

SM4)

비도로용 경유엔진의 대기오염물질 배출량 산출

- 농기계엔진을 중심으로 -

Calculation of Air Pollutant Emission from Non-Road Diesel Engine

- Concentrate on the Agricultural Engine -

염명도 · 김태승 · 류정호 · 이종태 · 임철수 · 김기호 · 정성용

국립환경연구원 자동차공해연구소

1. 서론

내연기관으로 작동되는 자동차는 크게 도로용(Onroad)과 비도로용(Nonroad)으로 구분되며, 비도로용 차량은 크게 자동차이외의 교통수단(철도, 항공, 선박)과 건설장비, 농업용기계 등을 일컫는다. 이러한 비도로용 엔진들은 주요 대기오염원으로 부각되어 최근 미국, 유럽등 선진국에서 배출규제를 시작하였다. 우리나라는 선진국에 비해 휘발유 가격대비 경유가격이 낮기 때문에 경유차량의 보유비율도 상대적으로 높아 경유자동차에 의한 대기오염이 심각한 실정이다.

현재 자동차 이외의 비도로용 차량중 건설기계로 분류되는 덤프트럭, 콘크리트 믹서트럭등에 대해서는 중량 디젤자동차와 동일한 배출가스 규제치를 적용, 관리하고 있으나, 그 외 건설장비등을 포함한 선박, 항공, 농업용기계등 비도로용 차량의 경우에는 오염물질 배출실태에 대한 조사가 전혀 이루어지지 않아, 총괄적인 배출가스 저감대책 수립에 어려움이 있는 실정이다.

본 연구에서는 비도로용 차량에 의한 대기오염 저감대책을 강구하고자 비도로용 차량중 건설기계에 이어 우리나라에서 생산·판매되고 있는 농기계엔진의 오염물질 배출실태를 평가하여 농기계엔진의 기종별 오염물질 배출량을 산출함으로써 대기오염 기여율을 평가하고자 하였다.

2. 실험방법

1. 농기계장비 현황조사

가. 기종별 보유대수

농기계에 의한 오염물질 배출량을 산정하기 위하여 기종별, 연도별 등록대수를 농림부에서 발행한 농기계 현황자료를 토대로 지역별로 조사하였다.

나. 연간 가동현황조사

농기계에서 발생하는 연간 오염물질 배출량을 파악하기 위해서 기종별 연간 총가동량이 필요한데, 이는 동력경운기, 트랙터, 동력이앙기, 바인더, 콤파인 등 5기종에 대해서 한국농기계협동조합에서 조사한 주요 농기계의 연간 작업일수를 사용하였다. 연간 작업일수를 연간 총가동시간으로 표기하기 위해 표준품셈에서 정의하고 있는 1일 8시간의 작업시간을 기준으로 하였다.

다. 평균 출력

조사대상 농기계의 기종별 평균출력은 국내 주요 농기계제작사에서 판매하는 농기계의 각 기종별, 등급별 출력을 산출한 후, 여기에 등급별 판매비율을 곱한 가중평균출력을 사용하였다.

라. 평균 출력비율

평균출력비율은 조사대상 농기계의 정격출력에 대한 실제 작업시의 사용출력의 비로써, 이는 모든 자동차가 항상 정격출력 상태에서 운전되지 않는 것처럼 농기계도 정격출력이 아닌 작업시의 실제 사용출력을 반영함으로써 보다 더 정확한 배출량을 산정하고자 하는 것이다. 세계적으로 비도로용 엔진의 배출가스 규제시험 방법으로 사용되는 ISO-8178 측정조건이 농기계 등 특수자동차의 운전특성을 반영하고 있는 것으로 판단되어, 이 시험모드의 운전조건에서 평균출력비율을 계산하여 사용하

었다. 평균출력비율 계산시 중간속도의 엔진회전속도는 정격출력시의 60%로 하고 이때의 토크는 정격출력시의 토크(100%)로 하였다.

2. 배출가스 측정

가. 시험장치

대형엔진동력계는 630kW의 AC동력계(오스트리아 AVL사, APA DYNO)이며, 대형경유엔진 배출가스 측정장치는 Horiba사의 MEXA-9100D를 사용하였으며, 대형경유엔진의 입자상물질을 측정하기 위한 시료채취장치는 미니회석터널(AVL 474)을 사용하였다.

나. 측정내용 및 방법

엔진동력계상에 대상엔진을 장착하여 시험조건(흡기온도, 배기온도, 오일온도등), 엔진성능(연료소비율, 엔진회전수, 축출력, 축토크등) 및 배기가스중의 오염물질(CO, THC, NOx, PM, 매연등)등을 측정하였다.

3. 배출량 산정

본 연구에서는 작업시의 배출총량만 고려하였으며 배출가스 총량 산정방식은 다음과 같다.

- 해당 농기계장비의 연간 배출가스 총량(g/년)
 - = 보유대수 × 당해 장비류의 보유비 가중평균 정격출력(kW)
 - × 정격출력에 대한 작업시의 평균출력 비율(%)
 - × 연평균 가동시간(h/년)
 - × 원단위 배출계수(g/kW · h)

3. 결과

1. 경유엔진을 사용하는 주요 농기계의 오염물질 배출량('98년기준)을 산출한결과 전국에서 농용트랙터의 경우 CO 2,639톤/년, HC 511톤/년, NOx 8,342톤/년 및 입자상물질 415톤/년으로 배출되고, 콤바인의 경우 CO 687톤/년, HC 150톤/년, NOx 1,270톤/년 및 입자상물질 154톤/년으로 배출되며, 보유대수가 전체 농기계의 50%이상을 차지하는 단기통 경유엔진을 사용하는 동력경운기의 경우, CO 10,721톤/년, HC 3,216톤/년, NOx 21,442톤/년 및 입자상물질 2,144톤/년 배출되어 동력경운기가 전체 농기계 오염물질 배출량의 72%이상을 차지하여 주 배출원임을 알수 있었으며 오염물질중 질소산화물이 전체의 60%이상을 차지, 주 오염물질임을 알 수 있었다.

2. 이러한 농기계의 오염물질별 배출량은 전체 자동차에서 배출되는 CO의 1.6%, THC의 3.2%, NOx의 6.7% 그리고 PM의 3.7%를 각각 차지하는 것으로 조사되어 CO, THC 및 PM등은 3.7%이하로서 낮은 수준이었으나, NOx는 6.7%로서 높게 나타났다.

Table 1. Air pollutant emission rate by agricultural equipment (1998).

Emission Kinds	CO		THC		NOx		PM	
	Pollutant (Ton/Year)	Rate (%)	Pollutant (Ton/Year)	Rate (%)	Pollutant (Ton/Year)	Rate (%)	Pollutant (Ton/Year)	Rate (%)
Power Tiller	10,721	76	3,216	83	21,442	69	2,144	79
Agricultural Tractor	2,639	19	511	13	8,342	27	415	15
Combine	687	5	150	4	1,270	4	154	6
Total	14,047	100	3,877	100	31,055	100	2,713	100