

1C5) 유기용제사용부문에 대한 VOCs 배출량 산정 연구

Estimation of VOCs Emissions from Solvent Utilization

마영일 · 김유정 · 하재성 · 최용흠 · 김남규 · 남중식 · 김혜민 · 유준영 · 홍지형¹⁾

김조천 · 선우영

건국대학교 환경공학과, ¹⁾국립환경과학원 대기총량과

1. 서 론

수도권지역의 대기질은 OECD 회원국의 주요 도시 중 최악의 대기질로 평가되고 있다. 이러한 문제들이 해결되기 위해서는 근본적으로 각종 대기오염물질이 어디서, 얼마나, 어떻게 배출이 되고 있는지에 대한 조사가 매우 중요하다. 이에 대기오염물질 배출량에 대한 많은 조사 연구가 수행되었으나, VOCs 배출량에 관한 연구는 아직까지 미흡하며, 대기오염이 심각한 도시지역에 소규모로 넓게 분포하고 있는 VOCs 배출원에 대한 연구는 더욱 미진한 실정이다. 배출량을 산정하는 방법에는 직접측정법, 물질수지법, 배출계수법, 공학적계산법 등 여러 방법이 있으며, 대상 배출원의 특성에 따라 적합한 방법을 적용하게 된다. 현재 앞에서 기술한 소규모 면 오염원은 여러 제약으로 인해 배출계수법을 이용하여 VOCs 배출량을 산정하고 있는데, 이 때 사용되는 배출계수는 대부분 U.S EPA AP-42 및 CORINAIR에서 제시하고 있는 배출계수를 거의 그대로 인용하고 있다. 하지만 이는 대부분 1970년대에 개발이 된 것들이 대부분이고, 외국과 우리나라의 산업특성 차이로 인해 VOCs 배출량에 많은 오차를 나타낼 수 있는 가능성을 내포하고 있다. 이에 본 연구에서는 CAPSS에서 유기용제 사용부분으로 분류되고 있는 배출원 중, 도장시설을 제외한 세탁시설, 인쇄시설, 급속세정시설, 아스팔트포장 등과 같은 소규모 면오염원에 대한 VOCs 배출계수를 개발하고, 이를 이용하여 VOCs 배출량을 산정하여 그 신뢰도와 공간적 해상도를 향상시키고자 하였다.

2. 연구 방법

유기용제 사용 배출원의 VOCs 배출계수를 개발하기 위해서는 각 배출원에서의 VOCs 배출특성 및 배출공정에 대한 이해가 우선적으로 요구되며 VOCs 배출량과 직접적으로 관련이 있는 유기용제의 사용량과 유기용제를 함유하고 있는 물질들의 사용량 및 유기용제 함유율에 대한 정보가 요구된다. 이와 더불어 배출량을 산정하기 위해 사용되는 활동도에 대한 정보 역시 요구된다. 이에 본 연구에서는 현장 방문조사를 통하여 각 배출원의 VOCs 배출특성 및 배출공정에 대한 조사를 수행하여 배출계수 및 배출량 산정방법론을 결정하고, 자체적으로 배출원 조사표를 개발하여 각 배출원에서의 유기용제 및 유기용제를 함유하고 있는 물질의 사용량을 조사하였다. 또한 중발실험을 통해 유기용제를 함유하고 있는 물질의 유기용제 함유율을 도출하였다. 아울러 통계청 등의 기관에서 제공하고 있는 업종별 각종 통계치들에 대한 장·단점 분석을 통해 활동도로 사용이 가능한 인자를 결정하였다. 또한 조사된 각종 정보들을 종합하여 배출계수 및 배출량 산정방법론에 따라 배출계수를 개발하고 그 배출량을 산정하였다.

3. 결과 및 고찰

인쇄·출판 시설은 수도권 지역에 집중되어 분포하고 있는 소규모 면오염원이다. CAPSS에서는 이 배출원에 대해 U.S EPA에서 제시한 인구당 배출계수 0.4kg/cap에 인쇄업 종사자 수를 활동도로 사용하고 있다. 하지만 인쇄·출판시설에는 여러 종류의 인쇄방법이 존재하고, 또한 각 인쇄방법에 따라 그 특성이 다르기 때문에 신뢰도가 높은 배출량을 산정하기 위해서는 각 인쇄방법들에 대한 배출계수의 개발이 필요하다. 해당 배출원의 배출계수를 개발하기 위해 필요한 인자들은 각 인쇄방법별 업소당 또는 종사자당 잉크의 사용량 및 유기용제의 사용량과 잉크 중 유기용제의 함유율, 사용되는 유기용제의 밀도이다. 이러한 인자들의 대푯값을 산정하기 위해 본 연구에서는 잉크 및 유기용제 사용량에 대해 우편 및

방문 설문조사를 실시하였고, 문헌조사 및 실험을 통하여 잉크 중 유기용제 함유율 및 유기용제의 밀도를 구하였고, 그 결과는 아래 표 1과 같다.

Table 1. Typical parameter for developing emission factors from printing facilities.

	Solvent content of ink(%)	Ink usage (kg/yr)	Density of solvent (kg/L)	Solvent usage (L/yr)
Master	37	287.9	0.879	130.6
Offset	24	259.4	0.879	211.6
Screen	41	1450.8	0.852	1290.5
Gravure	63	3266.7	0.867	2751.8

Table 2. Emission factor w.r.t printing methods.

Printing method	Emission factor(This study)	Emission factor(CAPSS)
Master	499.6(kg/facility · yr)	0.4kg/cap
Offset	248.3(kg/worker · yr)	
Screen	1694.3(kg/facility · yr)	
Gravure	4443.8(kg/worker · yr)	

위 표 1의 결과들을 이용하여 개발한 인쇄·출판 시설의 각 인쇄방법별 배출계수와 기존 CAPSS에서 사용되었던 배출계수를 표 2에 나타내었으며, 이를 이용하여 해당 배출원의 배출량을 산정한 결과 아래 표 3과 같이 대부분의 인쇄·출판시설이 집중되어 분포하고 있는 서울 및 경기도 지역의 배출량이 큼을 확인할 수 있었다.

Table 3. VOCs emissions from printing facilities.

(Unit : kg/yr, 2000)

Region	Master	Offset	Screen	Gravure	Total
Seoul	1,578,736	2,543,585	735,326	1,706,419	6,564,066
Pusan	341,726	131,599	335,471	244,409	1,053,205
Daegu	275,280	117,943	169,430	79,988	642,641
Incheon	121,403	22,844	57,606	422,161	624,014
Gwangju	183,853	49,163	40,663	0	273,679
Deajeon	129,896	71,014	74,549	48,882	324,341
Ulsan	53,957	4,469	32,192	48,882	139,500
Gyunggido	404,176	258,480	806,487	5,639,182	7,108,325
Gangwondo	85,432	15,891	11,860	48,882	162,065
Chungcheongbukdo	134,392	28,803	27,109	48,882	239,186
Chungcheongnamdo	93,425	15,146	40,663	155,533	304,767
Jeonlabukdo	134,892	21,602	38,969	13,331	208,794
Jeonlanamdo	91,926	25,823	15,249	0	132,998
Gyunsangbukdo	151,379	38,487	66,078	155,533	411,477
Gyungsangnamdo	228,817	45,936	127,073	35,550	437,376
Jejudo	35,971	19,367	1,694	0	57,032
Whole region	4,045,261	3,410,152	2,580,419	8,647,634	18,683,466

사 사

본 연구는 환경부의 “차세대 핵심환경기술개발 연구사업” 및 국립환경과학원의 “선진국의 휘발성유기 화합물(VOC) 배출저감 사례분석을 통한 국내 적용방안 연구”의 일환으로 수행되었으며, 도움을 주신 분들께 감사드립니다. 아울러 연구가 원활히 수행되도록 장학금을 통해 지원을 해주신 서울시에 감사드립니다.

참 고 문 헌

환경부 (2005) 대기 Inventory 작성과 배출계수 개발 및 오염 배출량 산정연구.
EPA (1996) Emission Inventory Improvement Program, Vol 3, Graphic Arts.