

AA1) VOCs의 배출원 구성물질 성분비에 관한 연구 The Study of Source Fingerprint of VOCs

이영재 · 신대윤 · 이학성¹⁾ · 강병욱²⁾

조선대학교 환경공학과, ¹⁾서원대학교 환경과학과, ²⁾국립청주과학대학 환경공학과

1. 서론

수용모델을 이용하기 위하여 배출원을 추정하는 방법으로는 측정지점에 영향을 미치는 배출원에 대한 성분조사가 무엇보다 필요하다. 이들은 배출원 구성물질 성분비(source fingerprint)로서 외국의 경우는 연구가 활발히 진행되고 있으나 국내의 경우는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 VOCs 오염원에 대한 기여도를 파악하기 위해 VOCs 농도에 영향을 미치는 주요 배출원인 자동차, 주유소, 도장시설, 저유소 및 출하시설, 세탁소, 도로포장 등을 대상으로 조사하였으며, 이들 자료들에 대하여 각 배출원별 성분비를 구하였다.

2. 실험장비 및 분석방법

분석대상 시료는 전처리 장치(Entech, 7100)에서 농축시킨 후, GC(HP, 6890)에서 DB-1 Fused silica capillary column(0.32mm×5μm×100m)을 거치면서 시료의 목적 성분을 분리 시키고 MSD(HP, 5973)로 SIM 모드에서 검출하였다. He 유량은 각각 1.2 ml/min 압력은 14.3 psi로 조절하였으며 평균유속은 22 cm/sec로 맞추었다. 표준가스는 미국 Matheson사의 오존전구물질 표준가스 54항목 1 ppmv과 TO-14 표준가스 100 ppbv를 1, 2, 3, 4 ppbv로 각각 희석장치(Entech, 4600)를 사용하여 희석하였다. 희석된 표준가스는 즉시 각각 400 ml을 주입하였다. 검량선 작성시 표준가스를 분석하기에 앞서 MSD의 Ion source를 분해하여 청소하고 진공도(1.2×10⁻⁵torr)를 확인하고 Tuning을 한 후 분석하였다.

3. 연구내용

각각의 시료채취는 구름이 없는 맑은날 canister를 사용하여 밸브를 열어 약 20초간 순간채취 하였으며 시료채취 지점과 기상조건은 표 1과 같다.

Table 1. Emission source of VOCs and sampling position.

| 오염원 | 시료채취 지점 및 횟수 | 시료채취 날짜 | 대기온도(℃) | 채취 시기 |
|------------|---|----------------|---------|---|
| 자동차 | 광주~화순간 나릿재 터널 상·하행선 각 1회 교차로(운암동, 백운동, 광천동 등 4거리) 각 1회 | 1999. 09 ~ 11월 | 13~28 | 터널: 중간지점 교차로: 교통량이 많은 지점으로 14:00 - 16:00에 채취 |
| 주유소 | SK·LG정유·한화에너지 S-oil·현대정유 각 1지점 | 1999. 09월 | 27~30 | 주유소에 채취 |
| 도장시설 | 대규모 도장시설 4지점에서 각 2회. | 1999. 12월 | 10 | 조업중에 채취 |
| 저유소 및 출하시설 | 저장탱크 1회, 출하시 2회 | 1999. 10월 | 25 | 유조차 상부에서 채취 |
| 세탁소 | 세탁소 내부 3지점 각 1회 | 1999. 09월 | 28 | 세탁시 채취 |
| 도로포장 | 건국동 도로포장시 2회 | 2000. 05월 | 20 | 아스팔트 포장시 채취 |

4. 연구결과

자동차 배출물질의 경우 C₂-C₄성분과 톨루엔이 주로 검출되었고, 주유소와 저유소 및 출하시설에서는 C₄-C₅성분이 높게 나타났다. 도장시설에서는 톨루엔과 m/p-자일렌이 높았고, 세탁소에서는 nonane과 1,3,5-trimethyl benzene 그리고 1,2,4-trimethyl benzene이 높았으며 도로포장시 아스팔트에서는 벤젠과 톨루엔이 높은 비율을 차지하고 있었다.

Table 2. Source fingerprint of VOCs.

(v/v%)

| Compounds | Vehicle | Gasoline vapor | Petroleum refinery | Coating | Dry cleaning | Road covering |
|-------------------------|---------|----------------|--------------------|---------|--------------|---------------|
| acetylene | 5.25 | 3.30 | 0.00 | 1.08 | 0.72 | 0.79 |
| ethane | 4.33 | 2.46 | 0.06 | 0.44 | 0.09 | 1.53 |
| propylene | 3.69 | 2.70 | 0.06 | 0.37 | 0.36 | 0.91 |
| propane | 5.38 | 3.49 | 0.19 | 0.76 | 2.05 | 1.38 |
| i-butane | 4.21 | 3.76 | 4.29 | 0.40 | 0.47 | 1.79 |
| 1-butene | 3.79 | 7.98 | 1.11 | 0.16 | 0.07 | 0.85 |
| butane | 5.96 | 2.25 | 11.48 | 0.32 | 0.24 | 1.27 |
| i-pentane | 2.04 | 6.89 | 10.74 | 0.22 | 0.06 | 4.19 |
| pentane | 1.81 | 8.59 | 19.89 | 1.00 | 0.05 | 3.61 |
| 2-methylpentane | 1.15 | 1.70 | 7.31 | 0.32 | 0.09 | 1.94 |
| 3-methylpentane | 1.01 | 1.61 | 6.42 | 0.30 | 0.14 | 1.37 |
| hexane | 2.06 | 5.73 | 5.43 | 2.47 | 0.38 | 1.40 |
| benzene | 3.04 | 2.18 | 0.68 | 0.19 | 0.09 | 10.19 |
| heptane | 0.63 | 0.96 | 5.81 | 1.26 | 0.21 | 1.03 |
| methylcyclohexane | 0.27 | 0.69 | 5.81 | 0.22 | 0.84 | 1.04 |
| toluene | 17.45 | 5.14 | 1.34 | 16.15 | 1.55 | 34.77 |
| ethyl benzene | 4.64 | 1.06 | 0.25 | 8.89 | 0.66 | 2.21 |
| m/p-xylene | 8.05 | 3.54 | 0.88 | 33.50 | 2.28 | 4.04 |
| o-xylene | 2.72 | 1.30 | 0.41 | 8.64 | 1.39 | 3.14 |
| nonane | 0.98 | 2.87 | 1.03 | 0.82 | 40.80 | 2.18 |
| i-propyl benzene | 0.25 | 0.29 | 0.26 | 0.53 | 2.30 | 0.20 |
| n-propyl benzene | 0.83 | 0.86 | 0.71 | 1.51 | 7.26 | 0.51 |
| 1,3,5-trimethyl benzene | 1.94 | 2.27 | 0.45 | 2.65 | 13.39 | 1.41 |
| 1,2,4-trimethyl benzene | 7.72 | 8.64 | 1.33 | 10.33 | 22.43 | 6.12 |
| Sub total | 89.20 | 80.25 | 85.94 | 92.53 | 97.94 | 87.88 |
| isoprene | 0.80 | 0.23 | 0.01 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| t-2-pentene | 0.32 | 1.61 | 0.16 | 0.12 | 0.00 | 1.03 |
| c-2-pentene | 0.20 | 0.94 | 0.09 | 0.07 | 0.01 | 0.58 |
| 2-methyl-2-butene | 0.52 | 1.68 | 0.17 | 0.20 | 0.04 | 1.34 |
| cyclo hexane | 0.24 | 0.48 | 2.32 | 0.18 | 0.16 | 0.39 |
| 2-methyl hexane | 0.69 | 0.73 | 2.83 | 1.22 | 0.07 | 0.71 |
| 2,3-dimethyl pentane | 0.22 | 0.28 | 0.68 | 0.37 | 0.02 | 0.31 |
| 3-methyl hexane | 0.73 | 0.81 | 2.99 | 1.53 | 0.08 | 0.80 |
| styrene | 1.14 | 0.39 | 0.02 | 0.87 | 0.08 | 0.05 |
| methylene chloride | 1.14 | 0.81 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.24 |
| chloroform | 0.37 | 1.11 | 0.01 | 0.08 | 0.01 | 0.46 |
| carbontetrachloride | 0.17 | 0.37 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| others | 4.26 | 10.31 | 4.76 | 2.69 | 1.48 | 6.11 |
| Sub total | 10.8 | 19.75 | 14.06 | 7.47 | 2.06 | 12.12 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

참고 문헌

- 백성욱 (1996) 환경대기중 휘발성유기화합물의 포집과 분석방법, 한국대기환경학회, 12(1), 1-13.
- 전선주, 허귀석 (1999) 캐니스터와 Tedlar-bag 시료채취법을 이용한 대기중의 휘발성유기화합물의 측정, 한국대기환경학회, 15(4), 417-428.
- Scheff, P.A., Wadden, R.A., Bates, B.A. and Aronian, P.F. (1989) Source fingerprints for receptor modeling of volatile organics, JAPCA, 39(4), 469-478.
- Scheff, P.A., Wadden, R.A., Zhou, Q., Kenski, D., Lee, H.S. and Bates, B.A. (1990) Evaluation of a receptor model for volatile organic compounds using ground-based trajectories, Presentation at the 83rd annual meeting of the air and waste management association Pittsburgh, Pennsylvania.
- Scheff, P.A. and Wadden, R.A. (1993) Receptor modeling of volatile organic compounds. 1. emission inventory and validation, Environ. Sci. Tech., 27(4), 617-625.