

수원시 대기오염발생량 조사에 관한 연구 -자동차에 의한 발생 중심으로-

조기철* · 황경철

동남보건대학 바이오환경과

(2009년 10월 9일 접수; 2009년 12월 7일 수정; 2010년 1월 18일 채택)

A Study of Emission Volume of Air Pollutants in Suwon City

Ki-Chul Cho*, Kyung-Chul Whang

Department of Bio & Environmental Science, DongNam Health College, Suwon 440-714, Korea

(Manuscript received 9 October, 2009; revised 7 December, 2009; accepted 18 January, 2010)

Abstract

This study was carried out to investigate the emissions of the air pollutants from the automobile in Suwon city. To estimate emissions due to by automobile the data of express highway and the national road used an observation traffic volume, and the other roads used a method by Vehicle kilometer traveled(VKT). In the emissions due to by automobile from Suwon city, CO was highest 36,290.4 ton/year, NOx at 19,392.1 tons, HC 5,095.4 tons and PM 2,788.7 tons was highly order. SOx emissions in the whole Suwon city by fuel types was investigated with 178ton/year from the Diesel motorcar, 26.9 ton/year and 6.2 ton/year from the gasolines and LPG automobiles, respectively. VOC emissions from the automobile was investigated with 366.4 ton/year (29.22%) from Gwonseon-gu, 329.2 ton/year (26.25%) Yeongtong-gu, 319.9 ton/year (25.51%) Jangan-gu, 238.6 ton/year (19.03%) Paldal-gu.

Key Words : Emissions, Air pollutants, Vehicle kilometer traveled, Automobile, SOx, NOx, CO, VOC

1. 서론

현재까지 정부는 대기환경보전법 제8조에 따라 환경기준을 초과하였거나 초과할 우려가 있는 지역으로서 대기질의 개선이 필요하다고 인정되는 지역을 대기환경규제대상지역으로 지정·고시하여 대기 질을 관리해 왔다. 이러한 정책에 의해 대기환경규제대상 지역으로 지정된 경기도는 2000년 4월 '21C 경기 대기보전실천계획(경, 2000)을 수립하여 대기 질 규제 지역 지정기준(환경정책기본법 제10조)인 대기환경

기준의 80% 이하수준의 대기 질을 달성하기 위한 장기적 목표를 가지고 대기 질 관리정책을 추진하여 왔다. 또한 2002년에는 국가 환경기준보다 확대·강화된 경기도 지역대기환경기준을 '경기도 지역대기환경 기준 조례'로 설정하고 대도시 및 공단지역 중심의 제1권역과 그 외 청정지역인 제2권역으로 구분하여 도내 대상지역의 대기 질을 관리하여 왔다. 그러나 환경부는 지자체의 이러한 대기 질 관리 계획에도 불구하고 수도권 대기 질을 현실적으로 개선하기 어렵다는 판단아래 '수도권 대기환경개선에 관한 특별법'을 제정(환, 2008)하여 수도권 지역 중 대기오염이 심하다고 인정되는 지역과 당해지역에서 배출되는 대기오염물질이 수도권지역의 대기오염에 크게 영향을 미친다고 인정되는 지역을 대기관리권역으로 적용하여

*Corresponding Author : Ki-Chul Cho, Department of Bio & Environmental Science, DongNam Health College, Suwon 440-714, Korea
Phone: +82-31-249-6474
E-mail: ckc@dongnam.ac.kr

2005년 1월 1일부터 법 시행에 들어갔으며, 동 법상의 대기관리권역에 대한 특단의 대기환경개선정책을 추진 중에 있다. 대기관리권역은 수도권 지역 중 대기오염이 심각하다고 인정되는 지역과 당해지역에서 배출되는 대기오염물질이 수도권지역의 대기오염에 크게 영향을 미친다고 인정되는 지역에 적용되는 것으로 수원시는 경기도 지역대기환경기준조례에 따라 환경기준이 더욱 엄격한 수준으로 설정되어 있는 제2권역에 포함됨과 동시에 ‘수도권 대기환경개선에 관한특별법’ 시행령(제2조)에 의한 대기관리권역에도 포함되어 있다.

한편, 수원시는 경기도의 수부도시로서 1980년대부터 도시화가 가속되어 왔으며, 이에 따른 급격한 인구증가와 자동차 및 에너지 사용량 증가 등으로 환경오염이 급속히 진행되어 왔고, 지형특성상 분지에 가까운 형태를 띠고 있어 대기확산에 매우 불리한 기상조건을 가지고 있다. 또한 각종 개발에 의한 자연환경의 훼손과 함께 경제성장에 따른 공업화 등으로 생활환경의 오염이 심각해지고 있으며, 국도 1호선과 42, 43호선 등이 경기도 남부지역의 교통결절을 형성하고 도심을 통과한 타 지역으로의 이동통행량 과다와 교통정체 현상 등으로 도시내부에 극심한 교통 혼잡이 가중되고 있을 뿐만 아니라 이에 의한 대기오염물질 배출량이 급증하여 대기환경이 극도로 악화되고 있는 실정이다(수, 2008; 수, 2009). 특히 수원시의 가장 큰 환경오염 유발요인이 대기오염(39.5%)인 것으로 조사되어⁵⁾ 대기오염에 의한 환경오염문제가 심각한 것으로 나타났다.

따라서, 대기환경개선을 위한 중·장기적 관점의 세부시책의 수립·시행과 대기 질 개선을 위한 적극적인 대책을 추진해야 함과 동시에 증대되고 있는 시민들의 쾌적한 대기환경에 대한 요구에 부응하기 위하여 대기환경개선에 대한 종합적인 발전방향을 제시하고, 시민의 삶의 질 향상에 기여할 수 있는 적절한 대책을 마련해야 할 필요성이 대두되고 있다. 이렇게 대기환경개선을 위한 주요 시책의 수립이 신속히 수립되어야 하는 실정에서 대기환경 및 대기 질 개선 정책의 수립과 추진에 필요한 대기오염물질 발생원 및 발생량에 대한 기초자료 확보는 시급한 일이며 불가피한 일이라 하겠다.

본 연구에서는 이와 같은 시대적·사회적·환경적 배경 및 필요성에 의하여 대기환경 및 대기 질 개선 정

책의 수립·추진에 필요한 대기오염물질 발생원 및 발생량에 대한 기초자료 확보를 목적으로 자동차에 의해서 발생하는 대기오염물질의 발생량에 대한 연구를 수행하였다.

2. 자료 및 방법

2.1. 위치 및 행정구역

수원시는 수도 서울의 외곽을 차지하고 있는 경기도의 중남부에 위치하고 있는 도시이며 경기도청의 소재지이기도 하다. 교통상으로는 경부, 영동, 의왕 ~ 고색간 고속도로와 경부선 철도 등 육로의 기점이 되어 산업, 교통, 문화, 교육 등의 중심지로 수도 서울의 관문 역할을 하고 있으며, 시청소재지는 동경 127도 02분이고, 북위 37도 16분에 위치하고 있다(수, 2009). 수원시의 총면적은 121.01 km²의 주형분지로 이루어져 있고, 이를 토지이용 지목별 분포사항을 보면 전답 등 농지가 22.0%인 26.66 km², 대지가 22.1%인 26.75 km²와 임야가 24.9%인 30.06 km²이며 기타가 31.0%인 37.54 km²이다. 행정권역별 면적은 장안구가 33.105 km²로 27.4%를 차지하고 권선구가 39.1%인 47.369 km², 팔달구가 10.8%인 13.079 km², 영통구가 22.7%인 27.457 km²이다. Fig. 1에 수원시의 행정 구역도를 나타내었다.

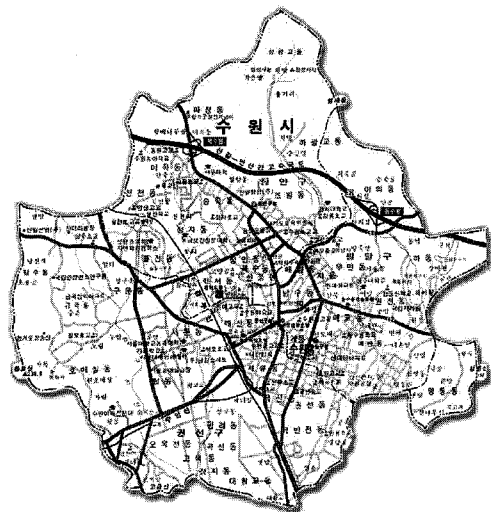


Fig. 1. A map of administrative districts in Suwon city.

2.2. 이동 오염원

이동 오염원은 도로 이동 오염원(자동차)과 비도로 이동 오염원(철도차량, 선박, 항공기, 건설장비, 농기계 등)으로 대별된다.

도로 이동 오염원의 배출원 분류체계는 점오염원 및 면오염원의 배출원 분류체계와 같이 대분류, 중분류, 소분류, 세분류의 4단계로 구성하며, 국내 분류체계와 유럽의 CORINAIR 분류체계를 혼용하고 있다. 도로 이동 오염원의 배출계수도 단위 활동도 당 배출량으로 표시하고 있으며, 국내 연구기관의 배출계수를 우선 적용하고, 국내 미개발 배출계수는 유럽의 CORINAIR, 미국 EPA AP-42의 자료 등을 검토하여 산정하였다(수, 2004; Corinair, 1999; USEPA). 배출량 시공간 배분 역시 점오염원 및 면오염원과 같이 시간배분은 월 해상도로 하고, 공간배분은 광역 자치단체(시도별), 기초 자치단체(시군구별), 읍면동, 격자의 4단계 구조로 하여 배출량이 상위 공간 해상도에서 산정되면 배출량을 공간 배분한다(European, 1977). 비도로 이동 오염원은 자동차 이외의 내연기관을 장착한 철도차량, 항공기, 농기계, 건설장비 등을 포함하며, 대분류, 중분류, 소분류, 세분류의 4단계로 구성된다.

본 연구에서는 자동차 운행에 의해 발생하는 도로 이동 오염원을 중심으로 조사하였다.

2.3. 자동차 배출량 산정

일반적으로 자동차의 총 주행거리 산출은 식(1)로 계산되는데 도로별 교통량은 모든 도로에 대하여 관측되지 않기 때문에 차종별 차량 등록대수와 평균 주행거리를 이용하여 차량 총 주행거리를 산정한 다음, 이를 교통량이 관측되는 도로의 차량주행거리와 교통량 비실측 도로로 나누어 공간배분을 한다. 이 결과를 배출계수에 적용하여 도로별 배출량을 산정하게 된다.

자동차에 의한 오염물질 배출량 산정을 위해 도로 중에서 교통량 파악이 비교적 자세하게 이루어지는 고속도로와 국도에 대해서는 관측교통량을 이용하여 배출량을 산정하였고, 기타 도로에 대해서는 현실적으로 가능한 방법인 차종별 주행거리(VKT: Vehicle Kilometer Traveled)에 기초한 배출량 산출방법을 이

용하였으며, 산출과정은 다음과 같다.

- 1단계 : 총 주행거리 산출

교통안전공단의 2007년 자동차 주행거리(km) 실태조사 연구 자료와 수원시의 자동차 등록대수 및 일평균 주행거리 자료를 이용하여 수원시의 2008년도 차종별 주행거리를 산출하였다.

총 주행거리(차종)

$$= \text{일평균 주행거리(차종)} \times \text{차량등록대수(차종)} \times 365 \text{일} \quad (1)$$

- 2단계 : 도로별 교통량 자료를 이용한 주행거리의 산출

한국도로공사의 2007년 도로별 교통량 측정 자료와 2007년 경기도의 고속도로 및 국도의 교통량 조사 자료를 이용하여 식(2)과 같이 도로별 주행거리를 산출하였다.

도로별 주행거리(차종)

$$= \text{도로별 교통량(차종)} \times \text{도로별 연장} \quad (2)$$

- 3단계 : 총 주행거리에서 국도 및 고속국도의 주행거리 제외

총 주행거리 중 2단계 과정에서 산정한 차종별 주행거리를 제외한 나머지를 국지도, 지방도, 특별시도, 시군구도에서 운행한 자동차 주행거리를 식(3)과 같이 산출하였다.

주행거리(VKT) = 총 주행거리 - 국도 주행거리

$$\text{국도 주행거리} = \text{통행량} \times \text{도로길이} \quad (3)$$

- 4단계 : 각 시·군의 평균 주행속도에 따른 배출계수의 산정

자동차 차종별, 연식별 배출계수의 경우 현재 모든 차종에 대하여 개발된 것이 아니기 때문에 일부 차종에 대해서는 다른 유사 차종의 배출계수를 적용하였으며, 본 조사에서는 유럽의 CORINAIR에서 현재 적용하고 있는 속도에 따른 배출계수 변환식을 이용하

여 물질별 배출계수를 변환하고 이를 배출량 산정에 적용하였다.

- 5단계 : 총 배출량 산정

도로 교통량에 의한 배출량과 기타 배출량을 산정하여 총 배출량을 산정하였다.

1) 교통량을 이용한 배출량 산정

$$Q = \sum_i (TV_i \times LEN \times EF_i \times 365 \text{일} \times 10^{-6} (\text{ton/g})) \quad (4)$$

Q : 배출량 (ton/year)

TV_i : 차종 i 의 통행량 (대/일)

LEN : 통과구간의 길이 (km)

EF_i : 배출계수 (g/km) - 주행속도에 따른 배출계수 변환식을 이용함

2) 주행거리를 이용한 배출량 산정

$$Q = \sum_i F_i \times VKT_i \times 365 \text{일} \times 10^{-6} (\text{ton/g}) \quad (5)$$

Q : 배출량 (ton/year)

F_i : i 차종의 등록대수 (대)

VKT : i 차종의 일평균 주행거리 (km/대 · 일)

EF_i : i 차종의 배출계수 (g/km)

본 연구에서는 자동차 주행거리를 이용하여 각 오염물질의 배출량을 산정하였으며, Table 1 각 차종별 배출계수를 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 총 주행거리 및 주행 속도

Table 2에 수원시의 2008년 자동차 등록대수, 평균 주행거리 및 총 주행거리를 나타내었다(수원시 통계연보, 2008). 승용 자가용의 경우 일일 평균 주행거리는 다른 차종에 비해 적지만 등록대수가 많아 연간 총 주행거리는 4,479백만km로 가장 많은 주행거리를 나타내었으며, 화물차 1,726백만km, 승합차 1,490백만km, 영업용 693백만km, 특수 20백만km로 조사되었다.

주행속도 자료는 2007년 국립환경과학원에서 수행한 ‘대기오염물질 배출량 산정방법 편람(European,

Table 1. Emission factors as cars

type	CO	HC	NOx	PM
private (official)	2.56E-06	4.30003E-07	4.49992E-07	0
Taxi	6.35997E-06	7.69961E-07	8.40078E-07	0
mini bus	7.23002E-06	9.60004E-07	7.18002E-06	1.17998E-06
truck	5.52001E-06	6.89971E-07	3.48997E-06	5.90007E-07
special car	5.51858E-06	6.89823E-07	3.49301E-06	5.89485E-07

Table 2. A number of car registration and mileage of a car in Suwon city (2008)

type	kilometer per day (km/no.day)	kilometer per year (km/no..yr)	enrolled number (number,no)	total kilometer (km)
private (official)	44	16,060	278,910	4,479,294,600
Taxi	232.4	84,826	8,175	693,452,550
Total			287,085	5,172,747,150
mini bus	170.8	62,342	23,904	1,490,223,168
truck	101.6	37,084	46,543	1,726,000,612
special car	101.6	37,084	543	20,136,612
total				8,409,107,542

Table 3. Average speed of a car as a cities (2002)

	Suwon	Seoul	Busan	Taegue	Incheon	Gwangju	Deajeon	Woolsan
average speed (km/hr)	26.29	23.0	26.38	34.7	22.92	27.0	39.1	43.0

1977)에 제시된 주행속도의 평균자료를 이용하였다. 이 자료에 의하면 특별·광역시 경우 해당 도시 도로구간별 실측값을 이용하여 지역평균 주행속도를 산정하여 적용하는데 Table 3에 나타난 바와 같이 2002년 기준으로 서울특별시 23.0 km/hr, 부산광역시 26.38 km/hr, 대구광역시 34.7 km/hr, 인천광역시 22.92 km/hr, 광주광역시 27.0 km/hr, 대전광역시 39.1 km/hr, 울산광역시 43.0 km/hr를 적용하고 있다. 기타 시 지역은 7대 도시전체의 도로구간별 주행속도의 전국 평균값을 산정하여 적용하는데 수원시 경우 26.29 km/hr를 적용하였다. 이 보고서에 제시되지 않은 지역의 경우 고속국도에 대해서는 90 km/hr, 시·군 지역의 경우 60 km/hr로 가정하여 적용하였다.

3.2. 자동차에 의한 수원시 대기오염물질 발생량

본 연구에서는 차종에 따른 대기오염물질 발생량을 조사하기 위하여 2.3의 자동차 배출량 산정 단계에 따라 배출량을 구하였다. 수원시에서 차종에 따른 CO, HC, NOx, PM 발생량을 Table 4에 나타내었다.

수원시에서 자동차에 의해 발생하는 오염물질 배출량은 CO가 연 36,290.4톤으로 가장 많았고, 다음으로 NOx 19,392.1톤, HC 5,095.4톤, PM 2,788.7톤의

순으로 높게 나타나는 것으로 조사되었다. Fig. 2에 나타난 바와 같이 CO의 경우 승용차에 의해 발생하는 양이 43.75%로 가장 높게 차지하고 있었으며, 승합차에 의해 29.69%, 화물차에 의해 26.25%, 특수차에 의해 0.31% 정도가 발생하는 것으로 나타났다. HC의 경우도 CO의 경향과 비슷하게 승용차에 의해 발생량이 48.28%로 가장 높은 비율을 차지하였으며, 승합차에 의해 28.08%, 화물차에 의해 23.37%, 특수차에 의해 0.27%로 발생하는 것으로 조사되었다. 반면 NOx의 경우는 승합차에 의해 발생하는 비율이 전체 중 55.18%로 가장 높은 발생율을 나타내었으며, 화물차에 의해 발생하는 비율은 31.06%, 승용차에 의해 발생하는 비율은 13.40%, 특수차량에 의해 0.36% 정도 발생하는 것으로 나타났다. PM의 경우는 승용차에 의해서는 거의 발생하지 않는 것으로 나타났으며, 대부분 경유를 연료로 사용하는 승합차에 의한 발생비율이 63.06%로 가장 높게 차지하는 것으로 나타났다. 본 연구결과 CO와 HC의 경우에는 승용차에 의한 발생량이 가장 많았으며, NOx는 승합차에서 많이 발생하는 것으로 나타났고, PM의 경우는 승용차에서는 거의 발생하지 않은 반면에 승합차에서 많이 배출된 것으로 나타났다.

Table 4. A emissions of air pollution matters from cars in Suwon city

(unit : ton/yr)

type	CO	HC	NOx	PM	
car	private (official)	11,467.0	1,926.1	2,015.6	0.0
	Taxi	4,410.3	533.9	582.6	0.0
	Total	15,877.3	2,460.0	2,598.2	0.0
mini bus	10,774.3	1,430.6	10,699.8	1,758.4	
truck	9,527.5	1,190.9	6,023.7	1,018.4	
special car	111.1	13.9	70.3	11.9	
total	36,290.4	5,095.4	19,392.1	2,788.7	

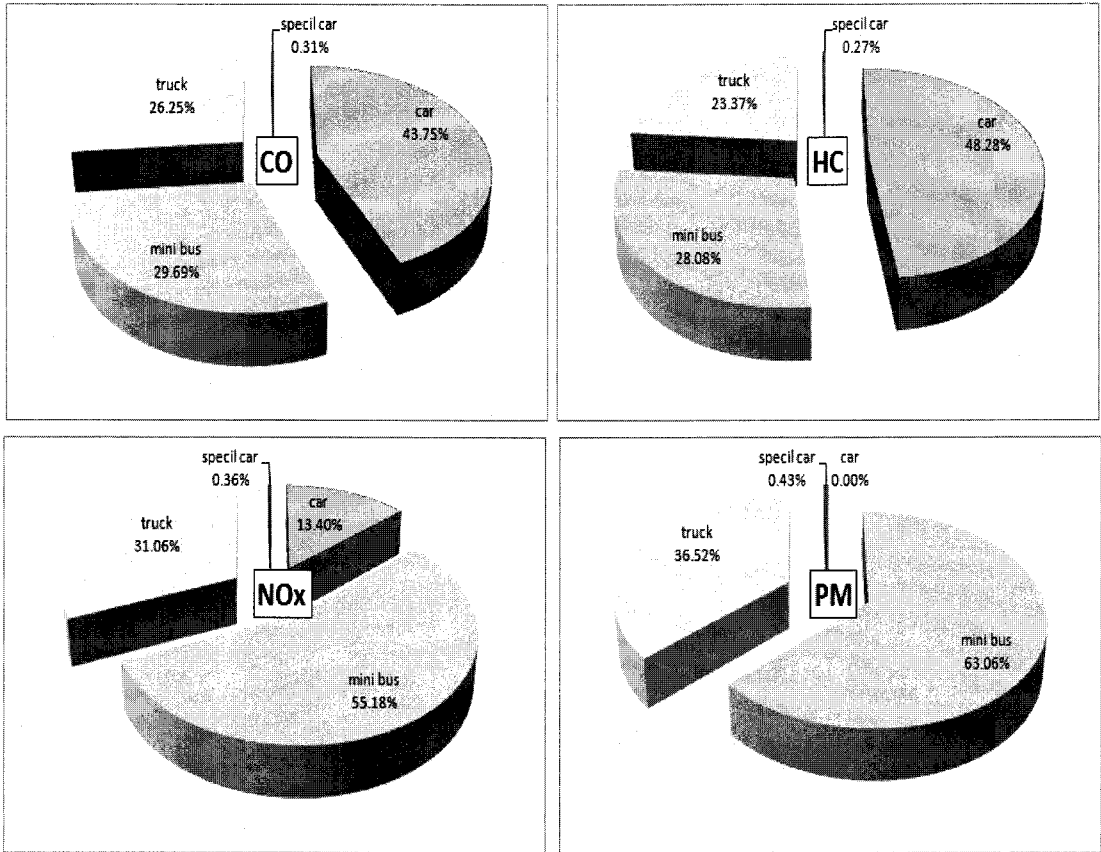


Fig. 2. A emission rate of air pollution matters as cars in Suwon city.

Table 5는 수원시 각 구별 자동차에 의해 발생하는 오염물질 발생량을 조사한 결과를 나타낸 것으로 4개 구 모두에서 CO의 발생량이 전체에 56~59%를 차지하는 것으로 나타났는데, 권선구가 12,096.5톤/년, 장안구가 8,899.9톤/년, 팔달구 7,898.5톤/년, 영통구 7,395.5톤/년의 순으로 높게 나타났다. NOx의 발생량은 29~31%를 차지하여 CO 다음으로 많이 발생하였고, HC의 경우는 8%, PM 4~5%를 자동차에 의한 전체 발생량 중에 차지하는 것으로 조사되었다. Fig. 3에 수원시 전체에 대한 각 오염물질의 발생량 비율을 나타내었는데, 각 구별 자동차에 의해서 발생하는 오염물질발생량이 차지하는 비율과 동일한 양상을 나타내고 있었다.

승용차에 의해 발생하는 대기오염물질 중 CO가 차지하는 비율이 가장 큰 지역은 영통구가 50.58%로 가

장 높게 나타났으며, 팔달구44.89%, 권선구41.06%, 장안구 40.72%의 순으로 높게 나타났으며, 승합차에 의한 CO 발생률은 장안구가 33.21%, 권선구 29.69%, 팔달구 28.02%, 영통구 27.23%의 순으로 높게 나타났다. NOx의 경우 승합차에 의한 발생기여가 가장 크게 차지하였으며, 구별로는 장안구가 58.60%, 영통구 54.60%, 권선구 53.99%, 팔달구 43.43%의 순으로 높게 나타났다. PM 역시 승합차에 의해 가장 많이 발생하는 것으로 조사되었으며 장안구 66.04%, 영통구 65.21%, 팔달구 61.24%, 권선구 60.79%를 차지하는 것으로 나타났다. HC의 경우는 승용차에 의해 가장 많이 발생하고 있었으며 영통구가 55.70%로 가장 많은 부분을 차지하였고, 팔달구 48.64%, 장안구 45.77%, 권선구 45.21%의 순으로 높게 나타났다.

Table 5. A emissions of air pollution matters from cars as districts in Suwon city

(unit : ton/yr)

Jangan-gu		CO	HC	NOx	PM
car	private (official)	2,925.2	491.4	514.2	0.0
	Taxi	698.6	84.6	92.3	0.0
	Total	3,623.9	575.9	606.5	0.0
mini bus		2,955.5	392.4	2,935.0	482.4
truck		2,306.4	288.3	1,458.2	246.5
special car		14.1	1.8	8.9	1.5
total		8,899.9	1,258.4	5,008.6	730.4
Gwonseon-gu		CO	HC	NOx	PM
car	private (official)	3,350.3	562.8	588.9	0.0
	Taxi	1,616.9	195.7	213.6	0.0
	Total	4,967.2	758.5	802.5	0.0
mini bus		3,591.4	476.9	3,566.6	586.1
truck		3,486.9	435.8	2,204.6	372.7
special car		51.0	6.4	32.3	5.4
total		12,096.5	1,677.6	6,605.9	964.3
Paldal-gu		CO	HC	NOx	PM
car	private (official)	2,181.8	366.5	383.5	0.0
	Taxi	1,363.8	165.1	180.1	0.0
	Total	3,545.6	531.6	563.7	0.0
mini bus		2,213.6	293.9	2,198.2	361.3
truck		2,118.9	264.8	1,339.6	226.5
special car		20.5	2.6	13.0	2.2
total		7,898.5	1,092.9	4,114.5	589.9
Yeongtong-gu		CO	HC	NOx	PM
car	private (official)	3,009.7	505.5	529.0	0.0
	Taxi	731.0	88.5	96.6	0.0
	Total	3,740.7	594.0	625.6	0.0
mini bus		2,013.9	267.4	2,000.0	328.7
truck		1,615.3	201.9	1,021.3	172.7
special car		25.6	3.2	16.2	2.7
total		7,395.5	1,066.5	3,663.0	504.1

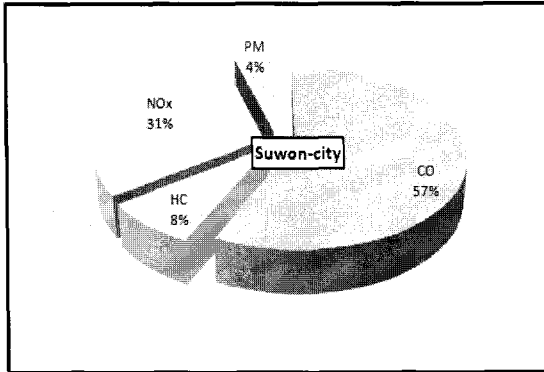


Fig. 3. A emission rate of air pollution matters in Suwon city.

3.3 자동차에 의한 황산화물 및 VOC 배출량

자동차에 의한 SOx의 배출량은 유럽의 속도에 따른 연료소비량 산출식을 이용하여 차종별 연료소비량을 산출하고 여기에 국립환경과학원 배출량 산출식 (European, 1977)을 이용하여 배출량을 계산하였다. 연료의 황함량은 환경부에서 발간하는 ‘대기오염물질 배출량’에 제시된 황함량을 이용하였는데, 2001년 기준 휘발유 0.007%, 경유 0.030%, LPG 0.015%이다. 이 같은 연료 소비량 및 연료 특성자료를 이용하여 아래 식과 같이 배출량을 산정하였다.

$$\text{휘발유배출량(kg/yr)} = \text{연료소비량(l/yr)} \times \text{연료비중}(0.730) \times (\text{황함량}/100) \times 2 \quad (6)$$

$$\text{경유배출량(kg/yr)} = \text{연료소비량(l/yr)} \times \text{연료비중}(0.825) \times (\text{황함량}/100) \times 2 \quad (7)$$

$$\text{LPG배출량(kg/hr)} = \text{연료소비량(l/yr)} \times \text{연료비중}(0.508) \times (\text{황함량}/100) \times 2 \quad (8)$$

자동차에 의한 수원시 전체의 연료별 SOx 배출량은 디젤자동차에 의한 발생량이 178톤/년으로 대다수를 차지하고 있는 반면에 휘발유와 LPG 자동차로부터 발생하는 SOx의 총량은 각각 26.9톤/년, 6.2톤/년으로 나타났다.

Fig. 4는 각 구별 자동차 운행에 의한 SOx 발생량을 나타낸 것으로 권선구가 35%로 가장 많은 발생량을 나타내는 것으로 조사되었으며, 장안구 25%, 팔달구 21%, 영통구 19%의 순으로 높게 나타났다.

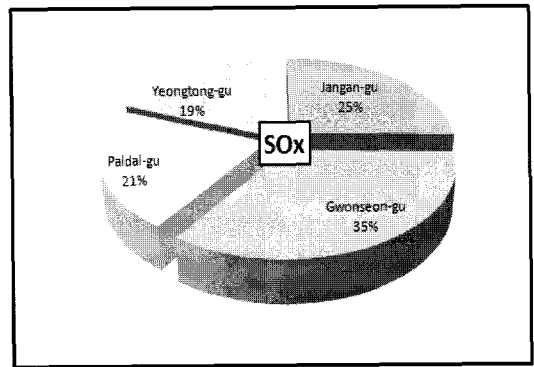


Fig. 4. A emission rate of SOx from cars as districts in Suwon city.

자동차에 의한 대기오염물질 중 VOC 발생량을 조사하기 위해 VOC 증발 배출 계수를 휘발유 차량에 대해서 현재 이용하고 있는 0.28 g/km를 적용하여 계산한 결과 Fig. 5와 같이 권선구에서 366.4톤/년(29.22%)으로 가장 많이 발생하였으며, 영통구 329.2톤/년(26.25%), 장안구 319.9톤/년(25.51%), 팔달구 238.6톤/년(19.03%)의 순으로 높게 나타났다.

Table 5. A volume of generation of SOx from cars in Suwon city (unit : ton/yr)

Fuel	Type	Kilometer per day (km/no.day)	Mileage (km/l)	Enrolled numbers	Emissions (ton/yr)	Total (ton/yr)
Gasoline	Private (official)	44	17	278,910	26.9	26.9
	LPG	Taxi	232.4	17	8,170	
Diesel	mini bus	170.8	9	23903	82.0	178.0
	truck	101.6	9	46543	94.9	
	special car	101.6	9	543	1.1	

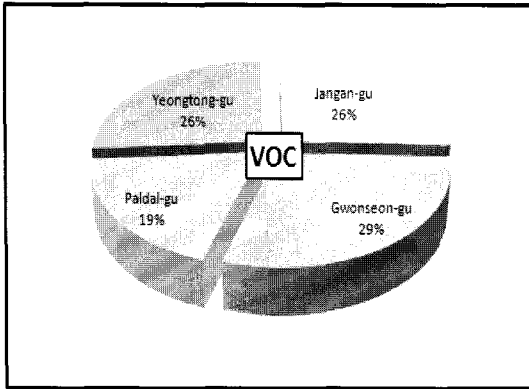


Fig. 5. A emission rate of VOC from cars as districts in Suwon city.

4. 결론

본 연구에서는 시대적·사회적·환경적 배경 및 필요성에 의하여 대기환경 및 대기 질 개선 정책의 수립·추진에 필요한 대기오염물질 발생원 및 발생량에 대한 기초자료 확보를 목적으로 수원시를 대상으로 자동차에 의해 발생하는 대기오염물질의 발생량에 대한 연구를 수행한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 수원시에서 자동차에 의해 발생하는 오염물질 배출량은 CO가 연 36,290.4톤으로 가장 많았고, 다음으로 NOx 19,392.1톤, HC 5,095.4톤, PM 2,788.7톤의 순으로 높게 나타나는 것으로 조사되었다.

2) CO의 경우 승용차에 의해 발생하는 양이 43.75%로 가장 높게 차지하고 있었으며, 승합차에 의해 29.69%, 화물차에 의해 26.25%, 특수차에 의해 0.31% 정도가 발생하는 것으로 나타났다.

3) HC의 경우도 CO의 경향과 비슷하게 승용차에 의해 발생량이 48.28%로 가장 높은 비율을 차지하였으며, 승합차에 의해 28.08%, 화물차에 의해 23.37%, 특수차에 의해 0.27%로 발생하는 것으로 조사되었다.

4) NOx의 경우는 승합차에 의해 발생하는 비율이 전체 중 55.18%로 가장 높은 발생율을 나타내었으며, 화물차에 의해 발생하는 비율은 31.06%, 승용차에 의해 발생하는 비율은 13.40%, 특수차량에 의해 0.36% 정도 발생하는 것으로 나타났다.

5) PM의 경우는 승용차에 의해서는 거의 발생하지 않는 것으로 나타났으며, 대부분 경유를 연료로 사용하는 승합차에 의한 발생비율이 63.06%로 가장 높게 차지하는 것으로 나타났다.

6) 수원시 각 구별 자동차에 의해 발생하는 오염물질 발생량을 조사한 결과, 4개구 모두에서 CO의 발생량이 전체에 56~59%를 차지하는 것으로 나타났는데, 권선구가 12,096.5톤/년, 장안구가 8,899.9톤/년, 팔달구 7,898.5톤/년, 영통구 7,395.5톤/년의 순으로 높게 나타났다. NOx의 발생량은 29~31%를 차지하여 CO 다음으로 많이 발생하였고, HC의 경우는 8%, PM 4~5%를 자동차에 의한 전체 발생량 중에 차지하는 것으로 조사되었다.

7) 수원시의 각 구별 자동차에 의한 대기오염물질 중 VOC 발생량은 권선구에서 366.4톤/년(29.22%)으로 가장 많이 발생하였으며, 영통구 329.2톤/년(26.25%), 장안구 319.9톤/년(25.51%), 팔달구 238.6톤/년(19.03%)의 순으로 높게 나타났다.

감사의 글

본 연구는 동남보건대학 2009년도 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 지원에 감사드립니다.

참고 문헌

- 경기개발연구원, 2000, 21C 경기 대기보전실천계획.
- 국립환경과학원, 2007, 대기오염물질 배출량 산정방법 편람.
- 수원시, 2004, 대기오염 발생원 조사 연구.
- 수원시, 2008, 환경백서.
- 수원시 통계연보, 2008.
- 수원시, 2009, 수원시정백서.
- 환경부, 2008, 수도권 대기환경개선에 관한 특별법.
- CORINAIR guidebook, 1999.
- European Environment Agency COPERT II, 1977, Computer programme to calculate emissions from road transport - Methodology and emission factors, Technical report No. 6.
- USEPA, Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Vol. II: Mobile Sources, 4th ed.