

기술자료

자동차 배출가스 정밀검사 결과를 이용한 운행차 배출가스 저감사업 추진효과 분석

Analyzing Performance of Emission Reduction Program based on Inspection and Maintenance Program Data

문보경, 조경두*

인천연구원 도시기반연구실

Bogyeong Mun, Kyeong Doo Cho*

Urban Infrastructure Research Division, The Incheon Institute, Incheon, Republic of Korea

접수일 2020년 8월 6일
수정일 2020년 9월 30일
채택일 2020년 10월 19일

Received 6 August 2020
Revised 30 September 2020
Accepted 19 October 2020

*Corresponding author
Tel : +82-(0)32-260-2664
E-mail : kdcho@ii.re.kr

Abstract In metropolitan area, automobile is the main source of air pollutant emission. To reduce the impact of on-road and non-road mobile source to atmosphere, vehicle emission reduction program came into force based on 「Special act on the improvement of air quality in Seoul metropolitan area」 which was established in 2004. The emission reduction program is categorized into 3 parts; exhaust reduction equipment attachment (DPF, p-DPF, DOC), engine modification and early scrapping. According to 「Clean air conservation act」, the owner of vehicle registered in Seoul metropolitan area shall undergo a sophisticated inspection of exhaust emissions emitted from in-use motor vehicles every one or two years (Inspection and Maintenance Program). This paper analyzed the result of vehicle emission reduction program in Incheon metropolitan city comparing the result of IMP during 2016~2018. As most of the vehicles in this program applied DPF, the analysis is focused on the effect of DPF equipment. Since the reduction program begun, we could see the average levels of vehicle emission decreased especially among heavy-duty truck, heavy-duty van and small van. And it showed that once the reduction program is applied, the emission of vehicles increased with the passage of time. These results indicate the efficiency of exhaust reduction equipment to reduce the emission and the importance of ex post facto management of the equipment.

Key words : Vehicle emission reduction program, Inspection and maintenance program, Diesel particulate filter

1. 서 론

대기오염의 인체영향에 대한 위기감이 증대되면서 주요 배출원에 대한 관리의 필요성이 커지고 있다. 2017년 국가대기오염물질배출량에 의하면 미세먼지(PM₁₀)의 발생원별 기여도는 비산먼지가 71%, 비도로이동오염원 7%, 도로이동오염원 4%로 나타났고, NO_x의 배출기여도는 비도로이동오염원이 26%, 도로이동오염원이 36%로 나타나 생활에서 가까이 접하고 있는 이동오염원 관리가 중요한 과제가 되었다.

이동오염원에 대한 관리는 크게 제작차의 배출허용기준을 강화하여 제작 단계에서 연료효율이 높은 장치를 적용하도록 하는 방법과 운행하고 있는 차량의 오염물질 배출량을 감축하는 방법으로 나눌 수 있다. 외국의 주요 도시들은 자동차 배출량에 따른 등급제 및 운행제한지역(LEZ) 등 규제 대책과 범칙금을 도입하고 있다. 영국 런던의 경우 2008년부터 노후 경유차 매연저감장치 부착을 의무화하고 2017년부터 도심 운행을 제한하였으며, 2019년 도입된 ULEZ(Ultra low emission zone)에서는 경유차는 Euro-6,

휘발유차는 Euro-4 기준이 적용된다. 프랑스와 독일, 일본 등에서도 등급별 라벨링 제도를 도입하고 있다. 국내에서는 운행차를 미세먼지 배출량에 따라 5개 등급으로 구분하고 2002년 배출허용기준 이전 제작된 5등급 경유차는 저감조치를 하지 않는 경우 2020년부터 수도권(서울, 인천, 경기) 전역에서 운행을 제한하고 있다.

2003년 12월 제정된 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」은 운행차 배출가스 저감사업(이하 저감사업)을 위한 근거를 마련하였고, 2004년부터 저감사업을 시행해 오고 있다. 저감사업은 노후 경유차 조기폐차, LPG 차량 교체 및 엔진교체, 저감장치 부착(DPF, pDPF, DOC) 등으로 나뉘며 저감조치를 하는 차량에 대해 정부와 지방정부에서 일정 규모의 보조금을 지원하는 방식이다.

저감사업이 시작되고 15년이 지난 현재, 그 효과를 분석하고 앞으로의 방향을 재정립할 필요가 있다. 2020년 기준 DPF 장치부착 보조금은 3,262~9,295천 원, 노후경유차 조기폐차·상한액은 300~3,000만 원으로 차종별 차이가 있으므로 비용대비 저감효과를 고려하여 앞으로의 효율적인 운영 방안을 마련해야 할 것이다. 이 연구는 인천광역시의 저감사업 실적 중 주요 부분을 차지하는 저감장치 부착을 중심으로, 차량 정밀검사 결과를 통해 저감사업 효과를 정량적으로 분석 및 검증하는 것을 목적으로 한다.

2. 선행연구

차량의 대기질 영향과 관련 대책에 관한 연구는 다양하게 이루어져 왔다. 운행차 배출가스 정밀검사 결과를 분석한 연구(Lee *et al.*, 2012)에 의하면 고농도 배출 상위 5%의 차량이 전국 휘발유 승용차 배출량 중 NO_x 25.5%, CO 66.1%를 차지하였고, 특히 누적주행거리 6만~9만 km 조건에서 최근 제작된 차량군의 배출량 기여도가 높게 나타났다.

운행차 배출가스 저감사업 효과에 대한 환경부 자

료에 의하면 노후경유차 조기폐차는 11.05 kg/년·대, 노후경유차 DPF 부착은 2.92 kg/년·대, 건설기계 DPF는 15.82 kg/년·대 등으로 건설기계 DPF 부착이 저감효과가 가장 컸다(NABO, 2019).

경기도에서 2004~2010년 운행차 저공해화 사업 성과를 분석한 보고서는 특정 경유차량 총 299,400대에 2010년까지 저감장치 부착이나 LPG 엔진교체, 조기폐차 조치를 하였고 이로 인한 배출 삭감량은 NO₂ 8,313 톤/년, PM₁₀ 3,626 톤/년, VOC 8,079 톤/년으로, 이는 전체 삭감량 대비 각 24%, 92%, 11%에 해당하는 것으로 분석하였다(Kim *et al.*, 2011).

서울시 운행 경유차에 대한 연구(Kim, 2016)에서는 저공해 조치 차량의 제조연도가 오래될수록 평균 매연농도가 높아졌고, 저공해 조치 기간이 경과함에 따라 저감장치의 성능이 감소하여 4년이 지나면 배출기준을 초과하는 경우가 발견되기도 했다. 조기폐차 대책에 관한 연구(Keel *et al.*, 2017)에서는 소형 경유차의 제조연도별 NO_x 배출량은 큰 차이가 없고, 현재 조기폐차 대상인 Euro-3 이전의 차량과 비대상 차량 그룹들 간의 배출량 차이가 크지 않아 Euro-4 차량 중 과다배출 차량을 조기폐차 대상에 포함시키는 것이 배출량 삭감에 효과적일 것이라는 분석을 내놓았다.

한편 노후경유차 조기폐차에 의한 효과를 분석한 연구(Kim *et al.*, 2015)는 상한액을 정하고 차량가액의 80%를 지원하는 방식의 현재 제도보다 오염물질 배출량에 따라 제조연도별로 차등지급하는 방안이 더욱 효과적이라는 결론을 내렸다.

정승채 등(Jung *et al.*, 2007)은 경유차량에서 발생하는 오염물질을 효과적으로 제거하기 위해서는 DPF와 DOC, NO_x 저감장치가 모두 필요하며 각 장치가 다른 장치의 성능에 주는 영향은 크지 않은 것으로 보았다. 또 소형 경유차의 배출물질 측정 결과에 의하면 Euro-5 차량의 DPF 부착으로 인한 PM 저감 효과가 크다고 할 수 있으나, NO_x의 경우 배출량 정밀검사와 PM-NO_x 동시저감장치 도입 등 적극적인 관리방안이 필요한 것으로 나타났다(Lee *et al.*, 2014).

Table 1. Number of cars of reduction program in Incheon (2004.01~2018.09).

Sort		Passenger car	Van	Truck	Special car	Total
Control equipment	DPF	4,324	3,464	17,634	2,609	28,031
	pDPF	173	2,337	16,163	30	18,703
	DOC	360	1,612	10,898	8	12,878
	Total sum	4,857	7,413	44,695	2,647	59,612
Engine modification		1,730	7,103	18,422	15	27,270

Table 2. Total subsidy for reduction program in Incheon (2004~2018.09, Million won).

	Control equipment					Engine modification
	DPF	DPF + SCR	pDPF	DOC	Total sum	
Total sum	155,023	3,091	44,180	11,405	213,699	105,635

Source: Incheon metropolitan city

이처럼 기존의 연구들은 운행차의 제조연도와 주행거리 등에 따른 배출량 특성을 분석하거나 저공해 조치 대책별로 특정 그룹에서의 저감효과를 분석한 것이 대부분이었다. 이 연구에서는 인천광역시의 운행차 저공해 조치에 의한 효과를 차종, 제조연도, 누적 주행거리 및 저감장치 부착기간에 따라 종합적으로 살펴보고자 한다.

3. 인천광역시 저감사업 효과 분석

인천광역시는 2017년 도로이동오염원의 PM₁₀ 기여도가 7%, NO_x 기여도가 26%로 전국 평균보다 높아 운행차 관리 필요성이 큰 편이다. 이 연구에서는 인천광역시 저감사업 효과를 분석하기 위해 인천광역시로부터 2004년 1월부터 2018년 9월까지 연도별 저감사업 실적자료를 한국환경공단으로부터 수도권 지역의 2016~2018년 운행차 배출가스 정밀검사 결과자료를 협조받았다.

3.1 저감사업 실적

인천광역시는 사업이 시작된 2004년 1월부터 2018년 9월까지 419,441백만 원의 보조금을 지원하여 총

151,501 대의 저감사업을 추진하였고 그 중 저감장치 부착 총 59,612 대, 213,701백만 원이 집행되었다. 저감장치 종류에는 1종 DPF, 2종 p-DPF 3종 DOC가 있으나 최근에는 1종 DPF를 중심으로 시행하고 있다. DPF 부착 실적은 중소형 화물차가 가장 많다. 저감장치에 대한 보조금 지급 총액은 DPF 부착(총 1550억 원)이 가장 많고 차종별로는 단위보조금이 큰 화물차(총 2236억 원)와 중형승합차(총 401억 원)에 가장 많이 지급되었다. 엔진개조는 총 27,270 대, 1,056억 원이 집행되었다(표 1, 2).

3.2 저공해 조치 차량 정밀검사 결과

저감사업에 따른 차량별 오염물질 발생량 저감효과를 살펴보기 위해 운행차 정밀검사 결과를 분석하였다. 차량소유자는 「대기환경보전법」에 따라 차량 정기검사 및 종합검사를 받을 의무가 있는데, 인구 50만 이상 지역은 배출가스 정밀검사를 받도록 함에 따라 수도권 지역 운행차는 1년 또는 2년마다 정밀검사를 받아야 한다. 차량 정밀검사는 운행상태의 부하검사를 통해 휘발유차는 CO, HC, NO_x 배출량을, 경유차는 매연을 측정한다. 경유차는 일정한 엔진회전수에 도달하였을 때 5~10초 사이에 발생하는 배출량을 측정하고, 휘발유차는 엔진 최고회전수까지 가속

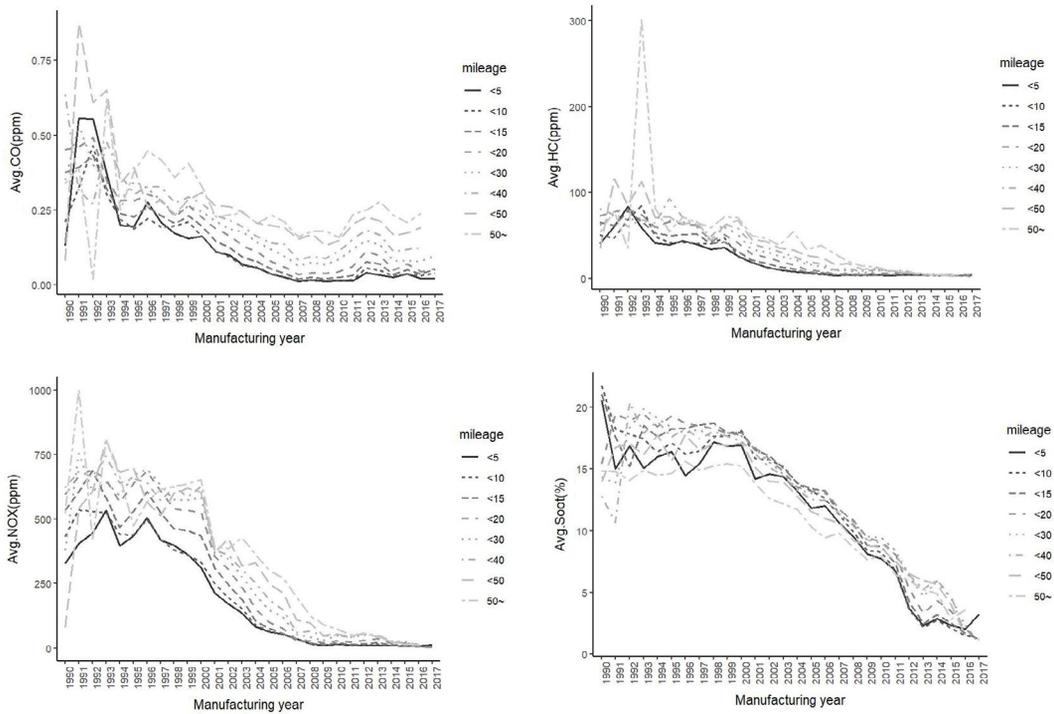


Fig. 1. Average pollutant emission by manufacturing year and mileage.

Table 3. Terms of emission inspection.

Sort	Use	Passenger car		Van	
		Non business	For business	Non business	For business
	Age	Older than 4	Older than 2	Older than 3	Older than 2
Inspection term		2 years	1 year	1 year	

시켜 그 시간 동안 발생하는 매연 농도를 측정하는 방식이다(표 3).

2009년 이후 차량 정밀검사 불합격률이 현저히 낮아진 현상에 대하여 검사 중에 설비 개조를 하는 등 부실검사 현황을 지적하는 의견(ME, 2012)도 있으나, 국가대기오염물질배출량 데이터와 비교하였을 때 큰 차이를 보이지 않아 신뢰할 수 있다는 연구결과(Lee et al., 2012)도 있다. 현재 배출량 정밀검사에서 이용하는 검사방법은 개선의 여지는 있으나 매연 배출농도 선별성과 반복성에서 우수한 것으로 나타

나(Jung, 2014), 이 연구에서 실제 차량별 저감효과를 살펴보기 위해 차량 정밀검사 결과를 활용하였다.

여기서는 2016~2018년 사이 수도권 지역의 운행차 배출가스 정밀검사 결과(총 5,589,497 대)를 분석하였다. 정밀검사 차량의 누적 주행거리를 구간별로 나누어 보았을 때 전체적으로 5만~15만 km인 차량이 51%를 차지하지만, 승합대형과 화물대형은 40만 km 이상이 각각 50%, 51%를 차지했다. 제조연도별로는 2010년 이후 제작차가 38%, 2006~2010년 29%, 2002~2005년 23%, 2002년 이전이 10% 등 2018년 기

Table 4. Total average emission by mileage (10,000 km).

Pollutant	< 5	< 10	< 15	< 20	< 25	< 30	< 40	< 50	More than 50
CO (ppm)	0.03	0.04	0.06	0.10	0.13	0.15	0.17	0.20	0.23
HC (ppm)	5.0	6.0	9.8	15.8	21.1	24.0	23.0	18.2	19.4
NO _x (ppm)	29	45	98	168	220	239	210	148	145
Soot (%)	6.5	7.4	9.9	11.8	12.6	12.9	12.5	11.4	10.3

Table 5. Total average emission by manufacturing year.

Pollutant	Before 2002	2002~2005	2006~2010	After 2011
CO (ppm)	0.63	0.14	0.07	0.04
HC (ppm)	144.2	25.7	11.1	6.5
NO _x (ppm)	446	216	70	35
Soot (%)	15.6	13.6	10.8	4.1

Table 6. Total average emission by mileage (10,000 km).

Pollutant	< 5	< 10	< 15	< 20	< 25	< 30	< 40	< 50	More than 50
CO (ppm)	0.20	0.14	0.08	0.13	0.11	0.11	0.18	0.19	0.22
HC (ppm)	16.0	16.4	17.1	17.2	17.2	17.7	33.6	32.9	25.7
NO _x (ppm)	219	194	242	212	238	193	207	310	286
Soot (%)	12.7	12.7	13.4	13.7	13.9	14.6	13.6	13.6	12.1

Table 7. Number of cars of each year after each emission reduction program.

Year (Duration)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10~
DPF	864	962	2,452	3,594	2,392	1,839	1,418	1,092	1,667	6,410
pDPF	49	93	518	1,358	3,484	4,889	5,032	3,522	2,602	2,151
DOC						4	431	572	1,764	4,282
Engine modification			54	236	381	1,021	1,622	2,440	2,151	2,979

준 15년 이상 노후된 차량이 33% 분포를 보였다. 경유차의 경우 5등급에 해당하는 2002년 이전 제작차의 비중이 16%로 높게 나타났다.

정밀검사 결과 차량의 누적 주행거리가 클수록, 제작연도가 오래되었을수록 배출량이 큰 경향이 나타났다(그림 1). 제작연도별 매연은 대당 평균이 2002년 이전 평균 15.6%에서 2011년 이후 평균 4.1%로 꾸준히 감소하였으며, NO_x의 경우 2006년 이전 평균 441 ppm에서 2007년 이후 평균 32 ppm으로 크게 줄었는데 이는 제작차 배출기준 강화에 따른 효과로 추

정된다(표 4, 5).

정밀검사 결과 중 인천광역시에서 저감사업을 한 차량 총 72,745 대의 총주행거리별 배출농도를 살펴 보면, 오염물질 농도는 누적 주행거리가 클수록 높아지는 경향이 있으며 NO_x의 경우 누적 주행거리 5km 이하에서 219 ppm으로, 수도권 전체 평균이 29 ppm인 것에 비해 10배 가까이 높은 등 전반적으로 수도권 평균에 비해 저감사업 대상 차량의 농도가 높게 나타났다(표 6).

저감조치 종류별로 시간 경과에 따른 효과를 알아

Table 8. Average Soot concentration before and after applying control equipment (%).

Control equipment	< 5	< 10	< 15	< 20	< 25	< 30	< 40	< 50	More than 50
Not applied	17.8	16.5	16.4	17.1	17.6	19.6	18.9	19.0	16.9
Less than 4 years	7.0	9.6	9.2	10.0	10.5	10.1	8.6	9.0	8.7
More than 4 years	13.1	12.6	14.0	14.0	14.0	14.9	13.9	13.9	12.1

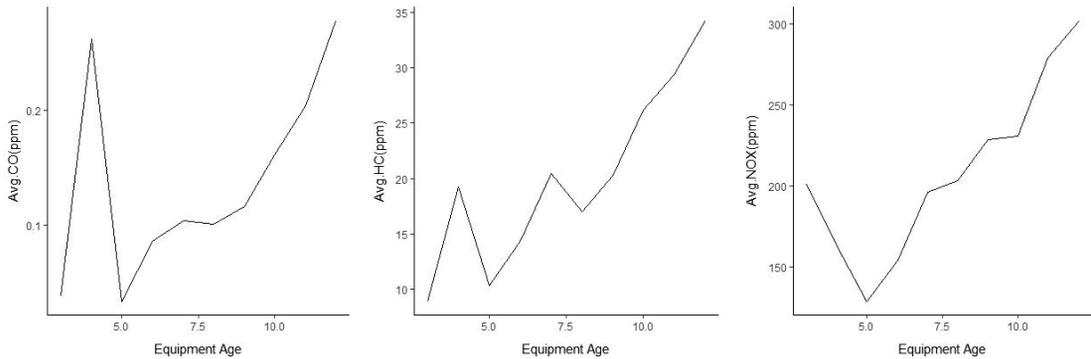


Fig. 2. Average emission of CO, HC and NO_x after Engine Modification (ppm).

보기 위해 저감조치를 한 시점과 정밀검사 사이의 연차를 계산하여 추이를 관찰하였다. LPG 엔진개조의 경우, 조치 후 5년이 경과한 때부터 유의미한 관찰이 가능하며 5년 후 평균 배출량은 CO 0.035 ppm, HC 10.3 ppm, NO_x 129 ppm에서 12년 후 각 0.28 ppm, 34.2 ppm, 301 ppm으로 시간경과에 따라 평균 배출 농도가 상승하는 경향을 보인다. 노후경유차 저감장치 부착의 경우, 매연 농도가 DPF 부착 1년 후에는 평균 7.8%에서 12년 후 12.5%로 상승하는 등 장치 노후화로 인한 저감효과 감축 현상이 관찰되었다(표 7, 그림 2, 3). 반면 2종 pDPF의 저감효과는 DPF에 비해 상대적으로 적으나 장치 노후화 경향은 나타나지 않았고, 3종 DOC는 사업기간이 짧아 그 효과나 추이를 파악하기는 어려웠다.

노후 경유차 저감장치 부착을 한 차량의 평균 매연 농도를 미부착 시와 비교하여 살펴보면, 부착 후 4년 이내에는 부착 전(평균 16.9%)에 비해 평균 50%, 최대 80% 이상 낮은 수치(평균 8.7%)로 기존의 DPF 성능에 관한 연구결과와 비슷한 수준이나(Preble *et al.*, 2015), 조치 후 4년을 초과한 차량의 농도(평균

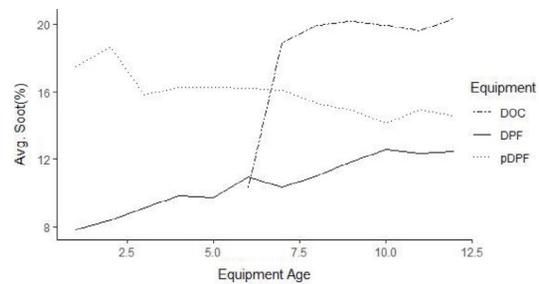


Fig. 3. Average Soot concentration after applying each control equipment (%).

12.1%)는 차종별로 부착 전과 비슷하거나 더 높은 수치를 보이기도 했다(표 8).

위의 결과를 바탕으로 DPF 부착 전의 평균 매연 농도에 비해 부착 후 매연 농도가 낮아진 정도를 비교함으로써 DPF 부착에 의한 매연 저감효과를 차종별로 추산하여 보았다. 승용중형과 승합중형의 경우 장치 부착 초기에는 저감효과가 72~80%이었으나 장치 부착 5년 후에는 62~67% 수준으로 낮아졌다. 다른 차종에서도 저감효과는 저감장치 부착 초기 70% 이상에서 부착 후 5년이 경과하면서 60% 정도 수준

Table 9. Estimated reduction effectiveness of files-aged DPf (%).

Age	H.P.	M.P.	H.V.	M.V.	H.T.	S.T.	M.T.	Average
Less than 1 year	64.8	72.8	68.8	80	66.7	72.7	70.9	73
After 5 years	73.3	67.8	77.1	62.1	60.8	63	65.3	62.9

S. = small; M. = mid-size; H. = heavy-duty ; P. = passenger car; V. = van; T. = truck

Table 10. Average Soot concentration of middle-sized truck* and middle-sized van** with control equipment by manufacturing year and duration of equipment (%).

Year	Middle-sized truck			Middle-sized van		
	2016 (3 years)	2017 (4 years)	2018 (5 years)	2016 (3 years)	2017 (4 years)	2018 (5 years)
2000	12.5	8.4	7.6	6.2	10.6	11.0
2001	11.4	7.2	14.0	8.4	9.8	9.3
2002	14.2	9.5	9.2	12.6	9.9	12.0
2003	13.6	14.8	12.4	6.3	8.6	12.5
2004	10.8	9.8	12.6	8.3	9.9	10.1
2005	6.8	7.3	6.6	6.8	6.2	8.1
2006	4.7	8.7	8.0	7.9	6.6	4.4
2007~	7.5	6.3	5.8	8.7	6.5	7.2
Average	12.0	11.6	12.4	7.9	7.9	9.3

*F = 0.025087, num df = 5053, denom df = 4719, p-value < 2.2e-16

**F = 0.026771, num df = 1635, denom df = 1301, p-value < 2.2e-16

Table 11. Average of annual emission per vehicle (kg/vehicle-year).

Pollutant	Year	H.P.	H.V.	H.T.	M.P.	M.V.	M.T.	S.P.	S.V.	S.T.
CO	2005	17.2	470	68.4	38.6	0.80	34.7	55.8	257	18.3
	2010	8.24	247	36.1	20.3	1.67	22.9	34.9	29.8	6.17
	2015	6.01	40.74	18.55	6.05	0.35	11.2	48.1	16.3	2.88
NO _x	2005	10.4	1153	357	8.01	1.00	55.2	8.9	143	23.4
	2010	1.34	399	259	5.43	4.18	63.0	12.7	49.62	7.77
	2015	2.51	322	132	5.16	2.56	48.7	87.0	171.6	22.8
PM ₁₀	2005	1.58	35.6	18.11	0.09	0.08	3.30	0.0007	21.95	2.27
	2010	0.0009	2.20	6.67	0.29	0.18	2.37	0.55	5.10	0.66
	2015	0.01	1.20	2.59	0.12	0.03	0.95	1.51	5.11	0.72

S. = small; M. = mid-size; H. = heavy-duty; P. = passenger car; V. = van; T. = truck

으로 감소하는 것으로 분석되었다(표 9).

배출량 저감사업의 주요 대상이었던 중형승합차와 중형화물차를 중심으로 저감장치 부착효과를 연도별로 추적하여 보기 위해 2016~2018년 사이 수도권 지역에서 두 번 이상 정밀검사를 한 차량을 별도로 살펴보았다. 2016년을 기준으로 장치부착 후 3년 경과된 차량의 검사연도별·제작연도별 평균 매연 농도는

(표 10)과 같다. 동일 차종에서 장치부착 기간이 같아도 제조연도가 오래될수록 매연이 많이 발생하는 것으로 나타났다.

또한 차량 저공해 조치를 한 기간이 길어질수록 농도가 높아지는 경향이 나타나기는 하나, 정밀검사 데이터의 방대함으로 인해 본 연구에서는 최근 3년간의 결과만을 분석하였기에 장기적인 저감효과 변화

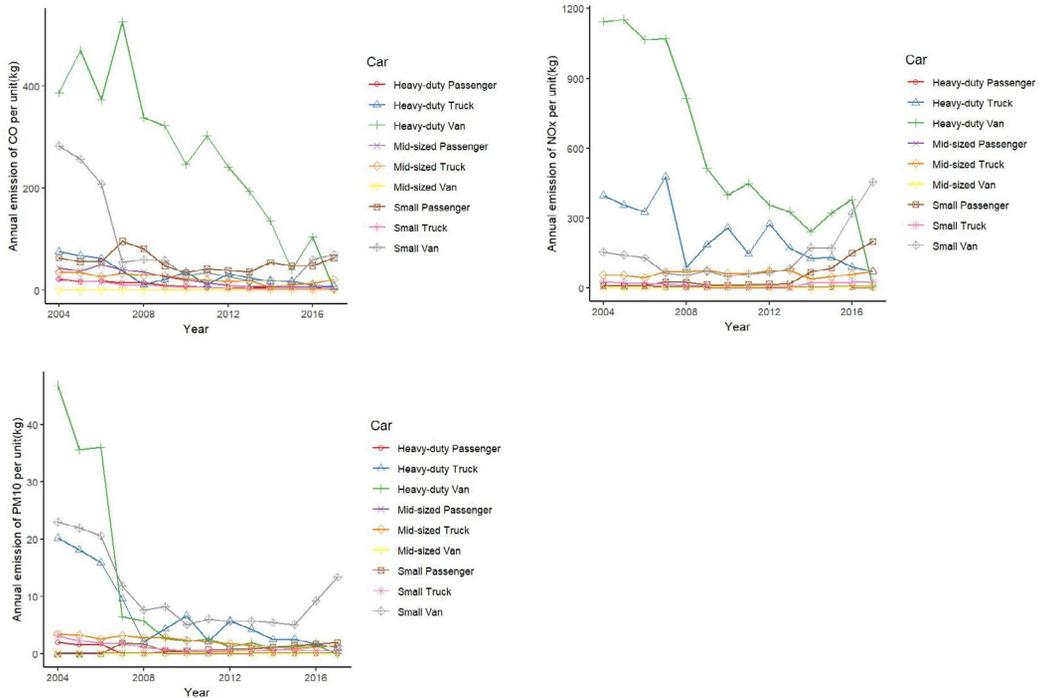


Fig. 4. Average of annual emission per vehicle of CO, NO_x and PM₁₀ during 2004~2017 (kg/vehicle-year).

추이를 확인하기에는 한계가 있다.

3.3 차량별 대기오염물질 배출량

앞서 살펴본 차량별 감축효과가 대기질에 미친 영향을 살펴보기 위해 국가대기오염물질배출량 통계에서 연도별 도로 이동오염원의 차종별 배출량과 인천광역시 자동차 등록대수를 비교하여 1대당 연간 평균 배출량을 추산하였다. 그 결과, 대형승합의 NO_x 배출량은 2005년 1,153 kg/년·대에서 2010년 399 kg/년·대로, PM₁₀은 35.6 kg/년·대에서 2.2 kg/년·대로 감소하는 등 특히 대형승합과 대형화물 차량에서 대당 오염물질 배출량이 급감하였다. 2007~2010년 사이 저감사업이 중점적으로 이루어지고 제작차 배출허용기준이 강화되면서 복합적인 감축 요인으로 작용하였을 것으로 추정된다. 한편 2016년부터는 등록대수가 감소하고 있는 소형승용과 소형승합의 대당 배출량이 증가하는 추세를 보인다(표 11, 그림 4).

4. 결 론

인천광역시에서 운행차 배출가스 저감사업의 일환으로 저감장치를 부착한 차량들을 대상으로 하여, 수도권 운행차 배출가스 정밀검사 결과를 이용한 저감효과 분석을 진행하였다.

- 1) 차량의 제작연도가 오래되었을수록, 누적 주행거리가 클수록 오염물질 배출농도가 높게 나타났다.
- 2) 인천광역시는 2004년 저감사업 시작 후 2007~2008년에 실적이 가장 많았고 2005~2010년 사이 대형승합, 대형화물, 소형화물차량의 대당 연간배출량이 CO와 NO_x는 약 50%, PM₁₀은 최대 20% 수준으로 감소하는 모습을 보였다.
- 3) 배출량 감소폭이 큰 구간에서 제작차 배출허용기준 강화에 따른 저감효과가 주요하게 작용하였을 것으로 추정되나, 매년 운행차 저감사업 효과도 꾸준히 나타나고 있어 두 가지 정책을 병행하는 것이 효

과적인 것으로 나타났다.

4) 저감사업 진행 후 기간 경과에 따라 점차 저감효과가 감소하는 모습이 나타나며, DPF의 경우 부착 후 5년이 경과하면 매연 농도가 미부착 차량과 비슷하거나 더 높아져 장치 노후화 등에 대한 사후관리의 중요성을 시사한다.

이 연구를 수행하는 과정에서 한계도 있었다. 첫째, 자료 종류에 따라 차량 분류에 차이가 있어 세부 분류에 따른 분석에 어려움이 있었고, 국가대기오염물질배출량 데이터의 배출물질 항목과 정밀검사 항목이 일치하지 않아 자료의 검증과 비교가 제한적이었다. 또한 국가대기오염물질배출량은 매년 그 분류기준이나 산정방식에 변화가 있어 세부항목별 추이를 정확하게 관찰하기 어려웠다. 둘째, 저공해 조치 후 사후추적이 이루어지지 않아 대상 차량이 폐차되거나 장치 고장, 탈거, 노후화 등이 발생하더라도 장치 상태를 파악할 수 없었다.

향후 관련 시스템 간의 자료 호환과 저감사업 사후관리 강화를 통해 저공해 조치를 시행한 개별 차량별로 지속적 추적 및 모니터링이 이루어진다면 보다 정확하고 체계적인 분석이 가능할 것이고, 그로 인해 효율적인 정책 수행과 시민들의 정책 수용성 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

References

- Jung, S.C., Yoon, W.S. (2007) Unified Modeling and Performance Prediction of NO_x and PM reduction by DOC-DPF-SCR System, Transaction of the Korean Society of Automotive Engineers 2007 Spring Conference, 219-228, (in Korean with English abstract).
- Keel, J.H., Lim, Y.S., Kim, H.J., Roh, H.G., Yun, B.S., Lee, S.G., Lee, T.W., Kim, J.S., Choi, K.H. (2017) Evaluation of Accelerated Retirement Program for In-use Diesel Vehicles based on their NO_x Emission Characteristics, Journal of the Institute for Liquid Atomization and Spray Systems, 22(3), 122-128, (in Korean with English abstract). <https://doi.org/10.15435/JILAS-SKR.2017.22.3.122>
- Kim, D.Y., Choi, M.A. (2011) Evaluation and Improvement of Diesel Retrofit Program in Gyeonggi-do, Gyeonggi Research Institute, <http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE02149332>
- Kim, J.W., Kang, K.K. (2015) Evaluation and Improvement of a Subsidy Policy on Early Scrapping of Old Diesel Vehicles, Journal of Environmental Policy, 14(2), 73-99, (in Korean with English abstract).
- Kim, U.S. (2016) Soot Emission Assessment and Management Plan for Diesel Vehicles operating in Seoul, The Seoul Institute, https://www.si.re.kr/si_download/55652/17163
- Lee, T.W., Kim, J.Y., Lee, J.T., Kim, J.S. (2012) Quantified Contribution of High Emitting Vehicles to Emission Inventories for Gasoline Passenger Cars based on Inspection and Maintenance Program Data, Journal of Korean Society for Atmospheric Environment, 28(4), 396-410, (in Korean with English abstract). <https://doi.org/10.5572/KOSAE.2012.28.4.396>
- Lee, T.W., Park, H.N., Park, J.H., Jeon, S.Z., Kim, J.S., Choi, K.H. (2014) Control Measures for Air Pollutant Emissions from In-Use Light-Duty Diesel Vehicles Regarding their Emission Control Technologies, Journal of Korean Society for Atmospheric Environment, 30(4), 327-338, (in Korean with English abstract). <https://doi.org/10.5572/KOSAE.2014.30.4.327>
- Ministry of Environment (MOE) (2012) Research on the Inspection and Maintenance Program Performance and Long-term Development Plan, http://www.prism.go.kr/homepage/researchCommon/downloadResearchAttachFile.do?work_key=001&file_type=CPR&seq_no=001&research_id=1480000-201300076&pdf_conv_yn=N
- National Assembly Budget Office (NABO) (2019) Business Analysis on Particulate Matter Responding Program, ISBN: 978-89-6073-206-3
- Preble, C.V., Dallmann, T.R., Kreisberg, N.M., Hering, S.V., Harley, R.A., Kirchstetter, T.W. (2015) Effects of Particle Filters and Selective Catalytic Reduction on Heavy-Duty Diesel Drayage Truck Emissions at the Port of Oakland, Environmental Science & Technology, 49(14), 8864-8871. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b01117>

Authors Information

문보경 (인천연구원 도시기반연구실 선임연구원)
조경두 (인천연구원 도시기반연구실 선임연구위원)