창원시 대기환경 배출량 조사

창원대학교 김 태 형

경남지역환경기술개발센터

요약문

Ⅰ. 제목

창원시 대기환경 배출량 조사

Ⅱ. 연구의 목적 및 필요성

창원시는 환경수도를 표방하고, 기후변화대응 시범도시로 선정되어 환경에 대한 지대한 관심을 가지고 있을 뿐만 아니라, 창원시민들의 환경에 대한 민감도도 타 도시에 비해 상대적으로 높고 분지형 도시라는 지형적인 문제점이 있지만 그래도 깨끗한 공기를 마시고 싶어하는 열망이 상당히 높은 편이다. 그럼에도 불구하고 미세먼지와 오존이 환경기준을 초과하고 있는 실정으로 이에 대한 대책 수립이 절실한 상황이다.

그러나, 현재까지 대기오염저감대책 수립의 가장 기본인 대기오염물질 배출량 산정을 한 번도 해보지 못했었다. 이러한 아쉬움을 해결하고자 환경부 대기정책지원시스템의 배출량 자료를 정밀하게 분석하고, 특히 도로교통에 의한 배출량을 자동차 등록대수에 근거한 배출량 산정이 아닌 실제 통과교통량에 대한 배출량을 산정해봄으로써 향후 대기오염 저감대책 수립을 위한 정확한 기초자료를 확보하고자 하였다.

Ⅲ. 연구의 내용 및 범위

본 연구의 연구내용과 범위는 다음과 같다.

1) 대기정책지원시스템(CAPSS) 배출량 자료분석
2) 1-5종 배출업소 배출량 분포 파악
3) GIS를 이용한 공간적인 배출량 분포 구현 : 공간구현 및 동별 배출량 산정
4) 도로교통에 기인한 오염물질 배출량 산정방법을 다양한 접근방법으로 산정 및 비교

Ⅳ. 연구결과

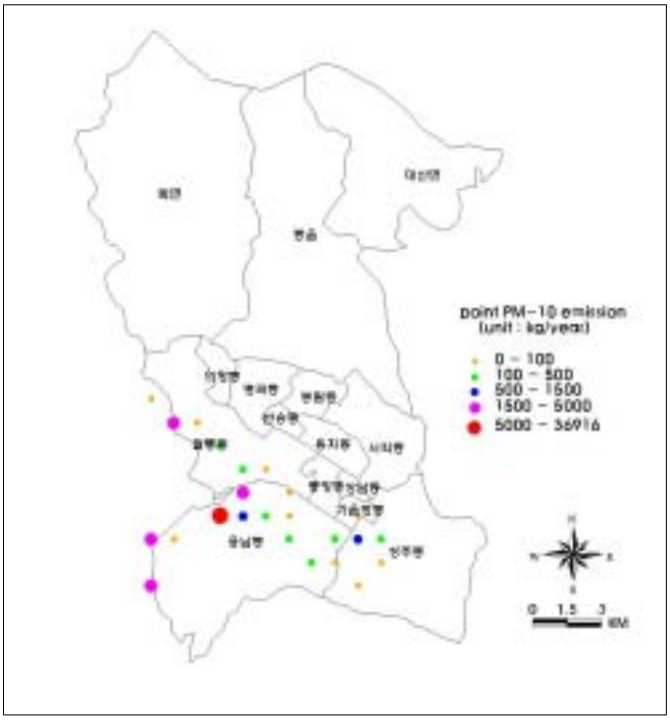
1. 점오염원

점오염원의 부문별 오염물질별 배출량 분석결과는 아래 표와 같다. 제조업 연소 부문이 오염물질 배출량의 주류를 이루고 있으나, VOC의 경우 폐기물 처리 부문에서 75%를 배출하고 있는 것으로 나타났다.

<창원시 점오염원의 발생원별 오염물질별 배출량 및 기여도 (kg/yr (%))>

부문	CO	NOx	SOx	TSP	PM_{10}	VOC	NH_3
제조업 연소	181,242 (74.6)	973,472 (63.3)	391,907 (46.4)	30,401 (41.5)	19,573 (36.7)	31,250 (5.8)	15,581 (100.0)
생산공정	0 (0.0)	231,283 (15.0)	404,745 (47.9)	34,692 (47.3)	32,264 (60.4)	104,077 (19.2)	0 (0.0)
폐기물처리	61,683 (25.4)	334,085 (21.7)	47,707 (5.7)	8,218 (11.2)	1,561 (2.9)	406,587 (75.0)	0 (0.0)
합계	242,924	1,538,840	844,359	73,311	53,399	541,914	15,581

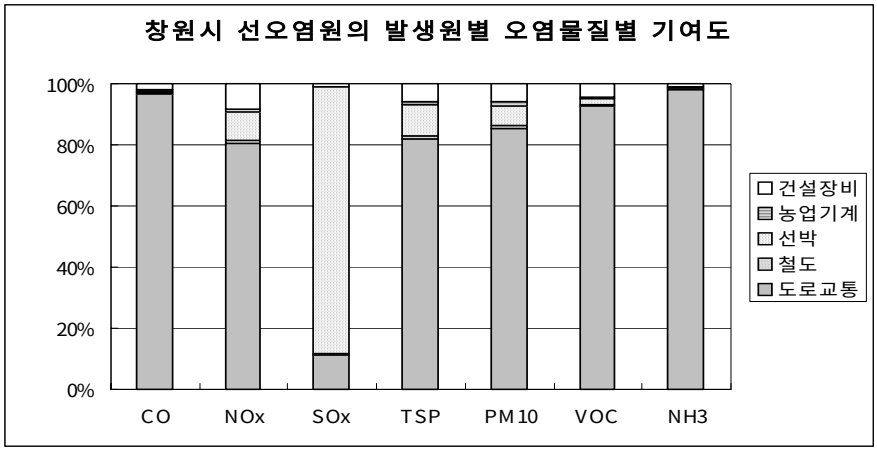
점오염원의 공간적 분포와 배출강도를 GIS를 이용하여 아래 그림과 같이 나타내었다. 예상했던 바와 같이 주로 공단지역에 분포되어 있음을 알 수 있다.



<점오염원에 의한 PM-10 배출량>

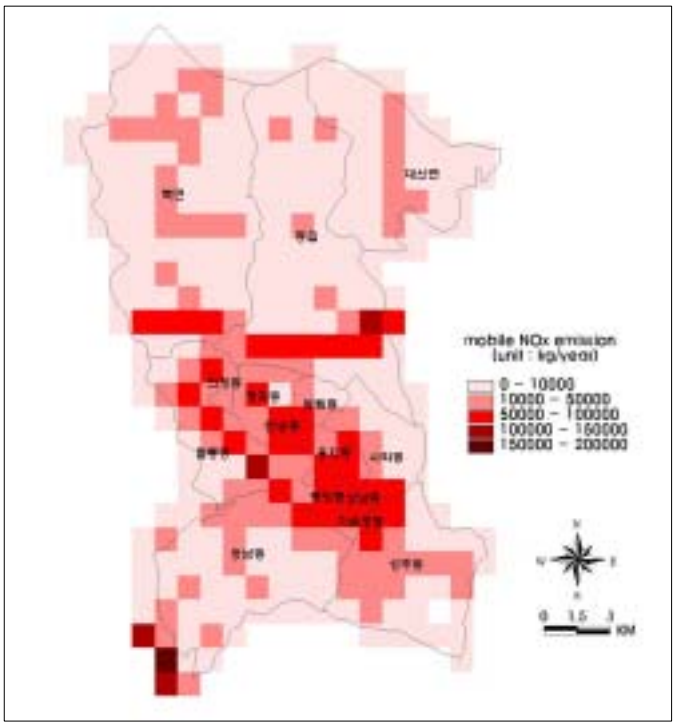
2. 선오염원

선오염원 분석결과는 아래 그림과 같으며, 이 그림에서 볼 수 있듯이 도로오염원의 오염물질 배출량이 대부분을 차지하고 있는 것을 잘 알 수 있었으며, 특히 선박부문의 배출이 높은 SOx를 제외한 모든 오염물질에 대해 도로 오염원의 오염물질 배출기여도가 총 배출량의 80% 이상으로 나타나고 있어, 선오염원의 오염물질의 배출 대부분이 자동차에 의해 기인된 것으로 판단된다.



창원시 선오염원의 발생원별 오염물질별 배출량 기여도

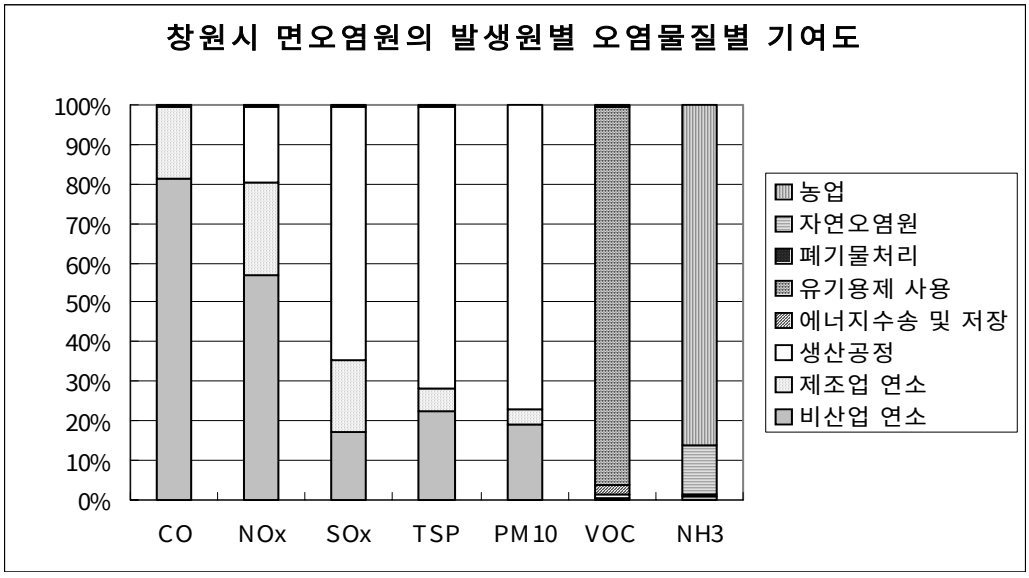
선오염원에 의한 1kmx1km 공간격자별 배출량을 GIS를 이용하여 아래 그림과 같이 나타내었다. 그림에서 확연하게 알 수 있듯이 상대적으로 교통량이 많은 창원대로, 공단로, 반송로 부근의 오염물질 배출강도가 상당히 높게 나타남을 알 수 있다.



<선오염원에 의한 NOx 배출량>

3. 면오염원

면오염원 중에서 비산업연소(상업 및 공공기관, 주거용 시설, 농업/축산/수산업 시설)에서 배출되는 CO와 NOx가 81.2%와 56.9%로 상당부분을 차지하고 있었으며, 제조업 연소는 산업용 보일러 시설 중 4-5종에 해당하는 것으로 배출량이 그리 높지 않은 것으로 나타났다. 4-5종에 해당하는 생산공정에서는 SOx, TSP, PM-10이 각각 64.2%, 71.3%, 76.8%로 상당히 많이 배출되는 것으로 나타났다. 그 외에 유기용제 사용에 의한 VOC 배출량이 95.9%로 VOC 배출의 거의 대부분을 차지하는 것으로 나타났는데, 이는 도장시설, 세정시설과 같이 유기용제를 대량으로 사용하는 생산공정에서 배출되었기 때문인 것으로 판단된다.



<창원시 면오염원의 발생원별 오염물질별 배출량 기여도>

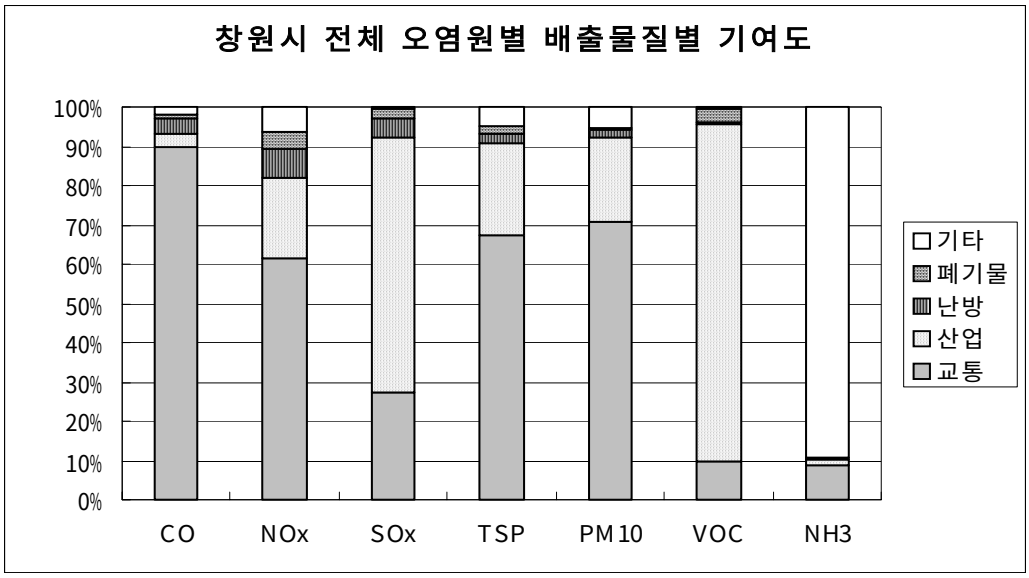
4. 점/선/면 총괄분석결과

<창원시 대기오염원별 오염물질별 배출량 및 기여도 (kg/yr (%))>

구분	CO	NOx	SOx	TSP	PM10	VOC	NH_3
점오염원	242,924 (3.3)	1,538,840 (18.9)	844,359 (42.9)	73,311 (17.2)	53,399 (13.8)	541,914 (4.4)	15,581 (1.0)
선오염원	6,797,106 (92.0)	5,521,495 (67.7)	542,299 (27.6)	308,198 (72.6)	296,417 (76.4)	1,254,055 (10.3)	131,924 (8.8)
면오염원	344,598 (4.7)	1,099,105 (13.5)	580,698 (29.5)	44,578 (10.5)	38,402 (9.9)	10,403,483 (85.3)	1,349,772 (90.1)
합계	7,384,628	8,159,441	1,967,355	426,087	388,218	12,199,453	1,497,276

5. 오염원의 기능별 분류에 따른 배출량 분석결과

지금 까지 분석한 점/선/면 분류체계를 따를 경우 4-5종 배출사업자의 배출량이 기능상으로 점오염원임에도 불구하고 면오염원으로 분류되어 그 구분이 모호해지는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 면오염원으로 분류되어 있는 4-5종 배출업소의 배출량과 점오염원 배출량을 “산업”이라는 범주로 편입시켜 다시 정리하였다. 아래 그림에서 알 수 있듯이 수송에 기인한 배출량은 CO, NOX, TSP, PM-10이 각각 89.9%, 61.3%, 67.3%, 70.8%로 전체배출량의 60-90%를 차지하고 있어 창원시 대기오염의 주범임을 확인할 수 있었다.



<기능별 분류에 따른 발생원별 오염물질별 배출량 기여도>

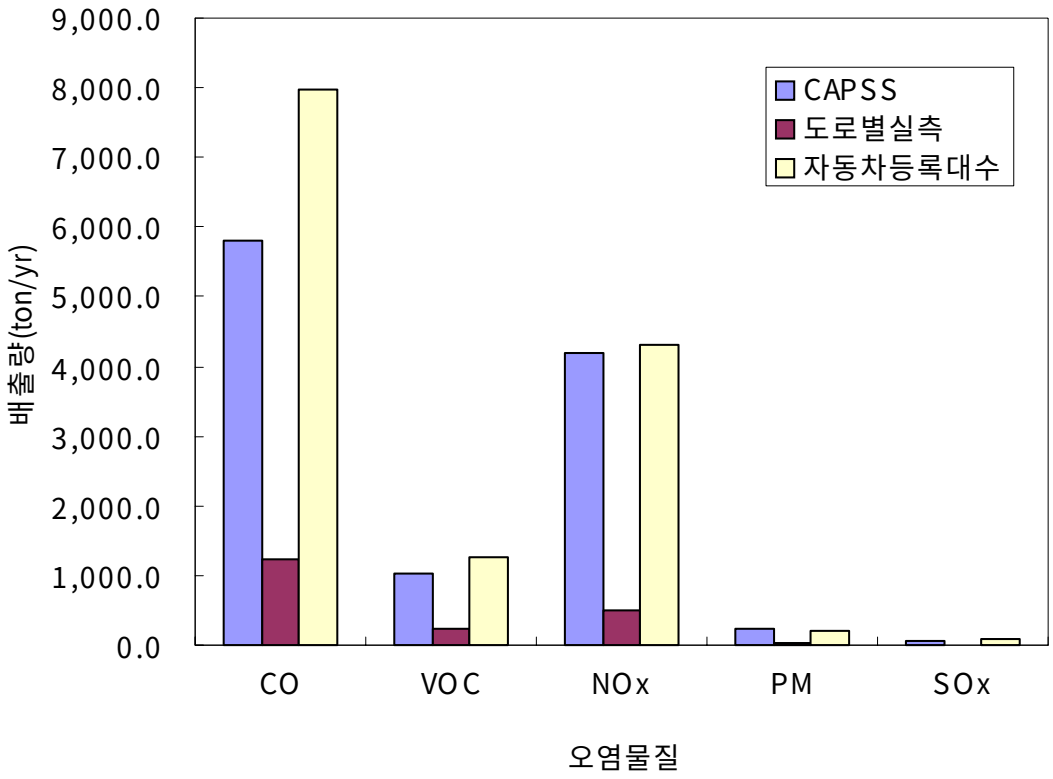
6. 도로교통 대기오염물질 배출량 분석결과

세 가지 방법으로 배출량을 산정한 결과, 아래 그림에서 보듯이 CAPSS자료를 이용한 배출량과 자동차 등록대수를 이용한 배출량은 차종별로 다소 차이가 있지만 전체적인 경향성 등이 유사한 것으로 나타났다.

그러나 도로별 교통량 실측에 의한 배출량은 다른 두 방법으로 산정된 배출량에 비해 약 6배정도 배출량이 적게 산정되었다.

전국 최초로 자동차의 실교통량 자료를 주요간선도로에까지 확장하여 이를 근거로 하는 일반대기 오염물질 배출량을 산정하였으나 이렇게 차이가 많이 나는 이유는 현 단계에서 정확하게 분석할 수는 없다고 판단된다.

그러나, 이러한 결과를 초래한 원인으로는, CAPSS자료 및 차량등록대수로 산정된 경우는 과대산정되고, 실측을 통해 산정된 경우는 과소산정된 가능성이 높아 이로인한 오차가 가장 클 것으로 판단된다. 또한 실측여건의 제한으로 첨두시간대의 편이성으로 인해 차종별 배출량이 정확하게 산정되지 못한점, 132개 구간 이외의 구간에 대한 배출량이 누락된 점 등으로 인해 약 6배 정도 낮은 배출량을 보인 것으로 판단된다.



<배출량 산정방법에 따른 오염물질 배출량 비교>

약 6배 정도 적게 산정된 실측결과 자료를 창원시의 등록대수와 평균주행거리를 고려하여 보정한 결과, 창원시 차량등록대수를 근거로 하여 산정된 오염물질 배출량에 대해 도로망별 실측결과 자료를 창원시의 차종별 등록대수 및 차종별 평균주행거리를 고려한 보정치가 95%~122% 수준으로 나타났다.

이는 차량등록대수로 산정된 배출량 산정 결과와 도로망별 실측을 통한 오염물질 배출량 결과가 단지 배출량 산정방법론의 차이에 의해 일률적으로 과소 또는 과대 산정되어 약 6배 정도의 배출량 차이를 보인 것으로 판단되며, 각 오염물질별, 차종별 배출경향이 유사한 점 등을 고려해 볼 때, 실측을 통한 이동배출원의 보다 정확한 오염물질 배출량 산정이 가능할 것으로 판단된다.

다만 창원시내 전 도로망에 대해 1년 정도의 장기 측정이 현실적으로 불가능하며, 세부차종별 교통량의 실측이 어렵다는 현실적인 제약이 있기 때문에, 지속적인 실측을 통해 적용가능한 신뢰도 높은 이동배출원의 오염물질 배출량 자료가 구축될 경우 다음과 같은 기대효과가 예상되어진다.

■ 도로망별 실측을 통한 배출량 산정의 장점 및 기대효과

① 해상도가 높은 배출량 자료의 획득이 가능함.
② 실제 운행되는 현상에 적합한 배출량 산정이 가능하고, 구간별 배출량 산정이 가능하므로, 이에 대한 관리대책 수립이 용이함.
③ 각 구간별 차종별 운행의 특성파악이 용이하고, 배출되는 오염물질의 경향을 파악하기 용이함.
④ 각 도로망에 균일하게 할당되는 것이 아닌 실 교통량에 따른 차등 배분 및 할당이 이루어짐.
⑤ 구간별 배출기여도에 따른 ‘ 혼잡통행료 징수 ’ 등의 집중관리가 가능함.

도로망별 실측을 통해 이동 배출원에서 배출되는 오염물질 배출량을 산정하는 것이 가장 이상적인 오염물질 배출량 산정방법으로 판단되지만 현실적인 제약조건이 많기 존재하고 있기 때문에, 본 과제에서 제시하는 다음의 몇 가지 전제조건만 선결될 경우 실측을 통한 이동배출원의 오염물질 배출량 산정이 가장 합목적적인 것으로 판단된다.

■ 도로망별 실측을 위한 전제조건

① 가능한 창원시의 주요 간선도로가 다 포함되도록 구간을 선정하고 실측해야 함
② 시간대별 차종의 운행특성이 다르므로, 가능하면 상시측정이 좋겠지만 사정이 여의치 않을 경우 다양한 시간대로 구분하여 차종별 운행특성을 평가해야 함.
③ 유료도로의 경우 차량의 번호판을 식별하는 경우가 증가하고 있으므로, 차량번호로 알 수 있는 기본적인 정보(차종, 차령, 등록지역 등)를 획득하는 방안을 고려할 경우, 실측을 통해 이동배출원의 오염물질 배출량을 보다 정확하게 산정 가능할 것임.