한국환경과학회지 제8권(제1호), 27~32, 1999
J. of the Korean Environmental Sciences Society

차량 공회전시 배출되는 대기오염물질의 배출 특성

이 병 규 · 조 성 웅 · 나 덕 재 · 정 혁 용 · 정 광 륜 · 이 채 복
울산대학교 토목환경공학부
(1998년 11월 12일 접수)

Emission Characteristics of Air Pollutants produced from Idling of Vehicles

Byeong-Kyu Lee, Sung-Woong Cho, Deok-Jae Na, Hyuk-Yong Jung
Kwang-Ryun Jung, and Chae-Bog Lee
Dept. of Civil & Environmental Engineering, University of Ulsan, Ulsan 680-749, Korea
(Manuscript received 12 November 1998)

This study identified concentrations of air pollutants emitted from idling of vehicles such as cars, taxis, trucks, and buses. In this investigation we analyzed concentrations of SO_2, NOx, CO, and CO_2 emitted from exhaust pipe of vehicles as a function of vehicle type, mileage, exhaust volume, and fuel type using the GreenLine.

Compact or light cars, which have relatively low exhaust volume, showed much higher exhaust concentrations of SO_2, CO, and NOx than those emitted from vehicles with high exhaust volume. Vehicles using light oil showed much higher exhaust NOx concentrations than those of vehicles using gasoline. Vehicles using LPG and compact cars showed very high exhaust CO concentration compared to other vehicles. NOx exhaust concentrations were increased with increasing the mileage of vehicles.

Key words : idling, vehicles, mileage, exhaust volume, fuel type

1. 서 론

현대사회를 살아가는 우리는 자동차라는 문명의 이기를 많이 이용하면서 생활을 영위해 나가고 있다. 자동차는 우리 인간의 이동을 보다 편리하고 신속하게 해주고 있으며, 실제로 인류문명은 자동차를 이용함으로써 보다 급속한 속도로 발전하고 있다. 이처럼 자동차는 우리 인류가 발명한 가장 위대한 작품 중의 하나라고 말할 수 있을 것이다. 그러나 최근 우리는 자동차의 이용으로 인한 이익보다는 자동차 이용의 과다로 인한 대기오염 문제로 고심하고 있다. 미국의 환경보호청[1]의 1994년 보고서에 의하면, 1991년 현재 미국에서 배출되고 있는 대기오염물의 농도중 일산화탄소 (CO)의 70 %, 질소산화물 (NO_x)의 39 %, 휘발성 유기화합물 (volatile organic compounds: VOCs)의 30 %, 입자상 오염물 (total particular matter)의 21 %, 그리고 납화합물의 33 % 이상이 자동차 배출가스 또는 배출오염물에 의한 것이다[1]. 자동차, 항공기, 철도 및 배 등을 포함하는 교통에 의한 대기오염원을 흔히 이동 대기오염 배출원 (mobile sources)이라 한다. 이동 배출원에 의한 오염물은 대기중에 배출된 전체 대기오염물의 약 50 %를 차지할 정도이고[2], 이동 배출원의 90 % 이상은 자동차에 의한 배출가스가 차지하고 있다.

1990년 현재 지구상에서는 연간 약 5천만대의 자동차가 생산되고 있으며, 1988년 현재 지구 전체적으로 약 6억 3천만대의 자동차가 전세계에서 운행되고 있다[3]. 이중에서 약 65 %는 가솔린을 주 연료로 사용하는 승용차이고, 약 20 %는 경유를 주 연료로 사용하는 트럭이나 버스이며, 나머지 약 15 %는 가솔린을 주 연료로 사용하는 오토바이와 같은 이륜 및 삼륜 차량 등으로 되어 있다.

한편, 국내의 경우 1997년 현재 등록된 자동차수는 1천만대를 넘고 있어 좁은 국토 면적에 비해 많은 자동차가 운행되고 있는 실정이다. 따라서 자동차로 인한 대기오염은 다른 나라들보다 매우 심각한 실정에 있다. 1997년 현재 국내에 운행중인 1,000만대의 차량중 경유사용 차량은 약 29 %정도인데, 실제로 경유차에 의해 배출되는 대기오염물은 전체 차량에서 배출되는 대기오염물의 약 70 %를 차지하고 있다[4]. 예로써, 1997년 서울시 대기중의 매연의 98 %와 질소산화물의 82 %는 경유차량에서 배출되고 있다. 경유차량 중에서도 특히, 버스나 트럭과 같은 대형 경유차량은 전체 자동차대수의 5 %에 불과하지만, 이런 대형 경유차로부터의 대기오염 배출물질은 전체 차량에 의한 대기오염 배출물질의 약 54 %나 되며 전체 대기오염물질의 약 34 %나 될

Table 1. Technical specifications of the GreenLine

Type	Transportable combustion gas analyser
Zero Calibration	Automatic calibration at instrument start-up with local air
Self Diagnosis	Sensors efficiency test with display diagnostic indication
Data Memory	Capacity of 250 full analysis data with date, time and memory step identification
Working Temperature	From -5℃ to 45℃ (short time up to 50℃)

Table 2. Detection limits of air pollutants measured in the GreenLine

Parameter	Sensor	Ranges	Resolution	Accuracy
CO_2	Calculated	0 - 99.9%	0.1%	
CO	Electrochemical	0 - 4,000ppm	1ppm	± 4%
NOx	Electrochemical	0 - 1,999ppm	1ppm	± 4%
SO_2	Electrochemical	0 - 1,999ppm	1ppm	± 4%

정도이다. 반면에 휘발유 차량에서 배출된 대기오염물질은, 1997년 서울시의 경우, 자동차 전체에서 배출되는 탄화수소 (휘발성유기화합물 포함), 일산화탄소 및 질소산화물 각각에 대해 약 56 %, 56 % 및 18 %정도를 차지하고 있다[4]. 따라서 우리 나라의 경우 다른 나라와는 달리 경유차량에 의한 대기오염물의 비중이 상당히 큰 편이다.

우리나라는 자동차 보급율에 비하여 도로여건이 아주 열악한 상태이다. 그러므로, 차량 운전 중에 정지해야 할 상황이 자주 발생하여 차량 정차 및 정체로 인한 대기오염물 배출이 아주 심각한 실정이다. 또한, 추운 겨울철에는 필요 이상으로 공회전을 오랫동안 유지하는 운전 습관에 익숙하여 있고 이로 인한 대기오염물의 배출이 주택가나 아파트 등에 거주하는 시민들에게 심각한 악영향을 미치고 있다. 뿐만 아니라, 차량 종류나 제조회사 등에 따라 공회전시의 차량 배출에 의한 대기오염물의 제어 정도가 상당히 다르다.

따라서, 본 연구는 대기오염의 주범인 자동차, 택시, 트럭 및 버스 등에서 배출되는 대기오염물질의 양을 파악하기 위하여, 차량 공회전(idling)시 배출되는 대기오염물질(CO, CO_2, NOx, SO_2)의 농도분석을 수행하였다. 즉, 자동차 제조회사, 차량 종류, 주행거리, 배기량 그리고 사용연료 등의 변화에 따른 대기오염물질의 배출농도를 분석하고자 하였다.

2. 연구방법

본 연구에서는 현재 국내에서 생산되어 운행 중에 있는 자동차 및 각종 차량의 종류를 파악하여 A사, B사 및 C사로 구분하였고, 차량의 종류, 배기량, 주행거리 및 사용연료 등에 따라 차량들을 다시 분류하였다. 택시, 소형 승용차, 시내버스 등도 유사한 방법으로 분류하였다. 이렇게 분류된 차량들을 정상 운전한 뒤 정차하여 정지상태에서 공회전시 배출되는 각종 대기오염물을 포집하여 분석하였다.

본 연구에서 사용된 측정장비로는 영국의 Digitron Instrumentation사에서 제작된 GreenLine(모델명 : GreenLine) 이라는 장비로써 기본적인 장비사양은 Table 1에 나타내었고, 각 측정항목의 원리와 검출한계는 Table 2와 같다[5].

GreenLine 사용시 차량으로부터 배출되는 대기오염물 측정에 가장 적절한 측정지점과 시간을 결정하기 위한 실험 결과, 차량의 배기구 끝으로부터 5 cm 지점에서 15초간의 Grab sampling 방법으로 측정 분석할 때 가장 안정적인 결과를 나타내는 것으로 판단되었다. 포집시간을 5~25초까지 5초의 시간간격으로 차량 배출 대기오염물 시료의 측정 분석을 실행한 결과 20초 경과 후부터 CO의 농도가 급속히 증가하여 측정장비의 측정한계를 넘어서고, 10초 이내에서는 GreenLine에서의 측정 자료의 불안전성이 관찰되었기에 측정시간을 15초로 정하였다. 그리고, 측정거리를 차량 배기구의 끝으로부터 5 cm로 정한 것은 측정거리가 짧을수록 높은 농도를 나타내었으나, 5 cm 이내에서는 몇몇의 측정항목에서 분석 기기의 측정한계를 넘어서고, 배기구 끝으로부터의 측정거리가 너무 멀어지면 주변 기류에 의한 희석 영향을 크게 받기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 가장 안정적인 측정값을 나타낸 지점(5 cm)에 GreenLine의 흡입부를 설치하여 15초 동안의 차량 배출 대기오염물 시료를 포집하여 측정 분석하였다. 측정은 봄철(97년 3월~4월) 낮시간대(오전 9시~오후 5시)에 수행되었고, 차량 배출 가스의 시료 포집이 용이하고 도로에 의한 영

Table 3. Average emissions of air pollutants as a function of vehicle type

Maker	Vehicle type	No. of measu-rement	Average mileage (km)	Exhaust volume (cc)	Measurement item							
					CO_2 (%)	S.D.*	CO (ppm)	S.D.	NOx (ppm)	S.D.	SO_2 (ppm)	S.D.
A	A-1	3	116,667	1,300, 1,500	4.1	1.1	75.0	3.3	44.0	56.7	3.7	5.2
	A-2	3	7,667	1,500	4.4	2.2	320.3	261.1	2.7	3.8	0.0	0.0
	A-3	5	78,400	1,500, 1,800	2.9	1.4	94.4	80.2	3.6	3.2	2.6	2.3
	A-4	4	44,790	1,800, 2,000 above	3.2	1.5	247.3	180.4	12.3	11.9	11.0	8.8
B	B-1	4	33,250	800	5.1	0.8	2780.0	269.6	28.8	6.3	34.0	21.6
	B-2	3	88,000	1,500	5.8	1.0	645.7	378.8	3.0	4.2	1.7	1.3
	B-3	2	7,700	2,000 above	4.1	0.1	50.0	30.0	0.0	0.0	2.0	2.0
C	C-1	4	80,450	1,300	6.0	2.3	648.5	857.3	35.5	30.5	7.0	12.1
	C-2	3	31,000	1,500	4.5	1.2	366.3	498.4	18.3	20.1	0.3	0.4
	C-3	3	53,500	1,800, 2,000 above	5.1	0.7	17.0	1.0	20.5	13.5	1.0	0.0
Light oil vehicles (Light duty truck)		4	105,500		1.7	0.2	29.3	17.3	111.8	14.8	0.0	0.0
Light oil vehicles (Automobile)		6	101,000		1.3	0.6	30.7	21.5	104.7	26.2	0.0	0.0
Light oil vehicles (City bus)		8			0.8	0.3	64.9	33.7	94.4	19.0	0.1	0.3
LPG Vehicles (Taxi)		7	143,143		4.2	1.1	1344.1	1599.9	9.7	6.4	16.7	22.2

향을 최소화 할 수 있도록 도로에서 약 50 m 이상 떨어진 장소를 측정지점으로 하였다. 측정지점은 차량 배출시의 대기오염물질에 의한 contamination을 최소화할 수 있는 학교 지역 내에서 분류된 차종별 3대~8대의 차량으로부터 대기시료를 측정하였다.

본 연구에서는 현재 국내에서 승용차량을 생산중인 A사에서 4차종, B사에서 3차종, 그리고 C사에서 3차종 등 총 10종의 휘발유 사용 승용차량으로부터 배출되는 대기오염물을 연구하였고, 생산회사와는 무관하게 경유를 사용하는 승용차량, 소형트럭, 그리고 시내버스 등으로부터의 대기오염물 배출농도도 측정하였다. 또한, LPG를 사용하는 영업용 택시에 대해서도 각각의 대기오염물 배출농도를 측정 분석하였다.

본 연구에서 차량으로부터 배출되는 대기오염물의 측정항목으로는 CO_2, CO, NOx ($NO+NO_2$), SO_2이고, 이 중 CO_2는 % 단위로 측정하였고 나머지 항목은 ppm 단위로 측정 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 각 차종별 대기오염물 평균배출농도

아래의 Table 3은 본 연구에서 수행된 각 차종별 대기오염물 평균배출농도를 차종별 평균 주행거리 및 배기량과 함께 나타낸 것이다. 차종별 평균 주행거리는 3개 생산회사의 차종 중 가장 구형모델인 A-1차종의 평균 주행거리가 가장 많았고, 가장 최근 모델인 A-2차종의 평균주행거리가 가장 적었다.

Fig. 1은 본 연구에서 조사 분석 대상이 된 3개 자동차 제조회사의 휘발유 사용 승용차 10종의 차량에서 배출되는 NOx, SO_2 및 CO의 평균농도를 도식화한 것이다. NO와 NO_2를 합한 NOx의 농도를 비교해보면 C사에서 생산된 차량에서 대체로 높은 값을 보였다. 또한 구형모델이고 평균주행거리가 가장 많은 A-1차종에서 NOx의 평균 배출농도가 실험대상 휘발유 사용 차량 중 가장 높은 것을 알 수 있었다. 이는 차량의 노후화, 엔진 성능의 저하, 그리고 촉매장치의 효율저하 등의 요인으로 추정된다. B-1차종과 C-1차종은 800 cc 및 1,300 cc의 배기량을 가지고 있는 소형 승용차들이었는데, 이들의 NOx 배출농도도 다른 차량의 경우와 비교하여 훨

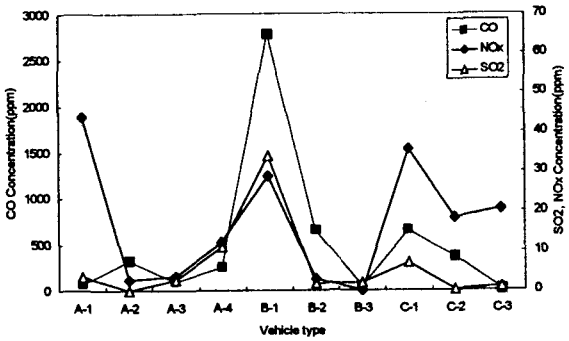

Fig. 1. Average emissions of CO, SO_2 and NO_X during idling as a function of vehicle type.

씬 높다. SO_2 배출농도 비교에서도 구형 승용차량과 소형 승용차에서 NOx의 경우에서와 마찬가지로 다른 차량들에 비하여 높은 농도를 보였다. 특히, 국민차로 보급된 B-1의 SO_2 배출량은 같은 회사의 다른 차량에 비하여 적어도 20배 이상 높은 값을 보임을 알 수 있다. 또 CO의 배출농도에서는 소형 승용차량에서 높은 농도로 확인되었고, 특히 국민차의 경우 연구 대상 다른 차량들보다 적게는 4배 이상 많게는 160배 이상 높은 배출농도를 보였다. 이렇게 소형 승용차들의 높은 배출농도에 대한 이유로는, 소형 승용차의 가격문제로 인하여 귀금속 촉매를 사용하는 고가의 배기가스 제거장치를 부착하기가 상대적으로 어렵고, 또한 자동차 성능도 최상으로 만들기가 어렵기 때문으로 판단된다. 즉, 소형 승용차에 효율적인 공해 저감 장치의 부착이 상대적으로 어렵고 가격 문제로 인해 성능향상을 위한 적극적인 투자가 이루어지지 않았으리라 여겨지고, 이로 인해 대기 환경 오염이 가중될 수 있다고 판단된다.

본 연구에서 측정된 경유사용 승용차와 경유사용 소형트럭에서의 대기오염물 배출농도는 거의 유사하였다. 그러나 경유사용 시내버스의 경우 CO의 농도 비교에서 경유사용 승용차나 소형트럭의 CO 배출농도의 2배 이상으로 높은 농도를 보였고, NOx의 농도 비교에서는 승용차나 소형트럭보다 다소 적은 농도로 측정되었다.

3.2 주행거리별 대기오염물 배출평균농도

본 연구에서 조사된 휘발유 사용 전체 차량에 대해서 각 차량의 주행거리를 10,000 km 이하, 10,000~50,000 km, 50,000~100,000 km 및 100,000 km 이상으로 각각 구분하여 측정항목별로 평균 배출농도를 비교하여 보았다. Table 4에 보인 바와 같이 SO_2의 평균 배출농도를 비교해 보면, 10,000~50,000 km 주행거리의 차량들에서 평균배출농도가 9.8 ppm으로 가장 높은 값을 보였고, 50,000~100,000 km 주행거리의 차량들에서 평균배출농도가 1.9 ppm으로 가장 낮은 값으로 분석되었다. CO의 평균 배출농도도 10,000~50,000 km 주행거리의 차량들에서 580.9 ppm으로 가장 높은 값을 보였고, 50,000~100,000 km 주행거리의 차량들에서 279.7 ppm으로 가장 낮은 값을 보였다. 일반적으로 주행거리가 많아지면 오염물의 상대적 배출량이 증가할 것으로 예상되는데, 경승용차(B-1차종)의 SO_2와 CO의 배출농도가 다른 승용차의 배출농도보다 월등히 높았고, 조사된 경승용차들의 평균 주행거리가 10,000~50,000 km 사이였기 때문에 이러한 결과를 나타내는 것으로 판단된다. 따라서 차량 평균 주행거리 및 대기오염물 배출농도 분석시 차량 종류별 및 배출가스 저감장치의 부착 여부와 기능정도 등에 대한 고려가 포함되어야 함을 알 수 있다. NOx의 경우 평균 배출농도에서 주행거리가 길어질수록 평균 배출농도가 높아지는 것을 알 수 있으며, 주행거리가 100,000 km 이상인 차량들에서 60.6 ppm으로 가장 높은 값을 나타내었다.

3.3 배기량별 대기오염물 배출평균농도

본 연구에서 조사된 휘발유 사용 차량을 배기량별로 분류하였을 때 측정된 대기오염물 배출 평균농도를 다음의 Fig. 2에 나타내었다. 조사된 차량 중 배기량 800 cc급으로는 B-1차종(4대)이었고, 배기량 1,300 cc급에는 A-1차종 일부(1대)와 C-1차종(4대)이 포함되었다. 또한, 배기량 1,500 cc급으로는 A-1(2대), A-2(3대), A-3(3대), B-2(3대), C-2(3대) 등의 차종에서 차량들이 포함되었다. 배기량 1,800 cc급의 차량으로는 A-3(2대), A-4(1대), C-3(1대) 차종 등이 조사되었다. 배기량 2,000 cc 이상으로는 A-4(3대), B-3(2대)와 C-3(2대)가 포함되었다. 각 측정항목별로 살펴보면, CO의 경우는 800 cc급인 국민차량 B-1에서 다른 배기량의 약 10배 정도인 2780 ppm으로 측정되었는데, 이는 앞서 언급

Table 4. Average emissions of air pollutants as a function of average of gasoline vehicles

Average mileage (km)	Measurement item							
	CO_2(%)	S.D.*	CO(ppm)	S.D.	NOx(ppm)	S.D.	SO_2(ppm)	S.D.
10,000 below	4.9	0.8	440.0	924.4	20.1	16.7	4.1	12.3
10,000~50,000	4.1	1.5	580.9	1030.3	19.9	8.9	9.8	20.7
50,000~100,000	3.0	1.6	279.7	847.3	34.2	17.0	1.9	4.1
100,000 above	4.0	2.4	355.4	792.0	60.6	50.4	4.0	10.3

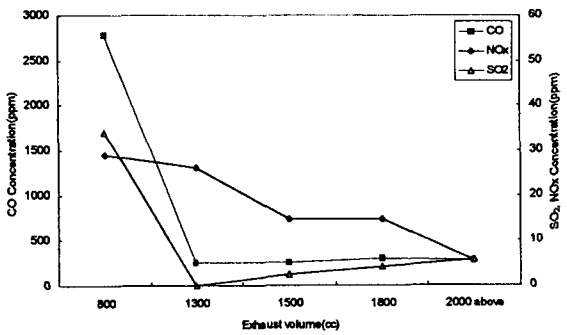

Fig. 2. Average emissions of air pollutants as a function of exhaust volume of gasoline vehicles.

된 바와 같이 대기오염제어를 위한 효과적인 투자나 배출 가스에 대한 제어 장비의 결여로 판단된다. 한편 나머지 배기량에서는, 250~290 ppm정도의 CO 농도로 배기량에 따른 큰 차이는 없었다. NOx의 경우는 800 cc와 1,300 cc급에서 다소 높게 관찰되었고, 2,000 cc 이상에서는 가장 적은 값으로 관찰되었다. 따라서 전체적으로 NOx는 배기량이 커지면서 대체로 낮은 값을 나타내는 경향을 보였다. SO_2의 평균 배출농도는 800 cc급에서 34.0 ppm으로 가장 높은 측정치를 보였고 1,300 cc급에서는 검출되지 않았으며, 1,500 cc 이상에서는 배기량이 높을수록 높은 배출 농도로 확인되었다.

3.4 연료별 대기오염물 배출평균농도

조사된 전 차종을 사용 연료별로 휘발유, 경유 및 LPG 사용 차량으로 분류하여 이들 각각에 대한 대기오염물 배출 평균농도를 Table 5에 비교하여 나타내었다. CO의 배출 평균농도를 살펴보면, LPG 사용 차량, 휘발유 사용 차량, 경유 사용 차량의 순으로 높게 검출되었다. 즉, 휘발유 차량의 경우 경유 차량과 비교하여 16배 이상, 그리고 LPG 사용 차량의 경우 경유 차량보다 45배 이상으로 높은 배출농도를 보였다. NOx 배출에 있어서는 경유, 휘발유, LPG 차량 순으로 높은 배출농도를 보였다. 특히, 경유 차량의 배출농도는 LPG 차량보다 11배 이상으로 높은 농도를 보였다. SO_2의 배출 평균농도는 경유 사용 차량에서는 검출되지 않았지만 LPG 사용 차량에서 가장 높은 농도로 검출되었다. 이러한 연료의 종류별 대기오염물의 배출 농도 변화는 연료 중의 황 함량 및 질소 함량 등의 변화와 연료별 연소온도, 그리고 차량 엔진의 성능 등에 많이 좌우될 것으로 판단된다. 그러나 본 연구에서는 측정 조사에 협조해준 차량 사용자와의 협조 등의 어려움으로 이러한 효과를 확인할 정도로 충분한 정보를 가지지는 못하였다.

3.5 토 의

일반적으로 차량의 주행시와 정지 상태에서 공회전시의 연료 사용 형태가 다소 다른 것으로 알려져 있다. 본 연구는 차량 정상 운행 후 정지 상태에서의 배출 농도 값이므로, 본 연구 결과를 바탕으로 차량 운행과 관련된 전체 대기오염물의 배출량을 파악하는데 직접적으로 적용하기는 어렵다. 또한 기기의 측정 한계 문제로 차량 배기구에서 5 cm 떨어진 지점에서 대기오염물의 농도를 측정하였기 때문에, 주변의 기류에 의한 희석이 일어날 소지가 다소 있다. 따라서, 본 연구에서 얻어진 배출 농도는 실제 공회전시 배출되는 오염물의 농도보다는 다소 묽게 측정되었으리라 판단된다. 차량 평균 주행거리나 배기량 등에 따른 정확한 대기 오염물질의 배출량이나 농도 분석을 위해서는 동일 또는 유사 차종이나 차량 제조회사 등에 따른 고려가 포함되어야 할 것으로 판단된다.

또한, 보다 종합적인 차량 배출 대기오염물 분석연구를 위해서는 차량 공회전시의 dust 배출(TSP, PM-10, PM-2.5) 연구, 측정지점 주변의 기류에 의한 희석 효과에 대한 실제 배출 농도 검증 연구, 차량 주행과 관련된 대기오염물 배출 및 분석 연구가 계속적으로 수행되어야 할 것으로 판단된다. 특히, 대류권 오존 농도 저감을 위해서는 자동차 배출에 의한 휘발성 유기 화합물의 배출농도 분석과 이들에 의한 대기 광화학적 오염 및 인체 위해도 등에 대한 연구도 활발히 진행되어야 할 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구는 고농도의 배기가스 측정장비인 Green-Line을 이용하여 현재 국내의 3개 자동차회사에서 생산 중인 10종류의 휘발유 사용 승용차 33대와, 경유사용 소형트럭 및 승용차량 10대, 시내버스 8대, 그리고 LPG 사용 영업용 택시 7대를 대상으로 차종별, 주행거

Table 5. Average emissions of air pollutants as a function of fuel type of all vehicles

Fuel type	Measurement item							
	CO_2(%)	S.D.*	CO(ppm)	S.D.	NOx(ppm)	S.D.	SO_2(ppm)	S.D.
Gasoline	4.5	1.8	499.4	924.8	15.1	26.2	6.0	14.0
Light oil	1.4	0.5	30.1	32.0	107.5	22.1	0.0	0.2
LPG	4.2	1.1	1344.1	1599.9	9.7	6.4	16.7	22.2

* : Standard deviation

리별, 배기량별, 사용연료별로 분류하여 정차시 공회전 상태에서의 대기오염 배출량을 연구하였다.

측정항목 중 SO_2 및 CO의 경우 소형 또는 경승용차에서 각각 6.0 ppm, 499.4 ppm으로 아주 높은 배출농도를 보였다. NOx의 경우에 경유사용 차량이 107.5 ppm으로 휘발유 사용 차량의 15.1 ppm보다 훨씬 높은 배출농도를 보였다. 또한, LPG 연료 사용 차량과 소형 승용차에서는 다른 차량에 비하여 아주 높은 CO의 배출농도(각각 1344.1 ppm 및 2780.0 ppm)를 나타내었다. 배기량 변화에 따른 배출 오염물 비교에서 배기량이 적은 차량(800 cc)이 배기량이 많은 차량(1,300~2,000cc 이상)보다 NOx의 배출농도가 높았다. 또한 차량의 평균 주행거리가 높을수록 더 많은 NOx의 배출농도를 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 1997학년도 울산대학교 학술연구조성비 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1) U.S. Environmental Protection Agency, 1994, National Air Pollutant Emission Estimates, 1940-1991, Compiled The American Almanac, 1993-1994, Statistical Abstracts of the United States.
2) Buell, P.E. and J. E. Girard, 1994, The Air We Breathe. In. Chemistry: An Environmental Perspective (Buell, P.E. and J. E. Girard Eds), Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ, 395~428.
3) Cooper, C.D. and F.C. Alley, 1994, Mobile Sources: An Overview. In. Air PollutionControl: A Design Approach (Cooper, C. D. and F.C. Alley Eds, 2nd Ed.), 527-566.
4) 환경부, 1997, 자동차 1,000만대 시대를 대비하는 자동차공해관리 종합대책. In. 자동차 배출가스 저감정책에 관한 전문가 토론회, 1997년 10월 27일, 한국대기보전학히 실태 및 관리분과회, 녹색교통운동 주관.
5) Digitron, 1996, GreenLine transportable gas analyzer operating manual : Digitron Instrumentation.