

**PB5)**

**VOCs의 발생원별 관리방안에 관한 연구**

**Control and Management for Emission Sources of VOCs**

김윤신 · 황순용 · 전준민<sup>1)</sup> · 안진호 · 장기석

한양대학교 환경 및 산업의학연구소, <sup>1)</sup>순천제일대학 환경공업과

**1. 서 론**

경제성장에 따른 자동차운행의 급증이나 다양한 종류의 화학물질들에 대한 사용량증가 등으로부터 야기된 휘발성 유기화합물들질(Volatile Organic Compounds : VOCs)의 배출량이 증대되고 있다. 특히 VOCs는 질소와 함께 대기 중에서 빛 에너지에 의해 광화학 옥시단트를 형성하고 대류권의 오존형성에 기여하는 것으로 밝혀졌다. 그리고, benzene은 이미 발암물질로 확인되었으며 다른 물질들도 주요신경계에 영향을 미치는 것으로 알려져있다.

VOCs의 배출양상은 각국의 경제 및 산업구조의 특성 등에 따라 각기 다른 양상을 취하는 실정이다. 예를 들어 유기용제 및 세정제를 많이 소비하는 산업구조 및 소비성향에서는 VOCs 배출억제가 용이하지 않을 수 밖에 없다. 미국과 유럽의 경우, 자동차(주로 가솔린)와 용제의 사용으로부터 배출되는 양이 전체 배출의 약 80%를 차지하는데, 우리나라의 경우도 이와 유사한 배출비중을 나타내는 것으로 보고된 바 있다(한화진, 1996).

VOCs에 대해서 미국에서는 1960년대 캘리포니아를 중심으로 세계최초로 VOCs 규제가 시작되어 1990년 대기정화법개정안(Clean Air Act Amendments : CAAA)을 통해 VOC 규제가 체계화되었으며 2000년에 CFR(Code of Federal Regulation) Title 40 규정을 강화하였다. 유럽에서는 1984년 유럽경제공동체(EEC)가 '산업시설로부터 발생하는 대기오염에의 도전'을 주제로 지령을 발표하고 가맹국에 입법화를 촉구하여 1986년 독일을 시작으로 이탈리아(1988), 네덜란드(1998), 영국(1990) 등이 VOCs 관리령을 국내법으로 입법화하였다. 유럽에서의 VOCs의 규제관리는 오존 등 광화학옥시단트 저감과 유해대기오염물질 저감을 통합하여 운영한다는 점이 특징이다. 일본의 경우, 정부차원의 규제조항은 1996년 대기보전법 개정안에 신설되었으나 지역적으로는 1970년대 이후 광화학스모그의 발생건수가 많은 동경, 오오사카, 고토 등 일부지역에서 지방자치조례를 제정하여 운영되고 있다. 우리나라는 1995년 대기환경보전법 개정안에 VOCs 규제근거 법령 룹 제정한 후 2000년 VOCs 규제가 본격화되기까지 많은 발전과정을 겪었다. 현재 VOCs 규제물질은 레이드증기압, 오존생성능력, 인체유해성, 측정가능여부 등을 고려하여 총 37개 물질이 규제대상물질 및 제품으로 고시되어있다(2001, 환경부).

따라서 본 연구에서는 배출계수를 이용한 VOCs의 발생원별 배출량 산정을 실시하여 VOCs의 관리 및 저감방안을 연구하고자한다.

**2. 연구 방법**

배출량을 산정하는 목적은 사업장에서 제조·사용하는 VOCs가 대기중으로 배출되는 양을 파악하여 제품이나 원료의 누출 손실량을 자율적으로 감축할 수 있고, VOCs로 인한 환경오염을 최소화하고 오존오염의 원인물질인 VOCs 배출량 파악을 통해 물질별 감축량 설정 및 규제대상 조정등 대기질개선을 위한 기초정책자료로 활용하는데 있다.

본 연구에서는 자동차운행, 도장시설, 주유소, 인쇄, 세탁시설, 도로포장, 유류저장 및 출하시설에 대한 배출원별 배출량 산정을 위해 표 1과 같은 배출계수법을 이용하였다. 배출량 산정은 도장공정을 제외하고는 미국환경청(USEPA)의 AP-42 배출계수를 이용하여 산정하였으며, 도장공정은 국립환경연구원이 회사에서 입수한 MSDS자료를 분석하여 각 공정별 도료중에 용제 함유율의 평균치를 구하여 공정별 배출계수를 산정한 자료를 적용하였다(국립환경연구원, 1999).

표 1. 배출원에 따른 VOCs 배출량 산정방법

배출원	구분	산정방법
자동차운행	배기관 배출량	차종별 탄화수소배출량 × 차종별 자동차 보유대수
	증발 배출	증발배출계수(0.28g/km) × 연간 주행거리(Km) × 차량보유대수
도장시설	도료제조	배출계수(40kg/ton) × 페인트 생산량(평균밀도 0.88kg/l)
	도장과정	배출계수(각 도장시설별) × 생산량
주유소	Stage I	배출계수(1.34g/l) × 급유량(l/년)
	Stage II	배출계수(1.64g/l) × 급유량(l/년)
인쇄	잉크제조	배출계수(58.8kg/ton) × 생산량(ton/년)
	인쇄과정	배출계수(0.4kg/year/capita) × 인구수
세탁시설	국내세탁업소 × [(업소당 연간 평균세탁용제사용량(l) × 비중(kg/l)-업소당 연간 폐세탁용제 발생량(kg)] × 10 <sup>-3</sup> ton/kg	
도로포장	아스팔트의 회석제 사용량(kg/l) × 회석제별 증발율	
유류저장시설	미국 환경청의 TANKS 프로그램 사용	
유류출하시설	L <sub>i</sub> = 12.46 SMP/T 공식이용 산정	

### 3. 연구 결과

국가마다 약간씩 차이는 있지만 일반적으로 이동배출원인 자동차에서 40%, 용제사용하는 도장시설에서 40%, 주유소 및 석유 저장·출하시설에서 10% 를 차지하며, 세탁소 및 기타 배출원에서 나머지 10%를 배출되는 것으로 알려져 있다. 그림 1은 미국(1993)과 한국(1997)의 산업별 VOCs 배출율을 나타낸 것이다(한양대, 1997).

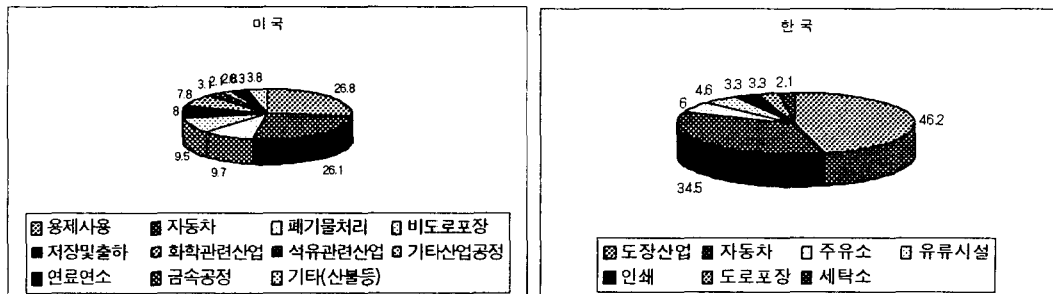


그림 1. 발생원에 따른 나라별 VOCs 배출율

VOCs 발생원별 배출량을 외국과 비교할 때 분류하는 산업이 다르지만 우리나라의 경우 자동차와 도장산업에서의 배출량이 상대적으로 높게 조사되어 도장시설의 경우, 도료의 수성화와 유성도료 중의 용제함유량을 낮추어야할 것으로 사료되며, 자동차에서의 배출량을 줄이기 위해서 LPG, CNG등의 저공해 연료자동차 보급의 활성화와 정부의 지속적인 대국민홍보가 필요하다.

2000년 VOCs 발생원별 배출량은 산정결과는 학회에서 발표 예정이다.

### 4. 감사의 글

본 연구는 환경부의 "VOC 배출억제·방지시설의 저감효율 및 농도기준 설정 등에 관한 연구" 일환으로 수행되었음을 밝히며 이에 감사드립니다.

### 참고 문헌

- 국립환경연구원, 유해대기오염물질의 배출원산정 관리방안 연구, 1999
- 한양대학교 환경 및 산업화학연구소, 휘발성유기화합물질 규제대상 설정 및 관리방안에 관한연구, 1997
- 한화진 외, VOCs 배출원별 배출량 산정 및 저감기술 연구
- 환경부, 환경부고시 제 2001-36호, 2001. 3. 8