

PA6) 국내 산업지역에서의 할로겐화 휘발성 유기화합물의 측정 및 분석

Analysis of Halogen VOCs in Internal Industrial Complex.

김덕현, 유병대, 김선태¹⁾, 전의찬²⁾

한국산업기술대학교 화학공학과, ¹⁾대전대학교 환경공학과,

²⁾동신대학교 토목환경공학부

1. 서론

최근 산업의 발전으로 국민들의 생활의 질이 높아짐에 따라 좋은 환경에서 살 권리를 주장하는 시민들이 늘어나고 있다. 대도시나 국가 산업단지를 중심으로 오존의 농도가 높아짐에 따라 오존을 생성하는 전구물질의 배출억제에 대한 국가적인 대책이 요구되고 있어 오존을 생성하는 전구물질을 파악하는데 주력하고 있다. 이러한 전구물질 중 큰 비중을 차지하고 있는 것이 VOCs(Volatile Organic Compounds)이다. 방향족 탄화수소는 화합물 자체로서도 환경 및 건강에 직접 유해하거나 지방족 탄화수소와 같이 주로 대기중의 광화학 반응에 참여하여 광화학산화물 등의 2차오염물질을 발생할 수 있다. 일반적으로 대기중에 존재하는 ppb농도 수준의 할로겐화 유기화합물을 분석하기 위해 보편적으로 2가지 방법이 사용되며 그중 하나는 시료를 스텐레스나 Tedler bag에 담은 방법이고, 다른 한가지는 시료를 흡착할 수 있는 흡착제를 사용하는 방법이다. 본 연구에서 사용한 방법은 시료를 스텐레스 용기에 담은 방법으로 대기중 시료를 6L Canister에 순간 포집하여 시료를 sampling 하고 포집된 시료를 저온농축 장치에서 농축한 후 GC/Mass로 정성 및 정량 분석을 하였다. 본 연구의 목적은 국내 산업 지역의 사업장에서 발생하는 할로겐화 휘발성 유기화합물에 대한 농도 범위를 우선적으로 파악하는 것이다.

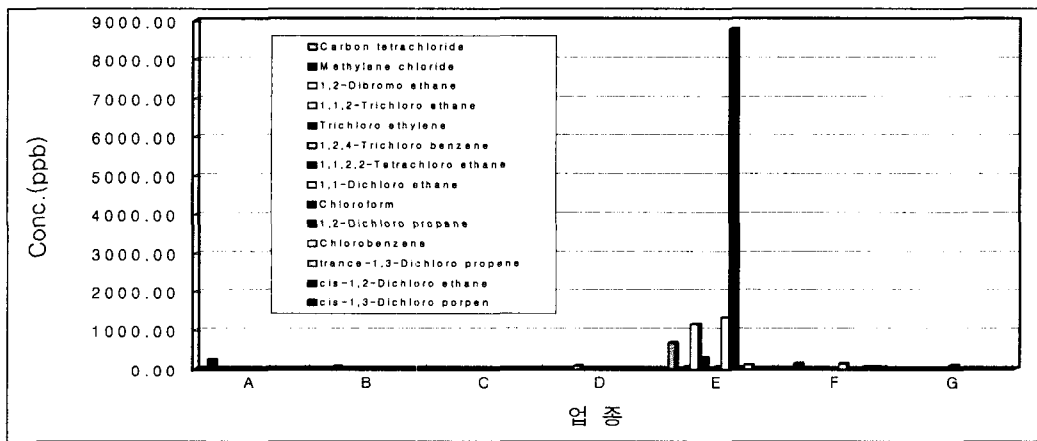
2. 연구 방법

본 연구는 2001년 6월 10일부터 2001년 10월 16일까지 약 5개월에 걸쳐 업체의 근무시간(오전 9시~오후 5시) 중 오후 1시~오후 3시 사이에 VOCs가 가장 잘 발생할 수 있는 낮 시간을 중심으로 sampling 하였다. 조사대상지역으로는 경기도 시흥시와 안산시에 위치한 국가공단지역인 시화·반월공단의 업체 중 할로겐화 유기화합물을 배출하는 사업장을 7개의 업종별로 분류하여 24개 회사를 선정하고 선정된 사업장(페인트회사, 피혁회사, 도금회사, 제약회사 등)중 작업장 내에서 공정 상 발생하는 할로겐화 휘발성 유기 화합물을 분석하였다. 사업장내의 공기중 할로겐화 휘발성 유기화합물 31종류가 조사 대상 화합물로 선정되었다. 시료채취 위치는 현장 관리자의 조언을 얻어 유기 화합물을 가장 많이 쓰는 공정을 미리 선정하여 선정된 공정내에서 관능법으로 유기 화합물의 냄새가 가장 많이 나는 지점에서 현장 작업에 방해가 되지 않도록 유량계를 사용하지 않고 지상에서 1~1.5m 높이에서 Canister의 valve를 열어 대기 중 오염물질을 약 20~30초에 걸쳐 순간포집 하였다. 시료 전처리에 사용된 전처리 system은 Entech 7016CA Auto sampler와 Entech 7100 Preconcentrator를 사용하였다. 할로겐화 휘발성 유기화합물의 Calibration을 위해 표준물질로는 미국 EPA에서 규정한 VOC Standard Gas TO-14를 이용 하였다. 이 표준가스의 농도레벨을 50, 100, 150, 200 ppb의 4단계로 만들었으며 각 sample 300ml를 채취하여 Preconcentrator를 이용하여 LN₂로 농축한 후 GC/Mass로 주입 하였다. 주입시 splitless개념을 이용하여 농축된 sample 모두를 GC로 주입 하였고, 정확한 검량선을 만들기 위해 앞에서 희석한 4가지 농도를 각각 5번씩 전체 20번을 실험하여 각 농도에서 최대 최소값은 제외하고 이중 3개의 값을 선정하여 모두 12개의 Data로 검량선을 작성하였다. 표준물질의 주입을 위해 Canister는 소량의 수분과 고압의 N₂ Gas를 이용하여 완전히 clining 하였고, Carrier Gas의 유량은 0.728ml/min으로 하였다. 온도 조건은 Initial Temp 35°C, Hold 10.00min, Ramp1 : 3.00/min to 75°C, hold for 3.00min, Ramp2 : 5.0/min to 180°C,

hold for 3.00min, Ramp3 : 7.00/min to 220°C, hold for 3.00min으로 하였고 본 조건의 총 분석 시간은 59.05min 이었다.

3. 결과 및 고찰

시화·반월공단의 일반 대기질 시료를 포집 하여 분석하면 수십~수백 ppb의 툴루엔과 그 외 기타 할로젠 화합물이 검출되는데 발생원에서 sample을 채취하여 분석해보면 일반 대기질 시료보다 높은 농도로 검출됨이 연구 결과 밝혀졌다. 이는 배출 원 에서 배출되는 할로젠화 휘발성 유기 화합물이 공기에 희석되기 전에 샘플을 채취하여 분석하였기 때문에 일반 대기 질 보다 정량에서 높게 검출되는 것으로 판단된다. 본 연구에서 검출된 할로젠화 휘발성 유기화합물 중 Chloroform의 농도는 7개 업종 중 화합물 및 화학제품 제조업의 8개회사에서 평균 농도가 8784.4ppb로 검출되어 24개의 사업장에서 검출된 할로젠화 유기화합물 중 가장 높은 농도로 검출됨이 연구결과 밝혀졌다. 그 이유는 공단의 일반 대기질이 아닌 공장 내부의 Process에서 직접 sampling하였기 때문이라 판단된다.



A:펄프· 종이 및 판지제조업, B:고무 및 플라스틱 제품제조업, C:기계 및 장비제조업을 포함하는 조립금속제품제조업, D:모피가공 및 모피제품 제조업, E:화합물 및 화학제품제조업, F:방직· 직조 및 섬유가공업, G:재생재료 가공처리업

Fig. 1. Analysis Result of Halogen VOCs.

하지만, 24개의 사업장에 국한되어 연구를 진행하였으므로 동일업종의 모든 사업장에 적용하기에는 한계가 있다. 그 외 1,1-Dichloro ethane, 1,1,2-Trichloro ethane등 여러 종류의 할로젠 화합물이 화합물 및 화학제품 제조업에서 다른 업종보다 비교적 높게 배출됨이 밝혀졌다. 기계 및 장비 제조업을 포함하는 조립금속제품제조업의 배출농도를 보면 각 업체마다 다양한 종류의 할로젠 화 휘발성 유기화합물이 검출되지만 화합물 및 화학제품 제조업보다 현저히 낮은 농도로 배출됨을 알 수 있었다. 정성 및 정량은 업종이나 업체마다 상당한 차이를 보인다. 이는 업종별 사용원료가 다르고 업체별 방지시설의 차이가 크기 때문에 작업 현장에서 실측을 하여도 방지시설의 유·무와 정상적인 가동 여부에 따라 정성 및 정량의 차이가 있을 것으로 판단된다. 작업장 내의 대기질 시료는 시간과 장소, 순간적인 기상 변화에 따라 정성 및 정량에 많은 차이가 있으므로 보다 많은 실험을 통하여 충분한 Data를 확보하는 것이 대기오염 저감 기술 개발 및 대기관리 정책에 도움이 될 것이라 판단된다.

참고 문헌

- 국내 VOC 관리의 현황과 문제점(1997), 한국대기환경학회
- 휘발성유기화합물 방지기법 세미나(1996), 한국정보기술원
- 유해가스 배출량 산정에 관한 조사연구(I) & (II)(1995,1996), 국립 환경연구원
- 휘발성유기화합물 저감대책 기술의 국제동향 조사보고서(1997), 한국 에너지기술연구원
- 대기환경규제지역 휘발성 유기화합 물질배출시설규제업무편람(1999), 환경부