도보다 높게 조사되었고, 2007년도 부산시 토양 중의 다이옥신 농도는 0.236~322.736 pg I-TEQ/g(평균 24.426)으로, 선진각국의 토양환경기준에 훨씬 못 미치는 수준으로 조사되었다.
- 조사 지역 중 가장 높은 오염도를 나타낸 지역은 폐기물 적치, 매립, 소각지역으로 0.489~322.736 pg I-TEQ/g(평균 67.527)의 넓은 분포를 나타냈으며, 그 중 소각지역에서의 농도가 적치 및 매립지역의 농도보다 각각 32배, 114배 높게 조사되어, 폐기물 소각에 의해 다이옥신이 다량 발생함을 알 수 있었다. 그리고 소각지역의 지점별 농도비교에서는 사업장 폐기물소각장의 농도가 생활폐기물소각장 보다 훨씬 높게 조사되었다.
- 비교적 높은 농도 수준을 나타낸 지역으로는 원광석, 고철 야적지역(평균 50.699 pg I-TEQ/g)과 금속제련소지역(평균 50.357 pg I-TEQ/g)이며, 각각 고철 및 슬래그를 야적하는 지역, 금속에 고온열처리를 하는 지역으로서 다이옥신 함유 슬래그의 영향으로 높은 농도 수준을 나타낸 것으로 추정
- 대조지역의 다이옥신 농도는 본 조사에서 가장 저농도 수준을 나타낸 어린이놀이터지역의 0.548 pg I-TEQ/g 보다 약간 높은 0.688 pg I-TEQ/g로 조사되었고,
- 향후 지역별로 토양오염의 개연성이 있는 다양한 지점을 선정하고, 대조지점(청정지역 등)의 다양화 및 지속적이고 장기적인 모니터링을 함으로써 신뢰성 있는 자료를 축적할 수 있을 것으로 사료된다.

Appendix 1. 지역별 각 지점의 다이옥신 농도

| Chemicals     | 지역 및 지점      |  | 공장 및 공업지역   |            |             |            |            |             |  |
|---------------|--------------|--|-------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|--|
|               | SK<br>부산물류센터 |  | 풍산<br>마이크로텍 | 극동<br>제연공업 | 부산탱크<br>터미널 | 동일<br>고무벨트 | 광진<br>목재상사 | 동보<br>체인1공장 |  |
| 2378-TCDF     | 0.543        |  | 0.163       | 1.071      | 0.400       | 0.191      | 0.216      | 0.975       |  |
| 12378-PeCDF   | 0.261        |  | 0.104       | 0.878      | 0.365       | 0.163      | 0.199      | 0.945       |  |
| 23478-PeCDF   | 2.604        |  | 0.901       | 8.119      | 3.557       | 1.290      | 1.781      | 8.657       |  |
| 123478-HxCDF  | 0.652        |  | 0.237       | 1.936      | 1.025       | 0.348      | 0.439      | 1.944       |  |
| 123678-HxCDF  | 0.466        |  | 0.181       | 1.769      | 0.971       | 0.254      | 0.390      | 1.726       |  |
| 234678-HxCDF  | 0.468        |  | 0.190       | 2.784      | 1.175       | 0.295      | 0.486      | 2.146       |  |
| 123789-HxCDF  | 0.000        |  | 0.000       | 0.141      | 0.000       | 0.036      | 0.000      | 0.000       |  |
| 1234678-HpCDF | 0.546        |  | 0.110       | 1.107      | 0.532       | 0.130      | 0.509      | 0.636       |  |
| 1234789-HpCDF | 0.026        |  | 0.006       | 0.098      | 0.055       | 0.023      | 0.041      | 0.000       |  |
| OCDF          | 0.039        |  | 0.013       | 0.098      | 0.038       | 0.007      | 0.083      | 0.038       |  |
| 2378-TCDD     | 0.000        |  | 0.000       | 1.288      | 0.584       | 0.253      | 0.379      | 1.627       |  |
| 12378-PeCDD   | 0.649        |  | 0.268       | 1.712      | 0.868       | 0.315      | 0.442      | 2.951       |  |
| 123478-HxCDD  | 0.120        |  | 0.045       | 0.339      | 0.175       | 0.060      | 0.142      | 0.633       |  |
| 123678-HxCDD  | 0.317        |  | 0.126       | 0.562      | 0.311       | 0.084      | 0.828      | 1.298       |  |
| 123789-HxCDD  | 0.239        |  | 0.116       | 0.566      | 0.331       | 0.117      | 0.254      | 1.125       |  |
| 1234678-HpCDD | 0.416        |  | 0.172       | 0.609      | 0.305       | 0.112      | 1.756      | 0.955       |  |
| OCDD          | 0.351        |  | 0.147       | 0.456      | 0.216       | 0.115      | 1.659      | 0.295       |  |
| 총 다이옥신        | 7.698        |  | 2.778       | 23.533     | 10.910      | 3.793      | 9.603      | 25.951      |  |

Appendix 2. 지역별 각 지점의 다이옥신 농도

| Chemicals     | 지역 및 지점 | 공강폐수 유입지역 |          | 교통관련시설지역 |         |           | 금속광산지역    |        | 금속제련소지역  |        |  |
|---------------|---------|-----------|----------|----------|---------|-----------|-----------|--------|----------|--------|--|
|               |         | 경기색소      | 기아 차량사무소 | 강남       | 노포 차량기지 | 철마임기 납석광산 | 정관용천 납석광산 | YK스틸   | 한국주철관 공업 | 대한제강   |  |
| 2378-TCDF     |         | 1.647     | 1.663    | 2.213    | 0.188   | 2.424     | 0.000     | 7.581  | 0.810    | 4.259  |  |
| 12378-PeCDF   |         | 0.901     | 1.173    | 1.578    | 0.143   | 0.542     | 0.018     | 2.156  | 0.626    | 3.246  |  |
| 23478-PeCDF   |         | 7.879     | 12.894   | 14.659   | 1.254   | 5.136     | 0.173     | 22.766 | 5.749    | 27.800 |  |
| 123478-HxCDF  |         | 1.610     | 2.953    | 3.236    | 0.256   | 0.469     | 0.053     | 3.313  | 1.214    | 7.884  |  |
| 123678-HxCDF  |         | 1.274     | 2.708    | 2.748    | 0.265   | 0.447     | 0.060     | 2.703  | 1.096    | 6.029  |  |
| 234678-HxCDF  |         | 1.727     | 3.208    | 3.096    | 0.282   | 0.574     | 0.085     | 3.076  | 0.890    | 6.966  |  |
| 123789-HxCDF  |         | 0.000     | 0.000    | 0.330    | 0.051   | 0.072     | 0.000     | 0.264  | 0.146    | 0.904  |  |
| 1234678-HpCDF |         | 0.461     | 10.473   | 1.050    | 0.119   | 0.046     | 0.024     | 0.858  | 0.242    | 2.935  |  |
| 1234789-HpCDF |         | 0.070     | 0.093    | 0.150    | 0.018   | 0.011     | 0.000     | 0.155  | 0.038    | 0.350  |  |
| OCDF          |         | 0.044     | 0.340    | 0.083    | 0.014   | 0.008     | 0.000     | 0.067  | 0.014    | 0.219  |  |
| 2378-TCDD     |         | 1.434     | 1.226    | 1.936    | 0.000   | 2.673     | 0.000     | 1.252  | 0.906    | 3.550  |  |
| 12378-PeCDD   |         | 1.671     | 2.802    | 3.114    | 0.361   | 1.378     | 0.103     | 2.395  | 1.869    | 6.760  |  |
| 123478-HxCDD  |         | 0.276     | 0.515    | 0.602    | 0.070   | 0.072     | 0.000     | 0.471  | 0.290    | 1.728  |  |
| 123678-HxCDD  |         | 0.625     | 1.945    | 1.021    | 0.103   | 0.102     | 0.018     | 1.230  | 0.450    | 3.080  |  |
| 123789-HxCDD  |         | 0.443     | 1.137    | 0.957    | 0.123   | 0.123     | 0.000     | 0.992  | 0.568    | 2.844  |  |
| 1234678-HpCDD |         | 0.578     | 2.172    | 1.243    | 0.114   | 0.035     | 0.019     | 1.711  | 0.407    | 3.626  |  |
| OCDD          |         | 0.360     | 1.438    | 1.156    | 0.058   | 0.024     | 0.016     | 0.585  | 0.902    | 1.098  |  |
| 총 다이옥신        |         | 21.000    | 46.740   | 39.172   | 3.420   | 14.134    | 0.569     | 51.575 | 16.216   | 83.279 |  |

Appendix 3. 지역별 각 지점의 다이옥신 농도

| Chemicals     | 지역 및 지점  |       | 기타토지개발지역  |       | 사고발생 및 민원유발지역 | 어린이놀이터 지역 | 원광석, 고철야적지역 |       |
|---------------|----------|-------|-----------|-------|---------------|-----------|-------------|-------|
|               | 문현금용단지-2 | 0.016 | 육군제7386부대 | 0.038 |               |           | 민하산업        | 0.622 |
| 2378-TCDF     | 0.016    | 0.038 | 0.100     | 0.028 | 0.622         | 4.073     |             |       |
| 12378-PeCDF   | 0.008    | 0.055 | 0.118     | 0.026 | 0.828         | 2.738     |             |       |
| 23478-PeCDF   | 0.063    | 0.484 | 1.039     | 0.232 | 10.256        | 30.201    |             |       |
| 123478-HxCDF  | 0.019    | 0.140 | 0.256     | 0.044 | 2.044         | 6.801     |             |       |
| 123678-HxCDF  | 0.015    | 0.117 | 0.237     | 0.034 | 1.899         | 5.635     |             |       |
| 234678-HxCDF  | 0.014    | 0.095 | 0.298     | 0.051 | 4.711         | 8.368     |             |       |
| 123789-HxCDF  | 0.000    | 0.000 | 0.000     | 0.000 | 0.138         | 0.432     |             |       |
| 1234678-HpCDF | 0.012    | 0.076 | 0.118     | 0.017 | 1.302         | 2.865     |             |       |
| 1234789-HpCDF | 0.001    | 0.006 | 0.000     | 0.005 | 0.106         | 0.336     |             |       |
| OCDF          | 0.000    | 0.007 | 0.000     | 0.000 | 0.100         | 0.169     |             |       |
| 2378-TCDD     | 0.000    | 0.057 | 0.000     | 0.049 | 1.041         | 1.217     |             |       |
| 12378-PeCDD   | 0.000    | 0.258 | 0.699     | 0.000 | 2.210         | 3.017     |             |       |
| 123478-HxCDD  | 0.000    | 0.086 | 0.097     | 0.007 | 0.479         | 0.731     |             |       |
| 123678-HxCDD  | 0.014    | 0.171 | 0.295     | 0.018 | 1.200         | 1.305     |             |       |
| 123789-HxCDD  | 0.013    | 0.149 | 0.202     | 0.011 | 1.102         | 1.305     |             |       |
| 1234678-HpCDD | 0.020    | 0.380 | 0.153     | 0.011 | 1.680         | 1.265     |             |       |
| OCDD          | 0.041    | 0.226 | 0.061     | 0.015 | 0.819         | 0.404     |             |       |
| 총 다이옥신        | 0.236    | 2.345 | 3.670     | 0.548 | 30.536        | 70.862    |             |       |

Appendix 4. 지역별 각 지점의 다이옥신 농도

| Chemicals     | 지역 및 지점 |             | 폐기물 적치, 매립, 소각지역 |               |       |          |         |       |       | 대조지역 |  |
|---------------|---------|-------------|------------------|---------------|-------|----------|---------|-------|-------|------|--|
|               | 동삼동 매립지 | 동국제강 슬래그매립지 | 철타엔              | 명지주거단지 쓰레기소각장 | 삼정환경  | 부산 리사이클링 | 영남환경    | 가덕도   | 가덕도   |      |  |
| 2378-TCDF     | 0.096   | 0.114       | 3.050            | 0.012         | 0.154 | 0.131    | 5.608   | 0.076 | 0.076 |      |  |
| 12378-PeCDF   | 0.058   | 0.050       | 5.179            | 0.015         | 0.224 | 0.142    | 11.445  | 0.038 | 0.038 |      |  |
| 23478-PeCDF   | 0.568   | 0.389       | 47.455           | 0.158         | 1.551 | 1.201    | 102.236 | 0.239 | 0.239 |      |  |
| 123478-HxCDF  | 0.137   | 0.089       | 17.082           | 0.051         | 0.455 | 0.380    | 44.446  | 0.028 | 0.028 |      |  |
| 123678-HxCDF  | 0.103   | 0.059       | 16.164           | 0.029         | 0.379 | 0.291    | 37.755  | 0.023 | 0.023 |      |  |
| 234678-HxCDF  | 0.131   | 0.059       | 15.701           | 0.049         | 0.479 | 0.339    | 46.039  | 0.023 | 0.023 |      |  |
| 123789-HxCDF  | 0.000   | 0.011       | 1.658            | 0.008         | 0.000 | 0.045    | 3.540   | 0.021 | 0.021 |      |  |
| 1234678-HpCDF | 0.060   | 0.030       | 6.528            | 0.015         | 0.197 | 0.171    | 18.316  | 0.004 | 0.004 |      |  |
| 1234789-HpCDF | 0.006   | 0.000       | 0.738            | 0.000         | 0.044 | 0.021    | 3.187   | 0.004 | 0.004 |      |  |
| OCDF          | 0.007   | 0.000       | 0.317            | 0.000         | 0.033 | 0.051    | 1.849   | 0.000 | 0.000 |      |  |
| 2378-TCDD     | 0.063   | 0.000       | 3.503            | 0.017         | 0.227 | 0.143    | 4.401   | 0.127 | 0.127 |      |  |
| 12378-PeCDD   | 0.115   | 0.067       | 9.509            | 0.054         | 0.422 | 0.244    | 14.828  | 0.100 | 0.100 |      |  |
| 123478-HxCDD  | 0.000   | 0.020       | 1.869            | 0.007         | 0.090 | 0.071    | 3.944   | 0.000 | 0.000 |      |  |
| 123678-HxCDD  | 0.066   | 0.058       | 2.641            | 0.013         | 0.223 | 0.131    | 7.127   | 0.000 | 0.000 |      |  |
| 123789-HxCDD  | 0.067   | 0.040       | 2.971            | 0.023         | 0.230 | 0.113    | 9.035   | 0.000 | 0.000 |      |  |
| 1234678-HpCDD | 0.082   | 0.041       | 2.188            | 0.017         | 0.262 | 0.163    | 7.282   | 0.003 | 0.003 |      |  |
| OCDD          | 0.073   | 0.036       | 0.665            | 0.022         | 0.223 | 0.718    | 1.698   | 0.001 | 0.001 |      |  |
| 총 다이옥신        | 1.633   | 1.065       | 137.217          | 0.489         | 5.193 | 4.356    | 322.736 | 0.688 | 0.688 |      |  |