제 출 문

경남지역환경기술개발센터장 귀하

본 보고서를 "오염원 배출원 자료 구축(점, 선 및 면 오염원)"에 관한 보고서로 제출합니다.

연구기관명 : 밀양대학교

연구책임자 : 김 영 식 교수(밀양대 환경공학과)

연 구 원 : 김태형, 박정호, 박종길, 박흥재,

서정민, 정재우

요 약 문

Ⅰ. 제목

오염원 배출원 자료구축(점, 선 및 면 오염원)

Ⅱ. 연구의 목적 및 필요성

최근 우리나라의 대기오염 양상은 에너지의 양적 증가 및 고급화, 자동차 증가와 같은 직접적인 요인에 의해 이산화황, 먼지 등과 같은 1차 오염물질 문제보다는 광화학스모스(photochemical smog), 시정(visibility), 산성비 등과 같은 2차 오염문제가 점차 중요시되고 있다. 이들 문제들은 하나 같이 복잡한 반응과 연관되어 있고, 오염도 및 분포를 결정하는 공간적 규모가 비교적 큰 문제들로 인과관계 규명이 매우 어렵다는 특성을 가지고 있다. 따라서 대기질을 관리하기 위해서는 먼저 어디로부터 얼마만큼의 대기오염물질이 배출되고 있는지 파악하여야 한다. 대기오염이 심한 지역의 대기질 개선 대책을 수립하기 위해서는 각 배출원의 시간적, 공간적 오염물질 배출분포 현황이 먼저 파악되어야 하고, 여기에 대기질 측정 자료와 대기오염물질이 배출되어 어떻게 대기질에 영향을 주는지를 해석할 수 있는 대기오염 확산 모형이 마련되어야 한다. 오염배출량을 파악하기 위해서는 대기오염 배출자료체계가 필수적이다. 현재 우리나라는 대기오염관리에서 가장 기초적이면서 핵심적인 배출자료체계(emission inventory system)가 미비하여 체계적인 접근이 안되고 있는 실정이다. 지금까지 점오염원에 대해서는 샗배출업소 조사표샘를 통해서 행정적으로 관리가 되어 왔으나, 면오염원이나 이동오염원 등에 대해서는 체계적인 조사가 어려워 제대로 파악되지 못하였다. 그러나 대도시 지역에서는 일반적으로 대기질에 미치는 영향이 크므로 이에 대한 조사가 이루어지지 않고서는 체계적인 대기질 개선 대책의 수립이나 정책대안의 비교평가가 불가능하다. 또한 이러한 대기정책 수립과 평가에 필수적인 대기오염 모형의 개발과 평가를 위해서 정확한 대기오염배출자료의 조사는 매우 중요하다. 앞으로 대도시지역에서 더욱 심해질 것으로 예상되는 광화학스모그에 대한 개선 대책, 대기오염 경보체계의 수립, 총량규제 대책 등을 위해서는 이들 오염원에 대한 체계적인 조사와 관리가 더욱 중요하다. 정부에서는 1995년 대기환경보전법을 개정하면서 시도지사와 지방환경관서의 장은 대기오염 배출원과 배출량에 대한 조사를 실시하여야 한다고 명시하고 있다. 즉, 대기환경보전법 제8조에 대기환경기준을 초과하거니 초과할 우려가 있는 지역에 대해서는 대기환경 규제지역으로 지정할 수 있고 이를 개선하기 위하여 환경기준을 달성, 유지하기 위한 실천계획을 수립하도록 하였다. 또한 이 실천 계획을 수립할 때는 대기질 상시 측정결과와 오염물질 배출량조사 결과를 참작하여야 한다는 내용을 포함하

여 배출량 조사의 목적과 중요성을 밝히고 있다.

이와 같은 배경에서 본 연구는 경상남도 전지역(김해시, 밀양시, 마산시, 진해시, 창원시, 거제시, 양산시, 진주시, 사천시, 통영시, 의령군, 함안군, 창녕군, 산청군, 하동군, 남해군, 고성군, 함양군, 거창군, 합천군)에서 배출되는 대기오염물질의 배출량을 조사하였다.

Ⅲ. 연구의 내용 및 범위

조사대상은 경상남도의 20개 시군을 설정하였으며, 창원대학교는 경상남도의 전 시군을 대상으로 점 및 VOC 배출원 조사를 실시하고, 밀양대학교는 밀양시, 창원시, 마산시, 함안군, 의령군, 창녕군, 합천군, 거창군을 대상으로 점 및 면 오염원을 조사, 진주산업대학교는 함양군, 산청군, 진주시, 하동군, 사천시, 고성군, 통영시, 남해군을 대상으로 점 및 면 오염원 조사, 인제대학교는 김해시, 양산시, 진해시, 거제시를 대상으로 하여 점 및 면 오염원을 조사하였으며, 조사내용의 항목과 범위는 다음과 같다.

□ 점오염원

- 발전소, 큰 공장, 대형 소각시설, 중앙 난방시설 등과 같이 배출규모가 커서 대기오염 기여도가 크고, 단일 배출원으로 관리가 용이한 오염원
- 대기배출업소 규모 1~3종까지를 대상으로 하며, 배출량 산정을 비롯하여 기타 모델링에 필요한 정보를 구축
- 연료 소비량에 의한 오염물질 배출량 산정
  ?방지시설의 효율은 배출업소 조사표에서 분석한 오염물질별 평균 방지시설 효율을 적용

구 분	배출량 조사 자료 내용	관련기관(부서)
산업시설	? 배출원 입력 자료를 바탕으로 1 ~ 3종 사업장 현황 파악 ? 1 ~ 3종 사업장은 점오염원 배출량에 차지하는 비중이 절대적이므로 전수조사를 실시하는 것이 타당함(현장 방문조사를 원칙으로 함) ? 굴뚝제원(굴뚝높이, 상부직경, 배출온도, 배출속도) 자료정리 ? 국립환경연구원 배출계수 적용	각 시군별 환경보전과 "배출업소실태조사표" 환경부자료 "대기오염물질배출량보고서"
난방시설	? 지역난방(120kW 이상의 보일러)시설 조사 ? 굴뚝제원(굴뚝높이, 상부직경, 배출온도, 배출속도) 자료 정리 ? 국립환경연구원 배출계수 적용	환경부자료 "대기오염물질배출량보고서"
소각시설	? 폐기물 소각량 및 굴뚝제원 자료 정리 ? 소형(200kg/hr 이하), 중형(200 ~ 2,000kg/hr), 대형(2,000kg/hr 이상) 소각시설 조사 ? 국립환경연구원 배출계수 적용	각 시군별 환경미화과 환경부자료 "대기오염물질배출량보고서"

□ **이동오염원**

뿛 도로오염원

- **자동차에서 배출되는 오염물질 배출량 산정**
- **해당지역의 도로망과 차종별 교통량, 주행속도에 따라 오염물질의 배출위치와 배출강도가 결정**

(부처)관련기관	유발 물질 사조 방출원	비 고
"냉방배관류유" 휘발소유주 석탄연료 포구영업냉난방 부릉교탑탄 "구영 사조차탑 드닉뱅주차공차" 산동력이륭교	방사 방출배 XO2 와하용이 슬방미소물영 (냉발차 고속뱅주 발도 · 사) 사조 고속뱅주 발사 도뱃 고냉방 이랑냉난동 방출배 한라 에방륭교 배륭 슬츠탑 방륭교 냉배 에모고남중 발사 발도 · 사 단 용이 발방면상 방출배 냉초드 에(TXV)드닉뱅주 발중차 스모고타드 면상 방출배 와하용이 틀물차 방륭교츠법 스고모 아모고솟도 무딘 드닉뱅주또평발일 및 수뱀륨을 발중차	차공차

▶ 비도로오염원

- 철도, 선박, 항공기, 건설기계, 농기계 등에서 배출되는 오염물질 배출량 산정

구 분	배출량 조사 자료 내용	관련기관(부서)
철 도	? 노선별 열차종별 연료사용량, 운행횟수, 기관차키로 자료조사 ? 한국철도기술연구원의 배출계수 적용	철도청 한국철도기술 연구원
선 박	? 지방해양수산청의 항만별 톤급별 입출항 선박수 자료 조사 ? 각 시군별 선박 등록 현황자료와 수협 면세유 판매량자료를 이용하여 소형선박에 의한 배출량 조사 실시 ? U.S. EPA의 배출계수 적용	지방해양수산 청 수협 EPA
항공기	? 항공기 이착륙 시와 지상 부대장비 운행으로 인한 배출량 산정 ? 공항별 기종별 운항자료, 운항모드별 소요시간 자료 조사 ? U.S. EPA의 배출계수 적용	지방항공청 EPA
건설기계	? 시군별 장비별 보유현황 자료, 건설장비부문 연료소비량 자료 조사 ? U.S. EPA 및 일본의 배출계수 적용	시군 통계DB EPA
농기계	? 시군별 농기계 보유현황 자료, 농기계부문 연료소비량 자료 조사 ? 한국환경과학연구협의회 배출계수 적용	시군 통계DB 한국환경과학 연구협의회

▶ 기타 VOCs 배출량 산정을 위한 주요 대상배출원

- 주유소, 저유소, 도장시설, 매립장, 세탁소, 인쇄소, 소비용품 등

구 분	배출량 조사 자료 내용	관련기관(부서)
주유소	? 주유소협회의 유류 판매량 자료 이용 ? Stage Ⅰ 배출 - 가솔린 Cargo 트럭에서 지하저장탱크로 옮기는 과정의 배출량 산정 ? Stage Ⅱ 배출 - 자동차 급유 과정의 배출량 산정 ? Breathing 배출 - 저장탱크 호흡손실에 의한 배출량 산정 ? EPA의 배출계수 적용	에너지관리과 주유소협회 “유류판매현황 ” U.S. EPA
저유소	? U.S. EPA의 TANK2 MODEL 이용 ? 탱크 형태, 저장탱크 높이, 직경, 색깔, 유통과량, 기온, 풍속, 저장물질의 성분 및 특성 등을 고려	에너지관리과 U.S. EPA
도료 및 도장	? 한국산업안전공단 작업환경 실태조사 자료를 이용하여 각 지역별 도료, 신나 등의 사용량을 파악하여 배출량 산정 및 공간할당 실시 ? 도료 사용량이 많은 조선소의 경우 방지시설 면제 대상임 ? 페인트?인쇄공업협회의 도료사용량(가정)	한국산업안전공단 “작업환경 실태조사 ”
매립장	? EPA의 EIIP의 대기오염 배출량 산정을 위한 선정 및 대안적인 방법에서 추천한 LAEEM 모델을 사용 ? 매립 시작 년도부터 매립 종료 후까지 지정된 연도까지 배출량 산정	환경미화과 환경부 EPA
세탁소	? 세탁협회자료와 전화번호부에 등록된 세탁업소수 현황을 파악하여 배출량 산정 및 공간할당 실시	세탁협회 CD 전화번호부
인쇄소	? 인쇄시설의 1인당 배출계수 이용(0.4kg/인-yr) ? 인쇄협회 등록 인쇄소 현황 자료 이용	시군 통계DB 인쇄협회
소비용품	? 가정용 소비용품의 사용량은 국민소득에 비례하는 것으로 가정하여 미국의 배출계수에 우리나라 1인당 국민소득 비율 0.33을 곱한 값을 이용(1.185g/인-yr)	시군 통계DB

Ⅳ. 연구결과

1. 경상남도의 점배출원에서 발생되는 오염물질 배출량은 SOx 19,454.59 ton/yr, HC 16,703.3 ton/yr, PM-10 8,941.35 ton/yr, NOx 7,931.12 ton/yr, CO 3,482.57 ton/yr 순으로 조사되었다.

2. 경상남도의 면배출원에서 발생되는 오염물질 배출량을 살펴보면 취사난방에 의한 배출량은 NOx 3,569.44 ton/yr, SOx 3,483.32 ton/yr, CO 1,896 ton/yr, PM-10 250.25 ton/yr, VOCs 15.1 ton/yr, HC 6.11 ton/yr 순이며, 45종사업장에 의한 배출량은 SOx 1,145.3 ton/yr, CO 1,253.15 ton/yr, PM-10 545.62 ton/yr, NOx 119.44 ton/yr, HC 43.68 ton/yr 순으로 조사되었다. 그리고, 상업난방에 의한 오염물질 배출량은 SOx 1,015.7 ton/yr, NOx 411.89 ton/yr, PM-10 94.33 ton/yr, CO 44.37 ton/yr, HC 3.7 ton/yr 순으로 조사되었다.

3. 점편 오염원에서 배출되는 오염물질 총발생량을 살펴보면 SOx 35,407.09 ton/yr, HC 16,756.79 ton/yr, PM-10 16,687.17 ton/yr, NOx 12,031.89ton/yr, CO 6,676.09 ton/yr, VOCs 15.1 ton/yr 순으로 나타났다.

4. 경상남도의 자동차에 의한 오염물질 발생량은 CO 41,238.45 ton/yr, NOx 20,969.09 ton/yr, VOCs 5,826 ton/yr, TSP 3,204.17 ton/yr, PM-10 2,705.6 ton/yr, SOx 2,482.18 ton/yr 순으로 조사되었다.

5. 경상남도의 비도로 오염원에서 배출되는 오염물질 발생량은 NOx 41,665.41 ton/yr, SOx 31,385.83 ton/yr, CO 8,280.07 ton/yr, VOCs 2,379.35 ton/yr, PM-10 1,405.35 ton/yr, TSP 720 ton/yr 순으로 조사되었다.

6. 경상남도 이동오염원에서 발생되는 오염물질 총발생량은 살펴보면 NOx 62,634.41 ton/yr, CO 49,446.52 ton/yr, SOx 33,868.01 ton/yr, VOCs 8,205.54 ton/yr, PM-10 4,110.95, TSP 3,924.17 ton/yr 순으로 나타났다.

7. VOCs의 배출량을 살펴보면 도료 60,768 ton/yr, 소비 3,702.09 ton/yr, 인쇄 1,249.65 ton/yr, 세정제 1,573 ton/yr, Stage1 853.29 ton/yr, Stage2 841.10 ton/yr, 세탁 701.23 ton/yr, Breathing 73.14 ton/yr 순으로 조사되었다.

8. 경상남도에의 배출원별 오염물질 총배출량은 NOx 74,666.39 ton/yr으로 가장

많은 부분을 차지하고, SOx 69,275.1 ton/yr, CO 56,122.6 ton/yr, HC 16,756.79 ton/yr, PM-10 13,626.71 ton/yr의 순으로 배출되는 것으로 조사되었다.

Ⅴ. 연구결과의 활용계획

지방화시대를 맞이하여 예전의 일방적이고 포괄적인 대기환경관리 방식으로는 지역특성에 맞는 효율적이고 현실적인 대기환경관리를 할 수 없는 실정으로, 이러한 사회적 요구를 충족기키고 국제화, 지방화시대에 맞는 보다 적극적이고 능동적인 대기환경관리방안을 강구하여야한다. 이를 위해서 현재의 대기오염상태를 정밀하게 측정, 진단하고, 다양화되어 가는 대기오염물질 배출원 특성의 철저한 조사와 분석을 통하여 지역적 특성 등을 고려한 대기환경기준 및 배출허용기준을 설정 등의 대기오염관리방안의 기초적인 자료 제공을 통해서 다음과 같은 방안에 활용할 수 있다.

① 대기오염 배출량의 현황과 추세 파악
② 대기질 개선대책 수립
③ 대기오염 모형의 입력자료
④ 대기오염 경보체계의 수립
⑤ 환경영향평가
⑥ 대기관리정책의 실행결과 확인 및 평가
⑦ 대기오염측정망의 설계
⑧ 총량규제