

서울시 경유자동차 배출특성(PM · NOx)을 고려한 단계별 관리방안

A Study on the Policy Options Considering Life Cycle
Management for PM · NOx Emissions of Diesel
Vehicles in Seoul

김운수 최유진

서울시 경유자동차 배출특성(PM · NO_x)을 고려한 단계별 관리방안

A Study on the Policy Options Considering Life Cycle
Management for PM · NO_x Emissions of Diesel Vehicles in Seoul

2012



Ⅰ 연구진 Ⅰ

연구책임 김 윤 수 • 안전환경연구실 선임연구위원

연구원 최 유 진 • 안전환경연구실 연구위원

김 정 아 • 안전환경연구실 연구원

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

요약 및 정책건의

I. 연구의 개요

1. 연구배경 및 목적

- 서울 지역의 PM과 NO₂ 오염도 개선과 함께 시민의 건강 위해도 개선을 위해 대기오염 배출량이 많은 경유자동차 대책의 선택과 집중전략의 보완이 요구됨.
- 세계적으로 연간 사망자의 2.4%인 약 130만명이 대기오염으로 사망하였으며, 폐암 사망의 9%, 심장질환 사망의 5%, 호흡기 질환 사망의 1%가 대기오염에 의한 것으로 보고됨(WHO, 2008).
- 최근 경유자동차 배출가스는 세계보건기구(WHO)에 의해 1급 발암물질로 지정되어 있으며, 특히 경유자동차의 배출 비중이 미세먼지의 65%, 질소산화물의 32.9%를 차지하고 있어, 경유자동차 미세먼지(PM)·질소산화물(NO_x) 배출의 지속 관리가 필요함.
- 대기환경 개선 전략의 업그레이드 조건으로 PM₁₀ 이외에 인체 위해성이 큰 PM_{2.5}, NO₂의 관리 강화 등 경유자동차 대상 맞춤형 정책이 요구됨.
- 대기환경 관리의 패러다임은 ‘오염물질의 환경기준 달성’에서 ‘대기오염으로 인한 시민의 건강 위해 가능성의 비용 효율적 개선, 지역 단위의 환경후생(Environmental Welfare)의 최대화’로 전환되는 추세임.
- 대기오염 배출원 가운데 인체 위해성이 우려되는 경유자동차 배출 PM₁₀ (특히 PM_{2.5}), NO_x의 개별 관리에서 PM₁₀·NO_x 통합 특화관리로 전환되고 있음.
- 서울시 미세먼지, 이산화질소 평균농도 개선의 한계상황을 벗어나고, 세계

도시인 서울의 환경 비교경쟁력 배양을 위해서는 서울시 경유자동차의 PM·NO_x 배출특성을 고려한 생애주기별 특화관리 방안이 필요함.

- 제작 단계에서는 배출허용기준 강화, 친환경 저공해 자동차의 보급 확대 유도, 운행 단계에서는 자동차 검사제도의 실효성 확보, 저공해화 유도, PM·NO_x 동시 저감장치의 개발 및 상용화, 노후 차량의 조기 폐차 유인, 배출등급제도의 도입 등 경유자동차 배출 PM·NO_x 특화관리를 도모하는 정책 혼합이 바람직함.
- 경유자동차의 PM·NO_x 배출특성 및 운행특성을 고려한 공해차량제한 지역(LEZ) 운영의 재설계를 바탕으로 노후 경유자동차의 친환경 운전조건의 확보가 중요함.

2. 연구 내용

- 경유자동차의 PM·NO_x 배출특성 진단
- 경유자동차 PM·NO_x 관리현황 분석
- 해외 경유자동차 특화관리 사례분석
- 서울시 경유자동차 PM·NO_x 배출특성을 고려한 단계별 관리방안

Ⅱ. 연구의 주요결과

1. 경유자동차의 PM·NO_x 배출특성 진단

- 경유자동차 등록현황
 - 서울시 경유자동차의 비중이 매년 증가하는 추세에 있으며, 2011년 서울시의 경유자동차 보유율은 29.4% 정도로 샌프란시스코(3%), 도쿄(4%)

에 비하여 상대적으로 높음.

- 차종별 경유자동차 등록현황을 살펴보면, 승용중대형 경유차가 52.5% (승용다목적형 승용차(RV) 40%), 화물차가 34.2%, 승합차가 11.8%의 순임.
- 중대형 화물차·승합차의 노후자동차 비율이 높게 나타나고 있음.

(표 1) 서울시 차종별 경유자동차 연식별 등록대수(2011년)

(단위 : 대, %)

구분	합계	승용차		승합차			화물차			특수
		경소형	중대형	소형	중형	대형	경소형	중형	대형	
1995 이전	44,991	38	6,808	7,851	265	588	18,688	5,983	4,365	405
1996	10,810	29	2,638	1,651	75	123	4,028	988	1,153	125
1997	13,033	94	3,474	2,223	80	160	4,869	860	1,178	95
1998	7,148	105	1,296	1,655	62	86	3,120	328	448	48
1999	18,423	340	3,183	4,966	144	156	7,599	1,075	908	52
2000	29,224	347	5,488	8,675	283	231	10,709	2,050	1,327	114
2001	46,474	5	25,289	2,964	379	353	13,634	2,132	1,588	130
2002	79,319	4	53,809	4,113	353	374	14,977	3,170	2,333	186
2003	62,203	2	40,300	2,829	245	420	14,201	2,021	2,055	130
2004	69,057	8	43,973	3,275	298	592	15,810	1,938	2,954	209
2005	62,753	856	37,329	4,333	200	720	13,940	1,708	3,452	215
2006	62,574	3,127	36,392	6,424	184	823	11,221	1,389	2,804	210
2007	69,152	1,355	40,827	4,674	338	1,332	12,840	2,645	4,599	542
2008	64,805	870	34,147	6,749	207	879	15,142	2,013	4,443	355
2009	47,235	621	22,327	5,838	160	843	11,203	1,481	4,522	240
2010	71,908	1,084	38,987	8,796	156	930	15,008	2,114	4,504	329
2011	115,819	286	63,166	12,656	273	926	27,596	3,250	6,841	825
총계	874,928 (100.0)	9,171 (1.0)	459,433 (52.5)	89,672 (10.2)	3,702 (0.4)	9,536 (1.1)	214,585 (24.5)	35,145 (4.0)	49,474 (5.7)	4,210 (0.5)

주 : 차종은 자동차관리법의 차량구분을 적용하여 구분하며, 승용차에는 승용일반형, 승용겸 화물, 승용다목적형, 승용기타형이 포함됨.

•승용차 소형(1500cc 미만), 중대형(1500cc 이상)

•승합차 소형(15인 이하), 중형(15인 초과~50인 이하), 대형(50인 초과, 버스)

•화물차 소형(1톤 이하), 중형(1톤 초과~5톤 미만), 대형(5톤 이상, 화물 특수)

자료 : 국토해양부, 자동차 통계자료(2011)

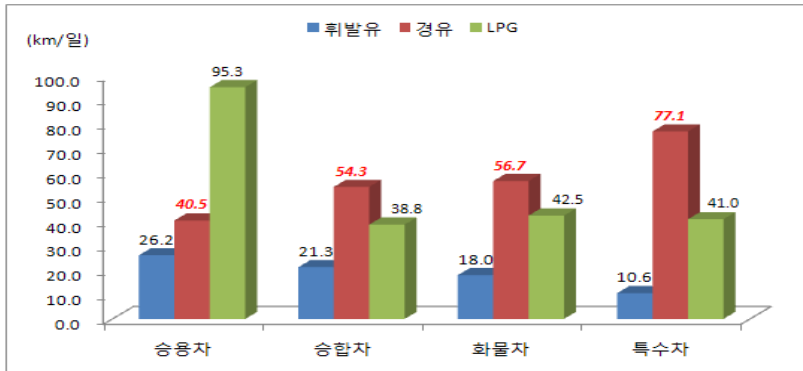
〈표 2〉 서울시 차령 7년 이상 경유자동차 차종별 등록대수(2011년)

(단위 : 대, %)

구분	소계	승용차		승합차			화물차			특수
		경소형	중대형	소형	중형	대형	경소형	중형	대형	
총계	874,928	9,171	459,433	89,672	3,702	9,536	214,585	35,145	49,474	4,210
7년 이상	443,435 (50.7)	1,828 (19.9)	223,587 (48.7)	44,535 (49.7)	2,384 (64.4)	3,803 (39.9)	121,575 (56.7)	22,253 (63.6)	21,761 (44.0)	1,709 (40.6)

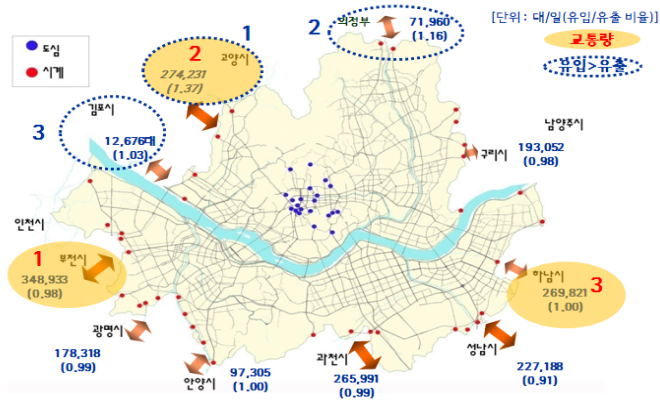
○ 경유자동차 운행현황

—승합차, 화물차, 특수차는 경유 사용 자동차의 1일 평균주행거리가 휘발유, LPG, 기타 연료를 사용하는 자동차보다 다소 많음.



〈그림 1〉 차종별 · 연료별 1대당 1일 평균주행거리

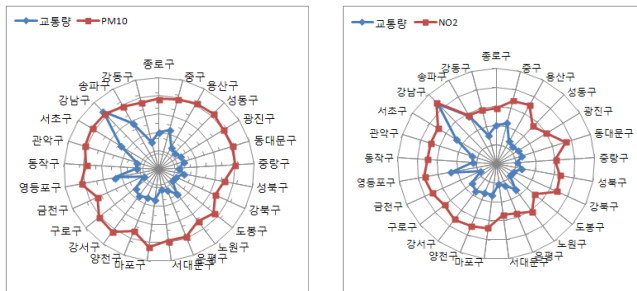
—서울시 주요 교통축별 교통량 현황을 살펴보면, 부천축이 348,933대/일로 가장 많았으며, 이어 고양축이 274,231대/일, 하남축이 269,821대/일 순으로 나타난다.



자료 : 서울특별시 서울지방경찰청, 2012, 2011년 서울특별시 교통량 조사자료

〈그림 2〉 교통축별 전체 교통량

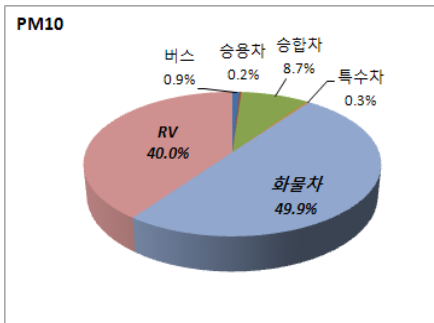
- 2010년 여객 기종점 통행량(O/D)을 바탕으로 자치구별 수단별 교통량을 산정한 결과, 강남구, 송파구, 서초구 지역에서 교통량이 많았으며, 교통량이 비교적 많은 자치구의 이산화질소 농도가 높은 것으로 분석됨.
 - 광역버스는 서초구, 소형 화물차는 영등포구, 중대형 화물차는 강서구에서 유·출입량이 비교적 많음.
- 지역별 교통량의 편차, 지역별 유·출입 등의 운행특성을 고려한 경유자 자동차의 관리가 필요함.



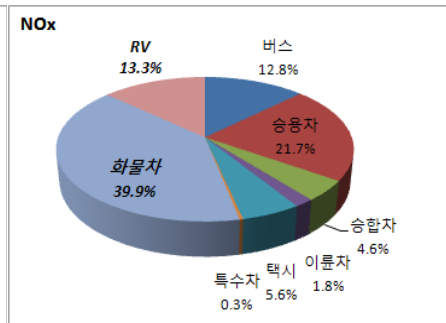
〈그림 3〉 자치구별 수단교통량과 미세먼지, 이산화질소 농도 비교

○ 경유자동차 오염물질 배출특성

- 2009년 대기정책지원시스템(CAPSS) 배출량 기준으로 도로이동오염원은 전체 미세먼지 배출량의 65.0%, 전체 질소산화물 배출량의 57.3%를 차지함.
- 도로이동 오염원에서 경유자동차의 배출비중은 미세먼지가 100.0%, 질소산화물이 약 57.4%를 기록함.
- 경유 화물차의 배출 기여도가 가장 높으며, 승합차의 기여도가 낮아진 반면, RV차의 기여도가 크게 증가함.
- 화물차에 대한 저감대책의 지속 추진과 RV 차량에 대한 관리가 요구됨.
- 중형 화물차의 NOx 배출비율은 점점 증가하는 추세에 있으며, 덤프트럭의 비율이 12~15% 수준을 차지하고 있어 중형 화물차 및 자동차형 건설기계의 특화 관리대책이 필요함.



〈그림 4〉 도로이동 오염원 부문의 차종별 미세먼지 배출량(2009년 기준)



〈그림 5〉 도로이동 오염원 부문의 차종별 질소산화물 배출량(2009년 기준)

- 미세먼지와 질소산화물의 주된 배출원인 경유자동차는 자동차 규모가 대형일수록, 노후도가 클수록 오염물질이 더 많이 배출됨.
- 2011년 자동차 종합검사(배출가스 정밀검사) 결과를 분석하면, 제작연도가 오래될수록, 평균주행거리가 높을수록 부적합 비율이 높음.

2. 서울시 경유자동차의 관리현황

○ 제작차 관리

－배출허용기준 강화

- 경유자동차 제작 배출허용기준은 유럽의 기준을 적용하고 있는데, 2006년 EURO IV에서 2009년 EURO V로 그 기준이 강화되었고, 2014년에는 EURO VI 기준의 도입이 추진되고 있음.
- 2009년부터 Euro V 기준이 적용됨에 따라 PM의 집중 관리와 함께 후처리 장치의 적용으로 NOx 배출 관리도 강화되고 있음.

－저공해 자동차 개발 및 보급 촉진

- 대기질 개선 효과가 큰 전기버스, 택시, 화물차, 이륜차 등 ‘서울형 그린카’의 상용 확대 계획이 수립됨.
- 충전인프라 구축, 민간보급을 위한 보조금 지원 및 세제혜택, 그린카 주차면 지정 등 그린카 보급과 관련된 법령·제도의 정비가 추진됨.
- 남산 순환버스 15대, 여의도 순환노선 2대 등 총 17대를 순차적으로 보급(2010년)하고 그린카 전용구역(Green Car Only Zone) 지정이 검토됨.
- 교통안전공단과 차량 개발·인증에 관한 협약을 체결하고 중형 RV 차량 전기승용차 5대를 제작하여 업무용으로 활용하며, 근거리 저속 전기차(NEV) 보급을 추진 중으로 2010년 말 공원 순찰용, 관공서업무용 등 근거리 운행용으로 총 31대가 운행 중임.
- 2010년까지 공공부문 211대, 민간부문 182대 등 총 393대의 전기 이륜차를 보급하고 2011년부터 전기이륜차와 휘발유이륜차의 가격차액 보조금 전액을 지원하여 배달 음식점, 신문배달업, 쿠팡 서비스업 등을 대상으로 전기 이륜차의 보급을 확대할 계획임.

○ 운행차 관리

－경유자동차 저공해화 사업

- 저공해사업 추진 대상 : 배출가스 보증기간(총중량 3.5톤 이상 2년, 총중량 3.5톤 미만 5년)이 지난 특정 경유자동차 중 총중량 2.5톤 이상이고 차령이 7년 경과한 경유자동차
 - 배출가스 저감장치의 부착 의무화 시행(2008.1.1) : 배출가스 저감장치 부착 또는 저공해 엔진 개조 비용, 조기폐차 지원
 - 서울시의 저공해화 사업 추진현황 : 저감장치 부착 132,102대, LPG 엔진개조 67,734대, 조기폐차 45,276대 등 총 245,112대(2012년 11월 말 기준)
 - 인천시의 저공해화 사업 추진현황 : 조기폐차 15,000대, 엔진개조 27,000대, 저감장치 부착 49,000대 등 총 91,000대(2011년 말 기준)
 - 경기도의 저공해화 사업 추진현황 : 2010년 저감장치 부착 168,537대, 엔진개조 82,587대, 조기폐차 49,974대, 2011년 저감장치 부착 13,539대, 엔진개조 2,308대, 조기폐차 4,614대
- 공해차량제한지역(LEZ) 지정 · 운영
- 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」 제28조의2에 근거하여 공해차량 제한지역을 지정하여 배출가스저감장치 미부착 차량의 운행을 제한함.
 - 운행제한 자동차의 범위와 지역, 시행시기, 과태료 부과사항 등 시행에 필요한 사항들은 서울, 경기, 인천의 3개 지자체 조례에 각각 위임되어 LEZ가 지정 · 운영되고 있음.
 - 수도권(서울시, 경기도, 인천시)에 등록된 저공해화 조치 미이행 차량은 당해 등록지역과 상관없이 수도권 지역에서 운행하다 단속되면 동일한 처벌 규정을 적용받음.
 - 공해차량제한지역의 관리운영에 대한 구체적인 실행방안 및 계획 등이 수립되어 있지 않아 다소 선언적 제도가 시행 중인 수준임.
 - 공해차량제한지역의 관리운영에 대한 구체적인 실행방안 및 계획 등이 수립되지 않아, 제도 운영의 실효성이 확보되지 못함.
 - 운행제한의 모니터링 시스템의 체계화와 함께 수도권 3개 광역자치단

체의 운행제한 시스템의 협력체계 구축이 필요함.

- 차량운행제한제도의 운영효과를 제고하기 위해서는 수도권 내 등록차량뿐 아니라 외부 유입차량에 대한 제도 적용이 요구됨.

〈표 3〉 수도권 3개 시·도별 공해차량제한지역의 지정 및 운영현황

구분	서울	인천	경기
법적 근거	서울특별시 공해차량제한지역 지정 및 운행제한에 관한 조례	인천광역시 공해차량제한지역 지정 및 운행제한에 관한 조례	경기도 공해차량제한지역 지정 및 운행제한에 관한 조례
시행일자	2010.11.1	2010.7.1	2010.4.1
대상지역	전 지역	옹진군 영흥면 제외	24개 시 (광주, 안성, 포천, 여주, 양평, 가평, 여천 제외)
적용대상	대기관리권역 등록차량	대기관리권역 등록차량	대기관리권역 등록차량
담당부서	기후환경본부 친환경교통과 저공해사업팀	환경녹지국 대기보전과 차량공해팀	환경국 기후대기과 교통환경팀
단속방법	무인 단속시스템 (6개 지점, 22대 카메라)	비디오카메라를 활용한 인력단속 (8개 지점)	기존 CCTV 활용 (1,471대) 자치단체별 차이
단속현황	1,670대 (2012.3~2012.11)	23대 (2010.7~2012.6)	44대(2010) 55대(2011) 10대(2012.6)
	(서울 92, 경기인천 1,578대)	(서울 3, 인천 16, 경기 4대)	-
과태료 부과	위반사실 통지(행정조치) 과태료 부과 없음	위반사실 통지(행정조치) 과태료 부과 없음	위반사실 통지(행정조치) 과태료 부과 : 1대(2012)

—자동차 배출가스 종합검사

- 정기검사와 정밀검사를 통합하여 이중적인 검사 방지 및 시민의 불편 해소, 중복 투자에 따른 사업자의 부담 완화와 함께 배출가스 관리를 더욱 강화하고, 사후관리를 강화하는 방안이 추진되고 있음.
- 서울의 환경경쟁력의 제고, 시민건강의 위해도 개선을 위하여 미세먼지와 이산화질소의 배출 비중이 높은 경유자동차 배출가스에 대한 선택적 특화 관리 방안이 필요함.
- 제작차 배출허용기준 강화 등 제작차 관련 배출량 저감대책을 지속적으

로 추진하고 있으나, 경유자동차의 등록비율과 노후 경유자동차의 운행 비율이 증가하고 있는 상황에서, 상쇄효과(offset effects)에 의해 저감효과가 반감되고 있음. 이에 따라 실제로 운행되는 경유자동차가 배출하는 입자상물질 등에 대한 획기적인 저감대책이 필요함.

- 배출가스 검사 시 운행상황이 반영되도록 제도를 개선하고, PM 및 NOx 동시 저감을 위해 운행자동차 배출허용기준에 PM/NOx 동시규제 방안과 정밀검사에 필요한 장비 및 검사방법 개선 등의 반영이 요구됨.
- 운행경유차 저공해화 사업을 추진할 경우, NO₂ 문제를 고려하여 LPG·CNG 차량으로의 교체, 조기폐차, 친환경 저공해차 구입 유도 등에 보다 비중을 두는 동시에 NO₂ 배출 증가를 야기하지 않는 DPF를 장착하도록 유도하는 정책의 우선순위 조정이 바람직함.
- 수도권 3개 광역자치단체가 상호 협력하여 제도 적용의 효율성을 확보하고, 비수도권에 등록된 노후 경유자동차에 대한 저공해화 지원, 운행대상 확인 및 도로운행 제한과 관련된 법적 한계 검토를 통해 운행제한 제도의 실효성을 확보할 수 있는 방안이 모색돼야 함.

3. 해외 경유자동차 특화관리 사례분석

- 선진도시의 미세먼지와 이산화질소의 주요 배출원은 도로/비도로 이동오염원인 것으로 파악되며, 이동오염원의 배출 저감을 기대할 수 있는 대부분의 정책 및 방안은 경유자동차 대상 특화관리에 집중되어 있음.
 - 런던 : NOx 배출량의 약 46%, PM10 배출량의 79%
 - 도쿄 : NOx 배출량의 약 50%, PM10 배출량의 25%
 - 베를린 : NO₂ 배출량의 약 40%, PM10 배출량의 29%
- 제작차 관리
 - 배출허용기준의 단계적 강화

- 하이브리드, 전기자동차 등 차세대 그린카 보급 추진
- 공공부문 자동차 대상 우선 보급 후 민간부문으로 확대
- 운행차 관리
 - 저감장치 부착, CNG 버스로의 교체, 엔진 개조 등 저공해 사업 위주
 - 저공해 사업의 효과를 극대화하기 위한 정책적 대안으로 운행제한제도 시행(런던, 도쿄, 베를린)
- 동일한 영향범위 내 지역의 환경관리대책의 공동 수립·이행
 - 환경지역으로 지정하여 운행제한을 시행하고 있는 범위는 대도시 대기 질 관리전역이 대상임.
 - 도쿄 : 1도 3현, 런던 : 런던권역 전체
- PM·NOx 동시 저감을 위한 대책 수립
 - NOx 배출이 강화된 Euro5 & Euro 6 기준으로 제작된 전기차 등 저공해 자동차의 도입
 - PM·NOx 동시 저감장치 개발 및 보급을 위한 연구 수행
 - 환경지역 기준에 NOx 기준 추가 검토(런던, 베를린)
- PM 관리방향을 PM10에서 PM2.5로 전환하여 대기환경 개선과 더불어 인체건강 유해성 관리를 도모함.

〈표 4〉 해외 선진도시의 경유자동차 관리사례 비교

구분	관리대상 오염물질	제작차 관리	운행차 관리
런던	PM10 NO ₂	•배출허용기준 강화 •저공해 자동차 보급(전기차, 하이브리드차, Euro 5 이상) •배출가스 자기진단장치(ODB) 도입 : Euro 3 제작차	•중대형 경유자동차의 저공해화 유도 (DPF 장착, 엔진개조) •PM·NOx 동시 저감장치 부착 시범사업 실시 •혼잡통행료 부과 •저배출지역(LEZ) 운영 : LEZ 기준의 단계적 확대 및 강화, NOx 기준 추가 검토 •자동차 공회전 단속 •미세먼지 저감장치 인증기준에 NO₂ 배출제한 기준 추가 검토

〈표 계속〉 해외 선진도시의 경유자동차 관리사례 비교

구분	관리대상 오염물질	제작차 관리	운행차 관리
도쿄	PM10 NO ₂	- 배출허용기준 강화 - 저공해자동차(전기차, 클린디젤) 보급 : 인센티브 지원제도 - 저공해차 도입 의무화	- 자동차 NO·x·PM법 : PM과 NOx 배출기준 만족 차량만 등록 가능 - PM·NOx 동시 저감장치 상용화 - 자동차 공해감시원(G맨) 운영 : 비정기적 검사 및 단속으로 공해차량 관리 - PM 기준 부적합 경유차량의 운행제한 - 저공해화 유도(DPF 장착, 엔진 개조, 노후차 폐차 등) : 지원 제도 및 인센티브 - 저감장치 장착에 의한 다른 대기오염 물질 증가 측정오차 범위 설정(10%) - 자동차 공회전 단속
베를린	PM10 PM2.5 NO ₂	- 자동차 · 건설기계 배출허용기준 강화 - 저공해자동차 보급(Euro 5 이상)	- 환경지역 운영 : 기존의 단계적 확대 및 강화, NOx 기준 추가 검토, 배출등급과 연계 추진 - 저공해화 유도(DPF 장착) - 속도 제한 - 경유버스에 SCRT 시험장착 모델링
캘리포니아주	PM10 NO ₂	- 배출허용기준 강화 - 배출가스 자기진단장치(ODB II) 부착 의무화 - 저공해자동차(연료전지, 천연가스 자동차) 보급	- 저공해화 유도(DPF 장착, 엔진 개조, 노후차 폐차 유도) - DPF 인증 시 미세먼지 배출저감장치 부착으로 인한 NO₂ 배출 증가량 제한
뉴욕	PM2.5	- 전기자동차 도입 촉진 - 택시, 리무진 등 연비 규제	- 저공해화 유도(DPF 장착, 엔진 개조) - 바이오디젤 사용 - 자동차 공회전 단속

Ⅲ. 정책건의

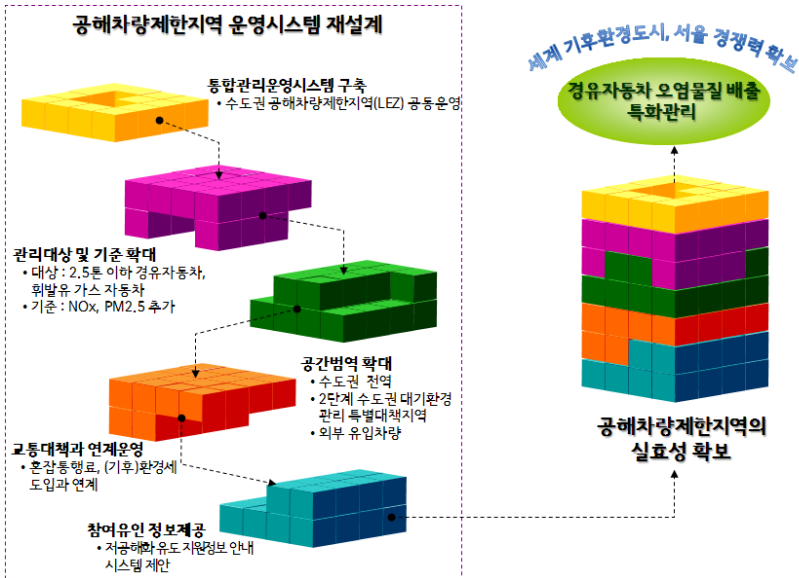
1. 공해차량제한지역의 운영시스템 재설계

○ 현행 공해차량제한지역(LEZ)의 운영 효율성 제고방안 모색

－서울 지역내부 및 경계 유·출입 노후 경유자동차의 운행 특성에 따른
오염물질 배출량의 관리 정보 미구축, 수도권 및 비수도권 지역의 노후

경유자동차에 대한 매연여과장치 부착 미흡, PM·NOx 통합 감축수요 대응 미흡

- LEZ가 수도권 대기환경개선에 관한 특별법에 근거하여 마련된 대기환경 목표농도를 달성하고, 건강 위해도가 큰 초미세먼지, 이산화질소를 관리하는 데 한계요인으로 작용할 수 있음.



〈그림 6〉 공해차량제한지역(LEZ)의 실효성 확보 방안

○ 통합관리시스템 구축

- 수도권 공해차량제한지역(LEZ) 공동 운영과 함께 정밀검사 대상 자동차의 기초자료 및 자동차 이력 등 통합관리체계 구축
- 광역 유·출입 통행 영향을 고려한 통합 단속관리시스템 구축으로 수도권 운행차량의 배출가스를 통합 관리할 수 있는 효과 기대
- 통합관리시스템의 보조수단으로 배출가스 원격자동차측정장치(Remote Sensing Device) 도입 검토

○관리대상 및 기준 확대

－관리대상

- 경유자동차 관리대상 확대 : 2.5톤 이하의 경유자동차 배출 미세먼지(PM)와 질소산화물(NOx)의 통합관리를 위해 저공해화 사업 대상범위의 확대 검토 후 공해차량제한지역(LEZ) 운영과 연계
- 휘발유 및 가스 자동차 관리대상 확대 : NOx 농도 개선을 위해 운행 휘발유 및 가스 차량에 대한 NOx 저감사업 추진

－관리기준

- PM10 이외에 NOx 기준 미달차량을 운행제한 대상으로 확대하고 있는 추세를 반영하여, 수도권외의 공해차량제한지역 관리기준에 NOx 환경기준 추가 고려
- 서울시 PM2.5 오염물질의 주된 배출원이 이동오염원임을 비추어 공해차량제한지역 관리기준에 초미세먼지(PM2.5) 환경기준 추가 검토

○공간범역 확대 및 지역 세분화

－공해차량제한지역(LEZ)의 단계별 확대

- 1단계 : 대기관리권역, 수도권 전역으로 확대 검토
- 2단계 : 2단계 수도권 대기환경 관리 특별대책 지역 범위 설정과 연계
- 3단계 : 수도권 외부 등록차량에 대한 운행제한 병행

○교통 수요관리 대책과 연계 운영

- －차종별 오염물질 배출수준에 따른 배출등급의 분류, 등급별 운행조건의 차별적 적용
- －향후 혼잡통행료, (기후) 환경세 부과 등 친환경 교통대책과의 연계 추진

○참여유인 정보제공

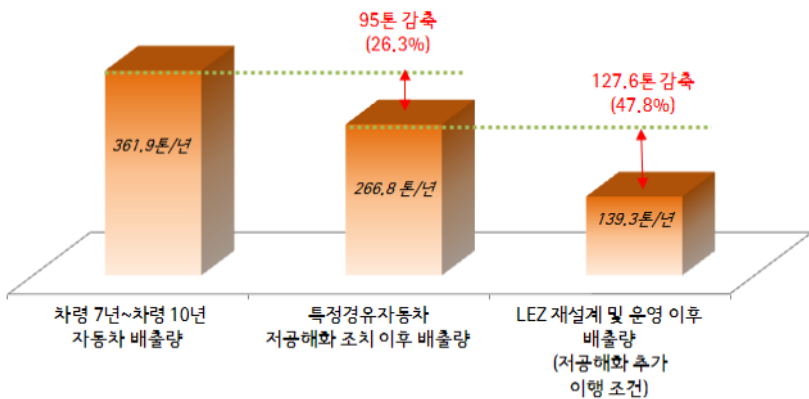
- －경유자동차 저공해화 유도의 정책 수용성 확보
- －노후경유자동차의 저공해화 유도 지원정보 안내시스템 제안
- 노후경유자동차에 저공해장치 부착을 촉진하기 위해 공해차량제한지

역 관련 정보, 저공해화 사업 지원 내용, 저공해화 차량 사후 관리정보 등을 온라인 및 오프라인으로 제공



○ 공해차량제한지역 설계에 따른 환경개선 효과 추정

—차령 7년~차령 10년 경유자동차에서 미세먼지는 362.9톤/년 정도 배출되며, 특정경유자동차 저공해화 조치로 약 95톤이 감축(약 26.3% 저감 효과)되고, 공해차량제한지역의 재설계 및 운영으로 미이행 차량들이 모두 저공해화를 이행함으로써 약 127.6톤이 감축 가능



〈그림 7〉 공해차량제한지역 재설계 및 운영에 따른 PM10 저감 효과

—서울 및 수도권 교통량 기종점 자료를 바탕으로 차종별 속도배출계수를 이용하여 특정경유자동차 저공해화 효과, 공해차량제한지역의 재설계 및 운영에 따른 효과를 추정한 결과, 서울 전역을 기준으로 특정경유자동차 저공해화 사업으로 78톤/년 정도가 삭감되고, 공해차량제한지역의 재설계 및 운영으로 105톤/년의 추가 감축이 가능

〈표 5〉 공해차량제한지역 설계에 따른 환경개선 효과 추정

(단위 : 톤/년)

구분	도심	서울	수도권 대기관리 권역	수도권 전역
특정경유자동차 저공해화 사업	2	78	633	735
공해차량제한지역 재설계 및 운영	3	105	853	991

2. 자동차 배출가스 검사제도의 실효성 확보

- 자동차 배출가스 관리의 기본흐름은 친환경 운전조건을 확보하기 위한 I/M (배출가스 일상 점검)에 있으며, 이를 유도하기 위한 자동차 배출가스 검사 제도의 중요성이 한층 강조되고 있음.
- 자동차 배출가스의 점검 및 정비 명령의 미이행 차량에 대해 운행정지와 같은 법규정을 적용하여 친환경 운전조건을 유도할 수 있도록 배출가스 검사제도의 실효성 확보가 필요

자동차관리법 _ [시행 2012.12.18]

제37조(점검 및 정비 명령 등) ② 시장·군수·구청장은 제1항에 따라 점검·정비·검사 또는 원상복구를 명하려는 경우 국토해양부령으로 정하는 바에 따라 기간을 정하여야 한다. 이 경우 해당 자동차의 **운행정지**를 함께 명할 수 있으며, 점검·정비 또는 원상복구를 명하려는 경우 필요하다고 인정되면 제43조제1항 제4호에 따른 임시검사를 받을 것을 함께 명할 수 있다.

3. 경유자동차 배출등급 관리제도 도입

- 운행자동차의 대기오염물질 배출량에 따라 환경등급을 분류한 후 환경등급에 따른 운행제한 여부를 판단할 수 있게 하는 방안 검토
 - 정기검사와 종합검사 결과는 교통안전공단 자동차 검사 통합전산시스템(VIMS)을 통해 검사방법별(무부하·부하, 1~3모드) 배출가스별로 관리되고, 이를 바탕으로 자동차 연식, 배출수준을 고려하여 경유자동차 오염물질 배출등급을 구분하고, 이를 운행제한 대상 차량의 확인정보로 활용
- 향후 배출허용기준을 미달하는 오염물질 과다배출 자동차의 운행제한지역(negative enforcement)인 공해차량제한지역(LEZ)에서 경유자동차의 배출등급제도가 도입되고 배출등급 기준 이상의 적정 배출 자동차만 운행이 가능한(Positive enforcement) 환경지역(EZ)으로 변경 검토
- 배출등급 관리제도 도입효과
 - 시민은 자동차의 환경관리, 자동차 성능 개선, 제작사는 차종별·차령별 배출가스 수준에 따른 환경진단 서비스와 장치의 교체 및 수리 서비스의 제공, 서울시는 자동차 배출 오염물질 배출등급에 따른 할인 인센티브 제공 등 경유자동차의 차별적 관리를 통해 자동차의 배출량 감소 유도

4. 저공해화 사업의 사후관리 강화

- 차량 이력관리와 연계된 제어장치 관리, 중고품 재사용에 대한 기준, 배출가스 보증기간 경과 장치에 대한 관리
 - 자동차 배출가스 저감장치의 성능관리를 위하여 DPF를 장착한 모든 차량에 청소주기 등 고장의 사전 방지에 필요한 각종 자료를 제공할 수 있는 원격진단장치(TDS, Tele-Diagnosis System)의 부착 검토

5. 경유자동차 관리요건의 강화방안

○ 자동차형 건설기계의 오염물질 관리방안

- 이동오염원에 준하여 관리할 수 있는 법적 분류체계의 기반은 이미 확보
- 운행 건설기계에 대한 저감방안으로 엔진교체, DPF 장착, 엔진정비 등을 고려할 수 있으며, 자동차형 건설기계(덤프·콘크리트믹스·콘크리트펌프트럭)에 대해 DPF 장착은 PM10 80%, 엔진교체는 PM10 80%, NOx 45%, 엔진 정비는 PM10·NOx 모두 30% 이하의 저감효과 기대
- 민간 소유의 건설기계에 저감방안 사업을 적용할 경우, 저감대상 건설기계 소유주가 원하는 방안을 선택할 수 있도록 하고, 저감방안별 경제적 지원규모는 소유주들의 적극적 참여를 유도하기 위하여 도입 초기에는 지원규모를 높게 설정한 후 단계적으로 축소해 나가는 방안 검토
- 저공해사업 대상을 ① 관용 건설기계, ② 공공주관 건설사업장, ③ 민간주관 대형 건설사업장, ④ 민간주관 중형 건설사업장으로 단계적 확대

○ 법적·제도적 장치 도입

- 경유자동차의 NOx 및 NO₂ 배출가스 검사 기준 추가
 - 경유 자동차의 NOx 및 NO₂ 배출허용 기준을 마련하고 이에 따라 운행차 정밀검사에서도 매연뿐만 아니라 NOx, NO₂ 검사항목도 추가
 - 대기환경보전법, 수도권 대기환경 개선에 관한 특별법과 자치단체의 조례 개정 및 중앙정부와 수도권 광역자치단체의 협력체계 구축 필요
- 자동차 검사제도의 Off-cycle 모드 관리 절차 개선
 - 배출가스 검사 시 실제 운행상황이 반영되도록 제도 개선 검토
- DPF 인증제도 보완
 - 저감장치 인증기준에 NO₂ 배출증가 가능성을 고려하여 NO₂ 증가 제한치의 추가 필요

목 차

제1장 연구개요	3
제1절 연구배경 및 목적	3
1. 연구배경	3
2. 연구목적	5
제2절 연구내용 및 방법	6
1. 연구내용	6
2. 연구방법	8
제2장 경유자동차의 PM·NOx 배출특성 분석	13
제1절 경유자동차 관리여건 변화	13
1. 수도권 대기환경개선 특별대책 개요	13
2. 수도권 대기환경관리 기본계획 변경	14
3. 대기환경 개선효과	16
제2절 경유자동차 등록 및 운행현황	20
1. 경유자동차 등록현황	20
2. 경유자동차 운행현황	23
제3절 경유자동차 오염물질 배출특성	33
1. 경유자동차의 PM·NOx 배출량	33
2. 대기오염물질 배출계수 특성 분석	38
3. 자동차 배출가스 검사결과에 따른 배출특성	43
제4절 종합정리	45
제3장 경유자동차 PM·NOx 관리현황	51
제1절 제작차 관리	51

1. 제작차 배출허용기준 강화	51
2. 저공해 자동차 개발 및 보급 촉진	52
제2절 운행차 관리	54
1. 경유자동차 저공해화 사업	54
2. 공해차량제한지역(LEZ) 지정 · 운영	60
3. 자동차 배출가스 종합검사	67
제3절 종합정리	69
제4장 해외 경유자동차 특화관리 사례분석	75
제1절 주요 도시별 관리사례	75
1. 런던	76
2. 도쿄	86
3. 베를린	95
4. 캘리포니아주	105
5. 뉴욕	108
제2절 시사점	110
제5장 경유자동차의 배출특성 단계별 관리방안	115
제1절 기본방향	115
제2절 경유자동차 배출특성 단계별 관리방안	117
1. 공해차량제한지역의 운영시스템 재설계	117
2. 자동차 배출가스 검사제도의 실효성 확보	127
3. 경유자동차 배출등급 관리제도 도입	129
4. 저공해화 사업의 사후관리 강화	132

제3절 경유자동차 관리요건의 강화방안	132
1. 자동차형 건설기계의 오염물질 관리방안	132
2. 법적·제도적 장치 도입	135
제6장 결론	141
제1절 요약	141
제2절 정책제언	145
참고문헌	153
부 록	159
영문요약	173

표 목 차

〈표 2-1〉 수도권 대기환경관리 기본계획의 변경 전 · 후 비교	16
〈표 2-2〉 서울시 연도별 대기오염 농도 변화	17
〈표 2-3〉 측정지점별 이산화질소 오염도 분포	19
〈표 2-4〉 전국 및 수도권의 자동차 등록대수 증가 추이	20
〈표 2-5〉 서울시 연료별 자동차 등록현황	21
〈표 2-6〉 서울시 연식별 · 차종별 자동차 등록대수(2011년)	21
〈표 2-7〉 서울시 차종별 경유자동차 연식별 등록대수(2011년)	22
〈표 2-8〉 서울시 차령 7년 이상 경유자동차 차종별 등록대수(2011년)	23
〈표 2-9〉 서울시 차종별 · 사용연료별 일주행거리	24
〈표 2-10〉 서울시계 및 도심 유 · 출입 교통량(2011년)	26
〈표 2-11〉 교통축별 교통량(2011년)	27
〈표 2-12〉 자치구별 수단별 교통량	28
〈표 2-13〉 자치구별 광역버스 · 소형화물차 · 중대형화물차 교통량	30
〈표 2-14〉 기종점 통행량(OD) 통행수단별 유 · 출입 비교	32
〈표 2-15〉 서울시 배출원별 미세먼지 배출량(1999년~2009년)	34
〈표 2-16〉 서울시 배출원별 질소산화물 배출량(1999년~2009년)	34
〈표 2-17〉 도로이동 오염원 부문의 차종별 미세먼지, 질소산화물 배출량(2009년 기준)	35
〈표 2-18〉 경유자동차 세부 차종별 미세먼지 및 질소산화물 배출량 비율	37
〈표 2-19〉 일반 자동차의 배출계수(2009년 1월 1일 이후 적용)	40
〈표 2-20〉 중대형 화물차의 연식별 미세먼지 및 질소산화물 복합배출계수	42
〈표 2-21〉 차종별 배기가스 부적합률	45
〈표 3-1〉 경유자동차 배출허용기준의 변화	51
〈표 3-2〉 경기도 저공해 조치 의무화 대상차량(2012년)	58

〈표 3-3〉 수도권 3개 시·도별 공해차량제한지역의 지정 및 운영현황	65
〈표 4-1〉 런던 저배출지역(LEZ)의 배출허용기준 및 일일 부과요금	80
〈표 4-2〉 저배출 지역(LEZ)의 등급별 화물자동차 운행 비중	82
〈표 4-3〉 자동차 유형, 도입 시기, 지역에 따라 적용 가능한 LEZ 배출기준 시나리오	85
〈표 4-4〉 도쿄도 저공해자동차 보급 지원제도	89
〈표 4-5〉 도쿄도 경유차 규제대상 차종	91
〈표 4-6〉 도쿄도 위반 경유자동차 단속현황(2003년 10월 1일~2012년 3월 31일) ..	93
〈표 4-7〉 베를린의 부문별 NO ₂ 및 PM ₁₀ 배출량	97
〈표 4-8〉 베를린 자동차의 배출등급 분류	101
〈표 4-9〉 캘리포니아의 저감장치 저감비율 기준	108
〈표 4-10〉 뉴욕의 대기환경 변화 추세	109
〈표 4-11〉 해외 선진도시의 경유자동차 관리사례 비교	112
〈표 5-1〉 2.5톤 이상 경유자동차 NO _x 및 PM ₁₀ 배출량(2009년)	120
〈표 5-2〉 공해차량제한지역 설계에 따른 환경개선 효과 추정	126
〈표 5-3〉 건설기계 Tier 4 배출허용기준	133
〈표 5-4〉 건설기계의 저감사업 추진에 따른 오염물질별 저감효과	135

그림 목차

〈그림 1-1〉 연구의 체계	10
〈그림 2-1〉 수도권 대기환경개선 특별대책의 개요	14
〈그림 2-2〉 수도권 대기환경 개선을 위한 주요대책	15
〈그림 2-3〉 연도별 입자상물질(PM10, PM2.5) 오염도 변화 추이	18
〈그림 2-4〉 미세먼지 농도 구간별 일수 변화	18
〈그림 2-5〉 서울시 및 수도권 연도별 PM10 분포 변화	18
〈그림 2-6〉 서울시 및 수도권 연도별 NO ₂ 분포 변화	19
〈그림 2-7〉 용도별 · 차종별 1대당 1일 평균주행거리	25
〈그림 2-8〉 차종별 · 연료별 1대당 1일 평균주행거리	25
〈그림 2-9〉 서울시계 및 도심 유출 · 입 지점	26
〈그림 2-10〉 교통축별 전체 교통량	28
〈그림 2-11〉 자치구별 수단교통량과 미세먼지, 이산화질소 농도 비교	29
〈그림 2-12〉 배출원별 미세먼지 배출비율(2009년 기준)	33
〈그림 2-13〉 배출원별 질소산화물 배출비율(2009년 기준)	33
〈그림 2-14〉 도로이동 오염원 부문의 차종별 미세먼지 배출비율(2009년 기준)	36
〈그림 2-15〉 도로이동 오염원 부문의 차종별 질소산화물 배출비율(2009년 기준) ...	36
〈그림 2-16〉 차종별 미세먼지 배출특성(2009년 연식 기준)	39
〈그림 2-17〉 차종별 질소산화물 배출특성(2009년 연식 기준)	39
〈그림 2-18〉 연식별 중 · 대형 화물자동차의 미세먼지 배출계수	42
〈그림 2-19〉 연식별 중 · 대형 화물자동차의 질소산화물 배출계수	42
〈그림 2-20〉 제작연도별 평균 주행거리 및 부적합률	44
〈그림 2-21〉 미세먼지 및 이산화질소 시간대별 평균농도 분포(2011년)	47
〈그림 3-1〉 운행 경유자동차 저공해화 사업 흐름도	55
〈그림 3-2〉 서울시 특정경유자동차 운행제한 단속시스템	62

〈그림 3-3〉 서울시 특정경유차 수집모니터링 시스템의 단속모습	62
〈그림 3-4〉 경기도 공해차량제한지역의 운행제한 단속방법	65
〈그림 3-5〉 자동차 종합검사의 대기환경개선 효과분석	68
〈그림 4-1〉 런던의 PM10 평균 농도	76
〈그림 4-2〉 런던의 NO ₂ 평균 농도	76
〈그림 4-3〉 오염원별 PM10 및 NO _x 배출비율(2008년)	77
〈그림 4-4〉 유럽의 제작차 배출허용기준(미세먼지, NO _x) 비교	78
〈그림 4-5〉 Euro 3 배출기준 적용 이전 대형 경유자동차(3.5톤 초과~12톤 이하) 등록비율	81
〈그림 4-6〉 LEZ 도입 전 · 후의 PM10 배출 농도 변화	83
〈그림 4-7〉 LEZ 도입 전 · 후의 NO _x 배출 농도 변화	83
〈그림 4-8〉 LEZ 계획 시나리오별 PM10 및 NO _x 감소량(2015년)	85
〈그림 4-9〉 도쿄도 대기오염물질 농도 변화	86
〈그림 4-10〉 도쿄도 질소산화물과 미세먼지 배출량(2010년 기준)	87
〈그림 4-11〉 일본의 대형 경유차 PM 및 NO _x 배출규제 변화추이	88
〈그림 4-12〉 일본과 유럽, 미국의 배출규제 기준 비교	88
〈그림 4-13〉 국가와 도쿄도의 PM 배출기준	91
〈그림 4-14〉 도쿄도 위반 경유차의 규제 단속	92
〈그림 4-15〉 도쿄도 NO _x 환경기준 달성현황	94
〈그림 4-16〉 도쿄도 부유입자상물질 환경기준 달성현황	94
〈그림 4-17〉 베를린의 측정소별 PM10 평균농도 분포	96
〈그림 4-18〉 측정소별 PM10 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 초과일수의 농도 분포	96
〈그림 4-19〉 베를린의 NO ₂ 평균농도 분포	97
〈그림 4-20〉 베를린 버스의 연식별 비율	98

〈그림 4-21〉 베를린 환경지역 표지판 설치모습	99
〈그림 4-22〉 베를린의 배출등급 스티커 부착 모습	100
〈그림 4-23〉 환경지역 시행 이후 교통량 변화	102
〈그림 4-24〉 환경지역 시행 전후의 배출등급 1등급 자동차 등록비율 변화	102
〈그림 4-25〉 환경지역 시행 전후의 배출등급 2~4등급 자동차 등록비율 변화	103
〈그림 4-26〉 환경지역 시행에 따른 대기오염물질 배출량 저감효과	104
〈그림 4-27〉 캘리포니아주 PM10, PM2.5의 평균농도 변화	105
〈그림 4-28〉 캘리포니아주 NOx, PM2.5 배출원(2008년)	106
〈그림 5-1〉 공해차량제한지역(LEZ)의 실효성 확보 방안	118
〈그림 5-2〉 서울의 초미세먼지(PM2.5) 농도 변화	122
〈그림 5-3〉 공해차량제한지역 재설계 및 운영에 따른 PM10 저감 효과	126
〈그림 5-4〉 공해차량제한지역 설계에 따른 환경개선 효과	127
〈그림 5-5〉 자동차 배출가스 검사 흐름도	128
〈그림 5-6〉 차령 10년 이상 중형 화물차의 미세먼지 배출계수	130
〈그림 5-7〉 저공해 사업 시기 전후 오염물질 배출 패턴 변화(소형 승합)	130
〈그림 5-8〉 배출등급 관리에 의한 PM10 배출량 저감효과	131

제1장 연구개요

제1절 연구배경 및 목적

제2절 연구내용 및 방법

제1장

연구개요

제1절 연구배경 및 목적

1. 연구배경

기후환경의 변화와 함께 건강 위해성에 대한 관심이 집중하고 있다. 세계보건 기구(WHO)에 의하면 세계적으로 연간 사망자의 2.4%인 약 130만명이 대기오염으로 사망하였으며, 폐암 사망의 9%, 심장질환 사망의 5%, 호흡기 질환 사망의 1%가 대기오염에 의한 것으로 보고되고 있다(WHO, 2008).¹⁾

대기오염으로 인한 건강영향 분석연구에 따르면 사망률과 직경 $10\mu\text{m}$ 이하의 대기 중 미세먼지 농도 사이에 밀접한 관계가 있고 미세먼지의 농도가 높은 지역에서는 기대여명이 현저히 감소하고 있다. 매년 호흡기계 질병으로 인한 사망률의 증가추세가 이러한 결과를 뒷받침하고 있다.²⁾

1) http://www.who.int/gho/phe/outdoor_air_pollution/burden_text/en/index.html

2) 미세먼지 농도 오염도 4단계($64.57\sim 106.39\mu\text{g}/\text{m}^3$)의 임신부가 오염도 1단계($26.99\sim 45.94\mu\text{g}/\text{m}^3$)의 임신부보다 미숙아 출산 위험이 27%나 높았으며, 이산화질소(NO_2)도 4단계 오염에 노출된 임신부의 미숙아 출산 위험도가 1단계보다 24%, 이산화황(SO_2)은 21%나 각각 높은 것으로 조사됨(한국일보, “오염된 공기 마시면 미숙아 출산율 25% 높아”, 2006. 5. 29). 2006~2009년 4년 동안 사망원인 통계자료를 바탕으로 분석한 결과, 서울에서 미세먼지 농도가 전날보다 $36\mu\text{g}/\text{m}^3$ 상승하면 이후 사흘 동안 총 사망건수가 1.1% 증가하고, 미세먼지가 급증한

그리고 최근 세계보건기구(WHO)가 경유자동차 배출가스를 1급 발암물질로 지정한다는 발표는 큰 파장을 불러오고 있다.³⁾ 이를 계기로 실제 도로에서 운행 중인 소형 경유차로 인한 대기오염이 심각하다는 뉴스 보도가 잇따르는 등 경유차 배출가스 문제가 다시 한번 사회적으로 주목을 받고 있는 상황이다(녹색교통, 2012).

특히 서울의 전체 대기오염물질 배출량의 65%가 수송 분야(도로이동오염원, 비도로이동오염원)에서 배출되며, 경유자동차의 배출 비중이 미세먼지의 65%, 질소산화물의 32.9%를 차지하고 있어 도로이동오염원, 특히 경유자동차 배출에 대한 지속적 관리가 필요함을 대변하고 있다.

그동안 경유자동차에서 배출되는 미세먼지를 저감하여 대기환경 수준이 뚜렷하게 개선됨에 따라 시민만족도가 향상되고 있으나, 대기 중 관측되는 NO₂ 오염도의 개선은 가시화되지 않는 실정이다. 그리고 소득증대, 시민의식 성숙에 따라 청결하고 쾌적한 생활환경수요가 증대되어, 초미세먼지(PM_{2.5}), 질소산화물 등에 대한 정책적 관심이 더욱 커지고 있다.

이러한 대기환경 관리여건의 변화는 PM₁₀ 이외에 인체 위해성이 큰 PM_{2.5}, NO₂의 관리 강화 등 경유자동차 대상 맞춤형 정책 마련과 같은 대기환경 개선 전략의 업그레이드 조건이 되고 있다.

날부터 5일 동안에 심혈관 질환 관련 사망건수는 3.3%, 천식으로 인한 사망건수는 11.1% 증가함(중앙일보, “미세먼지 ‘보통’인데 눈과 목이 왜 따갑지?”, 2012. 2. 16). 사망원인 통계에서 호흡기계통의 질환(폐렴, 만성하기도 질환 등)으로 인한 사망률이 증가하고 있음.

(단위 : 인구10만명당 %)							
구분	2001	2003	2005	2007	2009	2010	2011
호흡기계통 질환 사망률	32.6	29.9	29.2	30.3	34.3	37.1	39.8

주 : 사망원인별 사망률(Cause-specific death rate)은 특정 사인에 의한 연간 사망자수를 해당 연도의 연앙 인구로 나눈 수치를 100,000분비로 표시됨.

$$\text{사망원인별 사망률} = \frac{\text{특정 사망원인에 의한 사망자수}}{\text{연앙인구}} \times 100,000$$

자료 : 통계청, 2011년 사망원인 통계(<http://kostat.go.kr>)

- 3) 세계보건기구(WHO) 산하 국제암연구소(IARC)는 디젤 엔진 배기가스를 1988년 1등급 바로 아래인 2A등급(발암 추정 물질)으로 지정했으나 24년 만에 등급을 최고치로 올렸으며, 1등급 발암물질로는 다이옥신·카드뮴·수은·벤젠·담배·석면 등이 있음(자료 : 조선일보, “WHO(세계보건기구), 디젤 배기가스를 1급 발암물질 지정”, 2012. 6. 14)

이에 따라 서울 지역의 PM과 NO₂ 오염도 개선과 함께 시민의 건강 위해도 개선을 위해서는 대기오염물질 배출량이 많은 경유자동차에 대한 관리방안 모색이 요구되고 있다. 즉 경유자동차의 PM·NO_x 배출특성을 고려한 생애주기 단계별 특화관리 방안이 마련되어야 한다.

2. 연구목적

서울의 대기환경 수준은 그동안 ‘선택과 집중’ 전략을 바탕으로 어느 정도 성과를 거두고 있는 것으로 확인되고 있다. 특히 서울 시정거리 악화요인일 뿐만 아니라, 시민의 호흡기 질환을 유발하는 미세먼지(PM₁₀) 오염수준은 그동안 경유자동차 저공해화 정책을 바탕으로 괄목할만하게 개선되었다.

2011년 기준 서울의 연평균 미세먼지 오염수준은 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 환경기준 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 충족하고 있다. 특히 일평균 미세먼지 농도가 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하인 ‘쾌적 체감일’이 미세먼지 측정 이래 가장 많은 109일, 상대적으로 대기환경 수준이 좋지 않다고 할 수 있는 일평균 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 초과하는 일수도 가장 적은 17일을 기록하고 있음은 특기할 사항이다.

그러나 세계도시 서울의 환경 경쟁력을 배가하기 위해서는 여전히 선진도시에 비해 상대적으로 높은 수준인 미세먼지 저감정책 추진이 요구되고 있다. 또한 선택과 집중 전략에 의한 미세먼지 개선성과에 비하여 질소산화물 오염농도 수준은 정체현상을 보여 한계상황에 직면하고 있다. 이러한 문제는 ‘선택과 집중’ 전략의 개선과제로 인식되고 있다.

최근에는 대기환경 관리의 패러다임이 ‘오염물질의 환경기준 달성’에서 ‘대기오염으로 인한 시민의 건강 위해 가능성을 비용 효율적으로 개선하고, 지역단위의 환경후생(Environmental Welfare)을 최대화’로 전환되고 있다. 특히 경유자동차 배출 대기오염물질은 인체건강 위해성이 높아 우선적인 관리 오염물질로 인식됨에 따라 미세먼지와 질소산화물 등 오염물질을 다량 배출하는 경유

자동차의 배출량 개선효과를 높일 수 있는 관리수요가 점증하고 있는 추세이다.

이에 따라 미세먼지와 이산화질소 배출 기여도가 높은 경유자동차를 효과적으로 관리하기 위해서는 경유자동차의 제작단계에서 폐차단계의 생애주기(life-cycle) 단계를 고려한 특화관리 방안이 필요하다. 즉 제작 단계에서는 배출허용기준이 강화된 자동차나 친환경 저공해 자동차의 보급 확대를 유도한다. 그리고 운행 단계에서는 모델연식 및 배출정보를 바탕으로 자동차 검사제도의 실효성 확보, DPF · p-DPF · 엔진 개조 등의 저공해화 유도, PM · NO_x 동시 저감장치의 개발 및 상용화, 노후 차량의 조기 폐차 유인, 그리고 배출등급제도의 도입 등을 검토하여 경유자동차 배출 PM · NO_x 특화관리를 도모하는 정책혼합이 바람직하다.

특히 공해차량제한지역(LEZ)은 오염물질을 과다 배출하는 경유자동차의 운행제한을 통해 배출량 저감효과를 기대할 수 있어, 경유자동차의 배출특성 및 운행특성을 고려한 LEZ 운영의 재설계가 요구되고 있다.

따라서 이 연구는 서울시 경유자동차의 생애주기별 PM · NO_x 배출 특성을 파악하고, 단계별 특화관리 방안을 검토하는 데 주 목적을 두고 있다. 이와 함께 선진도시의 경유자동차 관리방안 성과를 조명하여, 적용 가능한 정책적 대안을 제시하고자 한다. 이는 향후 서울시가 시민 건강영향 개선 및 환경복지 향상을 위해 기후환경 변화에 탄력적으로 대응할 수 있는 특화전략이 될 수 있기 때문이다.

제2절 연구내용 및 방법

1. 연구내용

1) 시간적 범위

우선 서울시 경유자동차의 PM · NO_x 배출특성을 분석하기 위한 기초정보 구축의 일환으로 2011년 기준 자동차 연식별 등록 자료 및 교통량 자료를 확보

하여 분석한다. 이와 함께 경유자동차 배출 PM·NO_x 관리의 한계요인 확인 및 정책대안 마련을 위해 경유자동차 저공해화 현황 및 추진계획을 검토한다.

다만, 2001년~2011년 대기오염 자동측정망 자료를 활용하여 경유자동차 환경성 증진대책의 효과를 간접적으로 추정한다. 그리고 노후경유자동차 저공해화 유도수단으로 2010년부터 시행되고 있는 서울시 공해차량제한지역의 지정 및 운영현황을 살펴보고, 이들 지역의 운영 효율성을 확보하기 위해 경기, 인천의 운영현황을 함께 파악한다.

한편 경유자동차의 PM·NO_x 배출량 자료는 환경부에서 공식적으로 구축하고 있는 2009년 대기정책지원시스템(CAPSS : Clean Air Policy Supporting System)의 인벤토리 자료를 활용하기로 한다.

2) 내용적 범위

○경유자동차의 PM·NO_x 배출특성 진단

서울시 경유자동차의 등록현황 및 운행현황, CAPSS 배출량 자료와 기종점 통행량(O/D) 수단별 통행량 자료, 차종별·연식별 오염물질 배출특성을 분석하여 경유자동차의 PM·NO_x 배출특성을 진단한다.

○경유자동차 PM·NO_x 관리현황 분석

경유자동차 제작단계에서는 폐차단계의 생애주기를 바탕으로 단계별 배출량 관리현황을 분석한다. 제작차 배출허용기준 강화, 경유자동차 저공해화 사업, 공해차량제한지역 지정·운영, 자동차 배출가스 종합검사 등을 포함한 생애주기 관리에서 미세먼지와 이산화질소 농도 개선의 한계요인들을 검토하고, 연후에 경유자동차 배출가스에 대한 선택적 특화관리 방안을 모색한다.

○해외 경유자동차 특화관리 사례분석

선진도시에서 추진 중인 경유자동차 중심의 PM·NO_x 배출량 관리사례를

수집하고, 비교 분석하여 제반 시사점을 도출한다. 선진사례에서 도출된 시사점은 향후 서울시 경유자동차의 생애주기 단계별 오염물질 배출량 관리대책 수립의 원용 가능성 판단, 그리고 시민건강 위해도 개선을 위한 기반체계 확보의 기회요소로 활용한다.

○ 경유자동차 PM·NOx 배출특성을 고려한 단계별 관리방안

수도권 대기환경 개선 기본계획에서 설정하고 있는 서울시 미세먼지, 이산화질소 목표농도 관리의 한계요인을 극복하기 위해 경유자동차의 PM·NOx 배출 특성을 고려한 관리대책의 추진 가능범위를 확인하고, 이를 바탕으로 생애주기 단계별 관리방안을 제안한다. 또한 경유자동차의 환경성 관리요건을 강화할 수 있는 보조적 장치로서 법적·제도적 실효성 증진방안도 함께 검토한다.

3) 대상적 범위

경유자동차 배출 대기오염물질 가운데 인체건강 위해성이 우려되는 미세먼지와 이산화질소를 일차적 대상으로 진단하고, 단계별 관리현황 파악을 위해 제작차 관리와 운행차 관리부문으로 구분하여 관리방안을 검토한다.

경유자동차 배출 오염물질 관리를 위한 공간범위는 서울시 전 지역을 대상으로 하며, 특히 교통량과 미세먼지, 이산화질소 농도 분포의 비교를 위해 25개구로 세분하여 분석한다. 다만, 이동오염원의 배출 특성과 대기환경 확산 등 수도권 광역 대기오염 저감 등과 연계된 경우에는 인접 광역자치단체를 포함하도록 한다.

2. 연구방법

1) 기초자료 조사

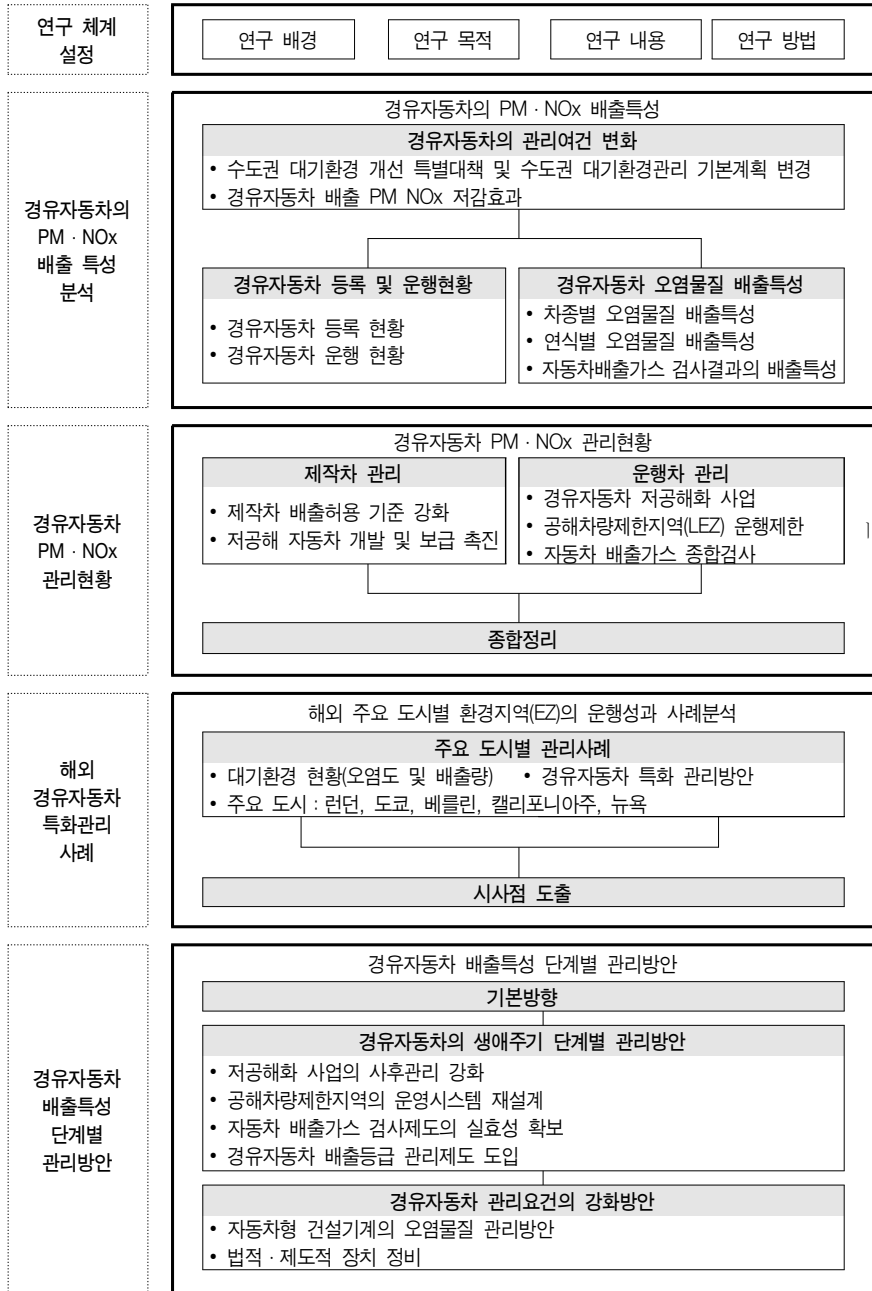
서울시 PM·NOx 배출특성을 파악하기 위해 일차적으로 PM·NOx 배출 기

여도가 절대적인 비중을 보이고 있는 경유자동차의 등록·운행실태, 그리고 저공해화 사업 추진 등의 자료를 조사한다. 이와 함께 환경부 대기개선정책지원 시스템에 구축되어 있는 2009년 경유자동차 오염물질 배출특성을 분석한다.

더불어 서울, 경기, 인천시를 대상으로 공해차량제한지역(LEZ) 지정, 운행제한 단속방법, 단속현황 등 운영현황을 파악하고, LEZ의 운영성과를 진단하기 위해 현장 방문을 통한 기초자료 수집을 병행한다.

2) 해외 선진사례 조사

경유자동차의 친환경 관리 사례를 분석하기 위해 선진도시의 대기환경 현황, PM·NOx 배출 특성 및 경유자동차 관리대책의 적용사례 및 효과 등을 살펴보고, 향후 서울시에 원용 가능한 정책대안 등을 검토한다.



〈그림 1-1〉 연구의 체계

제2장 경유자동차의 PM · NO_x 배출특성 분석

제1절 경유자동차 관리여건 변화

제2절 경유자동차 등록 및 운행현황

제3절 경유자동차 오염물질 배출특성

제 2 장

경유자동차의 PM·NOx 배출특성 분석

제1절 경유자동차 관리여건 변화

1. 수도권 대기환경개선 특별대책 개요

수도권 공간단위를 대상으로 연료규제, 배출허용기준 강화 등 대기환경 개선대책의 추진 결과, 2000년 초기와 비교하여 대기환경 수준이 점차 개선되고 있다. 그러나 수도권의 PM₁₀, NO₂ 등 대기오염물질 농도는 비수도권에 비해 30~40% 이상 높은 수준을 유지하여, 광역단위 환경개선의 실효성이 전제되지 못하고 있다.⁴⁾ 또한 런던, 도쿄 등 선진국 대도시에 비하여 여전히 높은 수준을 보여, 대기환경 관리의 비교 경쟁력이 확보되지 못하는 한계를 보이고 있다.

즉 현안 대응 위주의 단기적 정책 추진과 농도규제에 따른 사후적 관리방식으로는 대기환경 개선에 한계가 있어 지역적 환경용량을 고려한 배출허용총량 관리제 도입의 필요성이 제기되고 있다. 또한 시·도별 분산관리 체계에서 광역관리 체계로 전환하여 자동차 환경관리대책 등의 실효성을 제고하고, 에너지

4) PM₁₀ 농도는 2003년 수도권 66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 비수도권 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 2011년 수도권 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 비수도권 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 수준이었으며, NO₂ 농도는 2003년 수도권 31ppb, 비수도권 22ppb에서 2011년 27ppb, 비수도권 17ppb 수준임.

관리·도시계획 등의 대기환경 개선과 상관성이 큰 정책과의 통합적 접근이 필요하다는 공감대를 형성하기에 이르렀다.

이에 따라 수도권의 대기환경 개선을 위해 2003년 「수도권 대기환경 개선에 관한 특별법」이 제정되고, 이에 근거하여 정부는 2005년 「수도권 대기환경 관리 기본계획」을 수립하여, 2014년까지 미세먼지 $40\mu\text{g}/\text{m}^3$, 이산화질소 22ppb 수준의 대기환경 개선 목표수준을 설정한 바 있다.

「수도권 대기환경관리의 기본계획」의 세부 추진계획은 제작자동차와 운행자동차, 교통수요 관리 등의 자동차 관리, 대형 사업장 총량 관리, 중·소 사업장 및 면오염원 관리, 환경친화적 에너지와 도시관리 등의 사업을 포함하고 있다. 수도권 대기환경관리 기본계획에 따라 2007년 이후부터 서울시는 대기환경 개선 시행계획을 수립하여 추진하고 있다.

• 대기오염도심화

- 수도권 대기오염의 열악한 수준: 선진국 주요 도시에 비해 1.2~3.5배 높음
- 비수도권 지역과 비교하여 대기오염 심각(30~40% 이상 높은 수준)
- 서울의 오염도: 선진국 주요 도시 중 최하위 수준

• 대기환경개선 한계

- 현안 대응 위주의 단기적 정책 추진
- 농도규제에 따른 사후적 관리방식
→ “배출허용총량 관리제” 도입 필요성 제기

• 광역적 대기오염 문제 해결

- 지형 및 기상적 특성상 단일 영향권
- 사·도별 분산관리 체계를 광역관리 체계로 전환
- 자동차 오염 저감대책 등의 실효성 제고

• 통합적 접근

- 에너지 및 교통 관련 국가 기본계획 및 수도권 광역도시계획 등 대기환경 개선 정책과 연계 추진



〈그림 2-1〉 수도권 대기환경개선 특별대책의 개요

2. 수도권 대기환경관리 기본계획 변경

수도권 대기환경관리 기본계획이 수립된 후 5년이 경과한 시점에서 그간의

대기환경 개선 성과에 대한 평가 결과, 대기오염물질 배출 추이변화, 녹색성장 정책과의 연계, 총량관리제 운영의 효율화 등 최근의 여건변화에 대한 반영 필요성이 제기되어 왔다. 그리고 사업장, 자동차 등 인위적 1차 배출원 이외에 도로 재비산먼지 등의 미세먼지 발생에 대한 개선대책의 추가 보완, 미세먼지 저감 위주의 개선대책에서 NOx 저감정책의 병행 수행 등 대기환경 개선목표 달성을 위한 저감대책의 조정 필요성이 논의되기에 이르렀다.

이에 더하여 PM2.5, HAPs 의 위해성 안전관리 강화 등 제2단계 수도권 대기환경 개선 기본계획(2015~2024)의 정책방향을 제시하고, 그린카 개발·보급 확대 등 최근 기술여건 변화 및 예산투자 효율성 등을 고려하여 운행경유자동차 저감사업 위주 투자계획의 조정 필요성이 요구되고 있다. 즉 제작자동차 저공해화, 비산먼지 저감사업 등으로 저감대책을 다변화하는 논의가 활발하게 진행되고 있다. 이에 따라 2010년 말 『수도권 대기환경 관리 기본계획 변경계획』이 수립되는 등 기후환경 변화의 시대적 흐름에 동참하기 위한 움직임이 가시화되고 있다.



〈그림 2-2〉 수도권 대기환경 개선을 위한 주요대책

〈표 2-1〉 수도권 대기환경관리 기본계획의 변경 전 · 후 비교

구분	기존 계획	변경 계획
기준연도 배출량	· 2001년 배출량	· 2007년 배출량
대기오염물질 배출량 전망	· 2001년 기준으로 2014년 배출량 전망 · 비산먼지 배출량 미포함	· 2007년 기준으로 2014년 배출량 전망 · 비산먼지 배출량 불확실성 등에 따라 총량 산정에서 제외 · PM10 전망 배출량 감소(17→15톤) · NOx 전망 배출량 증가(354→690톤)
대기환경 개선목표	· 단계별 대기환경 개선목표 설정 (PM10, NO ₂)	· 기존 계획 유지
대기관리권역	· 서울, 인천 전역, 경기 일부	· 기존 계획 유지
관리대상 오염물질	· PM10, NOx, SOx, VOC 설정	· 기존 계획 유지 · 2단계 기본계획 (2015~2024) 수립 시 대기환경기준 초과 여부 등을 평가하여 대기관리권역 재설정 검토
지역배출 허용총량	· 시 · 도별 지역배출허용총량 할당	· 시 · 도 간 지역배출허용총량 조정 · 기존 지역배출허용총량을 유지하되, 대형발전시설 총량할당을 위한 NOx, SOx 지역 총량 조정 · NOx 4,835톤(서울→인천), SOx 6845톤(경기→인천)
저감대책	· 운행차 저공해화 프로그램, 사업장 총량제 등 시행	· 자동차 연비/온실가스 관리방안 도입 · 전기, 수소차, 전기이륜차 보급 · 건설직 배출가스 저감사업 · 청정연료 전환 및 저NOx 버너 보급 · 생물성 연소, 도로 재비산먼지 관리대책 추진 등 · PM2.5 환경기준 설정 등 인체 위해성 관리강화
소요재원	· 4조 5,132억원 소요 · 2005~2009년 : 2조 4,435억원 · 2010~2014년 : 2조 697억원	· 3조 1,559억원 소요 · 2005~2009년 : 1조 6,892억원 · 2010~2014년 : 1조 4,667억원 소요예상 · 운행차 저공해화 사업규모 감소(117만대→90만대)

자료 : 김운수, 2011, 「서울시 대기환경 개선목표 달성을 위한 오염물질 저감대책 수립연구」

3. 대기환경 개선효과

사용연료의 청정연료화, 저공해 자동차의 보급, 자동차 운행의 수요관리 등 다양한 대기환경 개선정책 시행으로 아황산가스와 일산화탄소는 대기환경기준을 만족하는 양호한 수준을 유지하고 있다.

특히 미세먼지는 2007년부터 매우 강화된 환경기준을 적용함에 따라 2009년까

기 환경기준을 달성하지 못하였으나, 2010년과 2011년에는 평균농도에서 환경기준을 달성하고 있다. 다만, 이산화질소 농도는 최근 다소 개선되는 경향을 보이고 있으나, 33~38ppb 내외의 분포를 보여 개선의 한계에 직면하고 있음을 볼 수 있다.

〈표 2-2〉 서울시 연도별 대기오염 농도 변화

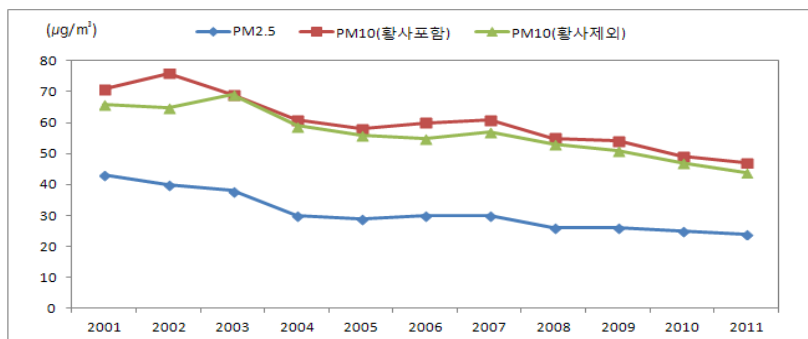
구분	NO ₂ (ppm)	CO (ppm)	SO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2001	0.037	0.9	0.005	0.015	71	43
2002	0.036	0.7	0.005	0.014	76	40
2003	0.038	0.6	0.005	0.014	69	38
2004	0.037	0.6	0.005	0.014	61	30
2005	0.034	0.6	0.005	0.017	58	29
2006	0.036	0.6	0.005	0.018	60	30
2007	0.038	0.7	0.006	0.018	61	30
2008	0.038	0.6	0.005	0.019	55	26
2009	0.035	0.6	0.005	0.021	54	26
2010	0.034	0.5	0.005	0.019	49	25
2011	0.033	0.6	0.006	0.019	47	24

자료 : 서울특별시, 2010~2011, 서울 대기질 평가보고서

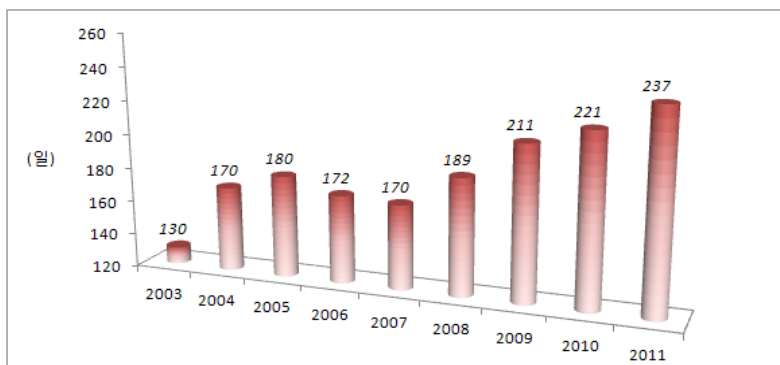
(1) 미세먼지(PM10)

서울의 연도별 미세먼지 농도는 황사일을 제외하면, 2003년 이후 감소하는 추이로 2011년에는 측정 이래 가장 낮은 $47\mu\text{g}/\text{m}^3$ (황사 관측일 제외 $44\mu\text{g}/\text{m}^3$) 수준을 보였다. 특히 일평균 미세먼지 농도가 $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하인 쾌적 체감일이 측정 이래 가장 많은 190일, 상대적으로 대기환경 수준이 좋지 않다고 할 수 있는 일평균 $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 넘는 일수도 가장 적은 17일을 기록하여, 최대 가시거리도 증가하고 있다.

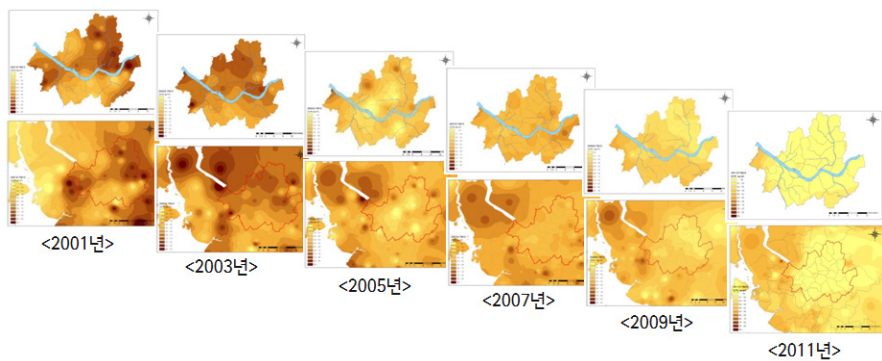
수도권 지역의 미세먼지 농도분포를 살펴보면, 2000년~2010년 동안 농도가 점차적으로 개선되는 경향이 나타나고 있다. 다만, 서울을 중심으로 주변 지역의 미세먼지 농도가 서울지역보다 약간 높게 분포하는 ‘도넛’ 현상이 일부 보이고 있다.



〈그림 2-3〉 연도별 입자상물질(PM10, PM2.5) 오염도 변화 추이



〈그림 2-4〉 미세먼지 농도 구간별 일수 변화(WHO 24시간 권고기준 $\leq 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)



〈그림 2-5〉 서울시 및 수도권 연도별 PM10 분포 변화

(2) 이산화질소(NO₂)

자동차의 운행빈도 증가, 연료사용량 증가 등과 상관성이 높은 이산화질소의 연평균 오염도는 연도별 변화가 크지 않고 증감을 반복하고 있으며, 국가와 서울시 환경기준(0.03ppm)을 달성하지 못하고 있다.

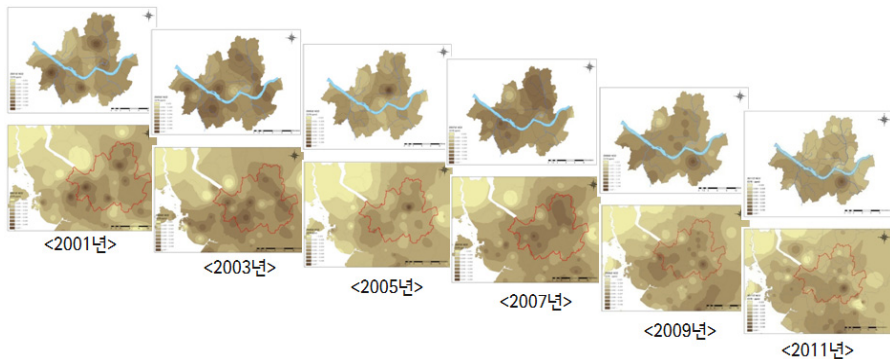
2011년 측정소별 연평균 이산화질소 오염도 분포를 살펴보면, 25개 측정소 중 0.030ppm 이하 7개소, 0.031~0.035ppm 13개소, 0.036~0.050ppm 5개소로 2007년 이후 농도가 점차 감소하는 경향을 보이고 있다.

〈표 2-3〉 측정지점별 이산화질소 오염도 분포

(단위 : 개소)

구분	계	0.030ppm 이하	0.031~0.035ppm	0.036~0.050ppm
2011년	25	7	13	5
2010년	25	6	12	7
2009년	25	2	12	11
2008년	25	1	6	18
2007년	25	1	4	20
2006년	25	1	12	12
2005년	27	5	13	9

자료 : 서울특별시, 서울 대기질 평가보고서, 2010~2011.



〈그림 2-6〉 서울시 및 수도권 연도별 NO₂ 분포 변화

제2절 경유자동차 등록 및 운행현황

1. 경유자동차 등록현황

1990년 후반부터 서울을 포함한 수도권의 대기오염 농도분포는 광역화 현상을 나타내고 있다. 수도권 오염의 광역화는 수도권 도시들의 양적 팽창과 질적 다변화에 기인하며, 특히 자동차의 등록대수, 운행횟수, 주행거리 증가에 따른 대기오염물질 배출량 증가가 직접적인 원인이 되고 있다.⁵⁾

서울의 자동차 등록대수는 급속한 도시화와 소득 증대로 매년 10% 이상의 증가율을 보이다가 1995년을 기점으로 증가폭이 둔화되고 있다. 우리나라 전체 자동차는 1965년 4만 여대에 불과하였으나, 1997년에는 1,000만대를 초과하여 30여년 만에 250배 이상 증가하였으며, 2011년에는 1,844만대로 급증해 자동차 배출 오염물질로 인한 대기환경 개선 문제가 당면과제로 대두되고 있다.

특히 우리나라 전체 자동차 등록대수의 약 44.8%에 해당하는 826만대가 수도권(서울·경기·인천)에 집중되어 있다. 서울에는 좁은 면적에 많은 인구와 16%의 차량이 집중되어 있어 자동차 배출오염물질로 인한 대기오염 문제는 서울이 직면하고 있는 최우선의 해결과제로 인식되고 있다.

〈표 2-4〉 전국 및 수도권의 자동차 등록대수 증가 추이

(단위 : 천대)

구분	2001년	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
전국	12,914	13,949	14,587	14,934	15,396	15,895	16,428	16,794	17,325	17,941	18,437
서울	2,550 (19.7%)	2,691 (19.3%)	2,777 (19.0%)	2,778 (18.6%)	2,808 (18.2%)	2,857 (18.0%)	2,933 (17.9%)	2,949 (17.6%)	2,955 (17.1%)	2,981 (16.6%)	2,978 (16.2%)
인천	697	753	774	782	800	822	853	870	896	926	984
경기	2,736	3,040	3,233	3,358	3,505	3,651	3,792	3,889	4,014	4,189	4,304

자료 : 국토해양부, 자동차관리 현황 (2011년 12월 기준).

5) 서울특별시, 2007.1, 「대기질 개선을 위한 노후경유자동차 처리방안 기본연구」

〈표 2-5〉 서울시 연료별 자동차 등록현황

(단위 : 천대)

구분	합계	휘발유	경유	LPG · CNG · LNG	기타	경유차 보유비율
2001년	2,550	1,641	606	302	2	23.7%
2002년	2,691	1,665	692	332	2	25.7%
2003년	2,777	1,671	755	348	3	27.2%
2004년	2,780	1,625	797	356	3	28.7%
2005년	2,809	1,613	826	367	3	29.4%
2006년	2,857	1,613	848	393	3	29.7%
2007년	2,933	1,643	868	419	3	29.6%
2008년	2,949	1,643	859	442	5	29.1%
2009년	2,955	1,642	854	451	7	28.9%
2010년	2,981	1,662	863	448	9	29.2%
2011년	2,978	1,662	875	428	13	29.4%

자료 : 국토해양부, 자동차 통계자료(2001~2011)

서울시의 경유자동차 보유율은 2011년 29.4% 정도로 샌프란시스코(3%), 도쿄(4%)에 비하여 상대적으로 높은 비중이다. 이는 산업 및 에너지 정책 측면에서 경유가격이 휘발유 가격보다 저렴하고 열효율이 휘발유 자동차보다 우수하다는 데 그 원인을 찾을 수 있다(서울의 환경, 2006 환경백서).

2011년 전체 차량 등록대수 2,977,599대 중에서 차종별로 차령 7년 이상 비율을 살펴보면, 승용차는 50.1%, 승합차는 60.4%, 화물차는 58.7% 정도를 차지하고 있으며, 7년 이상 경유자동차는 총 차량의 14.9%에 해당한다.

〈표 2-6〉 서울시 연식별 · 차종별 자동차 등록대수(2011년)

(단위 : 대, %)

구분	승용차	승합	화물	특수
5년 이상	1,565,383	120,789	250,546	2,550
	64.1%	71.1%	69.6%	59.1%
7년 이상	1,223,509	102,711	211,463	1,768
	50.1%	60.4%	58.7%	41.0%
10년 이상	808,817	85,586	145,764	1,199
	33.1%	50.4%	40.5%	27.8%

자료 : 국토해양부, 자동차 통계자료(2011)

〈표 2-7〉 서울시 차종별 경유자동차 연식별 등록대수(2011년)

(단위 : 대, %)

구분	합계	승용차		승합차			화물차			특수
		경소형	중대형	소형	중형	대형	경소형	중형	대형	
1995 이전	44,991	38	6,808	7,851	265	588	18,688	5,983	4,365	405
1996	10,810	29	2,638	1,651	75	123	4,028	988	1,153	125
1997	13,033	94	3,474	2,223	80	160	4,869	860	1,178	95
1998	7,148	105	1,296	1,655	62	86	3,120	328	448	48
1999	18,423	340	3,183	4,966	144	156	7,599	1,075	908	52
2000	29,224	347	5,488	8,675	283	231	10,709	2,050	1,327	114
2001	46,474	5	25,289	2,964	379	353	13,634	2,132	1,588	130
2002	79,319	4	53,809	4,113	353	374	14,977	3,170	2,333	186
2003	62,203	2	40,300	2,829	245	420	14,201	2,021	2,055	130
2004	69,057	8	43,973	3,275	298	592	15,810	1,938	2,954	209
2005	62,753	856	37,329	4,333	200	720	13,940	1,708	3,452	215
2006	62,574	3,127	36,392	6,424	184	823	11,221	1,389	2,804	210
2007	69,152	1,355	40,827	4,674	338	1,332	12,840	2,645	4,599	542
2008	64,805	870	34,147	6,749	207	879	15,142	2,013	4,443	355
2009	47,235	621	22,327	5,838	160	843	11,203	1,481	4,522	240
2010	71,908	1,084	38,987	8,796	156	930	15,008	2,114	4,504	329
2011	115,819	286	63,166	12,656	273	926	27,596	3,250	6,841	825
총계	874,928 (100.0)	9,171 (1.0)	459,433 (52.5)	89,672 (10.2)	3,702 (0.4)	9,536 (1.1)	214,585 (24.5)	35,145 (4.0)	49,474 (5.7)	4,210 (0.5)

주 : 차종은 자동차관리법의 차량구분을 적용하여 구분하며, 승용차에는 승용일반형, 승용검 화물, 승용다목적형, 승용기타형이 포함됨.

- 승용차 소형(1500cc 미만), 중대형(1500cc 이상)
- 승합차 소형(15인 이하), 중형(15인 초과~50인 이하), 대형(50인 초과, 버스)
- 화물차 소형(1톤 이하), 중형(1톤 초과~5톤 미만), 대형(5톤 이상, 화물 특수)

자료 : 국토해양부, 자동차 통계자료(2011)

한편 서울의 NO_x 및 PM₁₀ 오염도 개선의 어려움은 서울시 등록차량 가운데 경유자동차의 비중이 매년 증가하는 추세 이외에도, 연식별 등록현황에서 노후 자동차의 비중이 상대적으로 높다는 사실을 통해 알 수 있다.

차종별 경유자동차 등록현황을 살펴보면 승용중대형 경유차가 가장 높은 비중인 52.5%를 차지하며, 다음으로 화물차가 34.2%, 승합차가 11.8% 등의 비중을 보인다. 최근에는 레저용 자동차와 같은 승용다목적형 승용차(RV)가 대폭 증

가하여, 2011년에는 경유자동차에서 차지하는 비율이 40.0%로 가장 높았다.⁶⁾

차종별로 세분하여 7년 이상 경유자동차 비중을 살펴보면, 중형 승합차(15인 초과~50인 이하)가 64.4%로 노후 정도가 가장 심한 것으로 파악된다. 그리고 중형 화물차(1톤 초과~5톤 미만)와 경소형 화물차(1톤 이하)가 50% 수준을 넘고 있어, 중대형 화물차·승합차의 노후자동차 비율이 높은 것으로 분석되고 있다(<표 2-8> 참조).

〈표 2-8〉 서울시 차령 7년 이상 경유자동차 차종별 등록대수(2011년)

(단위 : 대, %)

구분	소계	승용차		승합차			화물차			특수
		경소형	중대형	소형	중형	대형	경소형	중형	대형	
총계	874,928	9,171	459,433	89,672	3,702	9,536	214,585	35,145	49,474	4,210
7년 이상	443,435 (50.7)	1,828 (19.9)	223,587 (48.7)	44,535 (49.7)	2,384 (64.4)	3,803 (39.9)	121,575 (56.7)	22,253 (63.6)	21,761 (44.0)	1,709 (40.6)

2. 경유자동차 운행현황

1) 경유자동차 주행거리

자동차의 오염물질 배출수준과 직접적인 상관성을 갖는 연간 평균주행거리를 교통안전공단의 연구 결과를 바탕으로 살펴보면, 서울시 자동차는 1대당 1일 평균 44.0km를 주행한 것으로 파악되고 있다.

용도·차종별 1일 평균주행거리는 관용 승합자동차가 1일 평균 38.9km를 주행하였으며, 자가용은 화물자동차가 1일 평균 47.0km, 사업용 승합자동차가 1일 평균 178.9km를 주행하고 있는 것으로 나타났다.

6) 2011년 기준으로 경유 승용차는 118,722대로 전체 경유자동차의 13.6%, RV는 349,882대로 40.0%, 승합차는 102,910대로 11.8%, 화물 299,204대로 34.2%, 특수차는 4,210대로 0.5%를 각각 차지함.

그리고 차종·연료별로는 LPG 승용차는 사업용 승용차(택시)의 일 주행거리인 155.5km/일이 반영되어 1일 평균 주행거리가 95.3km 정도로 가장 높았으며, 다음으로 특수 경유자동차가 77.1km/일, 화물 경유자동차가 56.7km/일, 승합 경유자동차 54.3km/일 순으로 조사되었다.

동일 차종에서는 승용차를 제외한 승합차, 화물차, 특수차의 경우 경유 사용 자동차의 1일 평균주행거리는 휘발유, LPG, 기타 연료를 사용하는 자동차보다 다소 높은 것을 알 수 있다(<표 2-9> 참조).

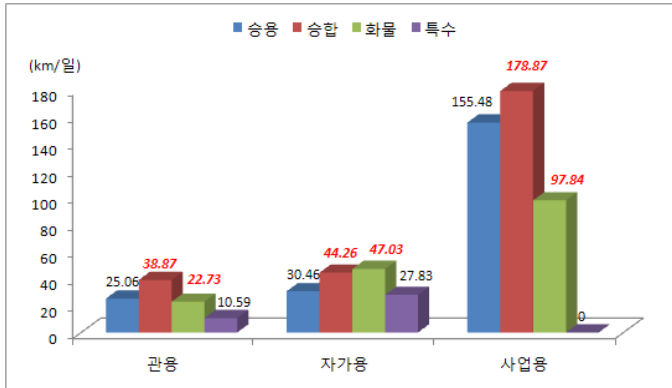
최근 경유자동차에서 주로 배출되는 매연은 수많은 발암물질을 포함하고 있으며, 호흡기 질환과 같은 인체에 매우 유해한 영향을 초래할 수 있음이 지적되고 있다. 특히 경유 승용차는 휘발유 승용차에 비해 NO_x를 많이 배출하며 기관지염, 폐렴, 유행성 폐수종 등을 일으키는 것으로 보고되고 있다. 이러한 선행연구를 고려하면, 향후 경유자동차의 인체위해성과 주행거리에 따른 대기 오염물질 배출 정도를 고려하여 경유자동차의 특화관리가 더욱 필요함을 알 수 있다.

〈표 2-9〉 서울시 차종별·사용연료별 일주행거리

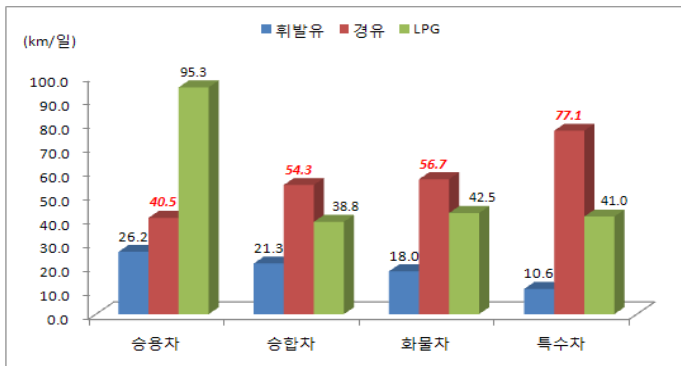
(단위 : km)

구분	승용차	승합차	화물차	특수차	전체
계	40.9	50.0	54.4	76.7	46.2
휘발유	26.2	21.3	18.0	10.6	26.1
경유	40.5	54.3	56.7	77.1	52.8
LPG	95.3	38.8	42.5	41.0	72.0
기타	0	0	0.0	0	0

자료 : 교통안전공단, 2011.12, 「2010년도 자동차 주행거리 실태분석 연구」



〈그림 2-7〉 용도별 · 차종별 1대당 1일 평균주행거리



〈그림 2-8〉 차종별 · 연료별 1대당 1일 평균주행거리

2) 경유자동차 유 · 출입 운행실태

(1) 서울특별시 · 서울지방경찰청 교통량 자료 분석

서울특별시 · 서울지방경찰청의 2011년 서울특별시 교통량 조사 자료를 토대로 살펴보면, 서울시계와 도심의 전체 유 · 출입 교통량은 모든 지점군에서 전반적으로 2010년과 비슷한 수준을 유지하고 있다. 그러나 도심지역의 감소추세가 상대적으로 크게 나타나고 있음을 볼 수 있다.7)

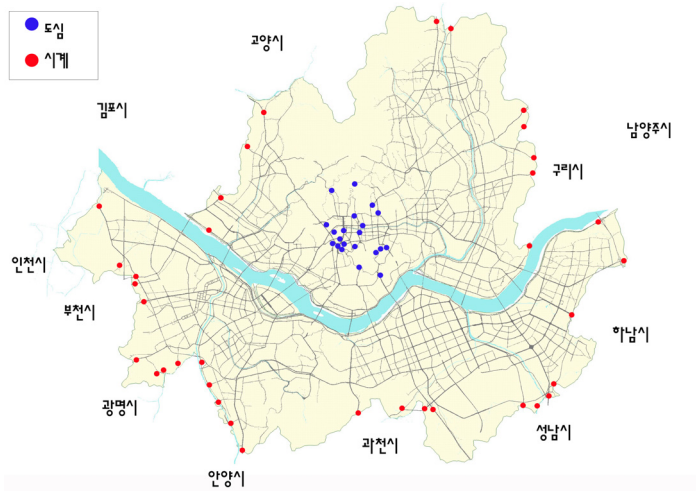
서울시계의 유 · 출입 교통량은 1,307,127대로 2010년 대비 약 0.34% 감소하

였으며, 도심의 유·출입 교통량은 1,077,293대로 2010년에 비해 약 0.87% 감소한 것으로 나타났다. 자전거도로 확장, 보행자 위주의 교통정책, 수요관리강화 등으로 교통량은 전반적으로 감소추세를 보이고 있다. 서울시계의 경우 일부 지점은 증가하는 지점도 있으나 전체적으로 서울시 유입 교통량은 유출교통량을 다소 상회하는 수준으로 조사되었다.

〈표 2-10〉 서울시계 및 도심 유·출입 교통량(2011년)

구분	전체	유입량	유출량	전년대비	유입/유출
전체	5,351,626	3,524,678	3,511,274	-0.41%	1.00
도심	1,077,293	526,632	550,661	-0.87%	0.96
시계	1,307,127	1,022,898	992,631	-0.34%	1.03

자료 : 서울특별시·서울지방경찰청, 2012, 2011년 서울특별시 교통량 조사자료



자료 : 서울특별시·서울지방경찰청, 2012, 2011년 서울특별시 교통량 조사자료

〈그림 2-9〉 서울시계 및 도심 유·출입 지점

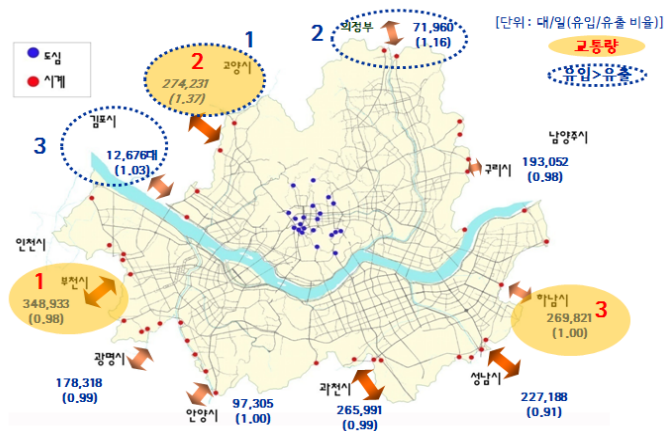
7) 서울시·서울지방경찰청이 2011년 1월 1일~12월 31일 동안 도심 19개소(서울시내 도심 4대문 안 유출입 지점), 시계 22개소(경기도와 시경계 유출입 지점)에서 차량감지기(LOOP)를 매설하고 교통량 계이기를 설치하여 전용선을 연결한 통신망을 활용해 온라인으로 조사한 결과임.

서울시계 유·출입 지점을 10개축으로 분류한 서울시 주요 교통축별 교통량 현황을 살펴보면, 부천축이 348,933대/일로 가장 많았으며, 이어 고양축이 274,231대/일, 하남축이 269,821대/일 순으로 나타났다. 교통축별 차로당 양방 교통량에서는 고양축이 17,139대/일, 과천축이 15,647대/일, 광명축이 13,717대/일 순으로 조사되었다. 또한 고양축은 서울로 유입하는 차량이 나가는 유출 차량보다 더 많으며(유입/유출=1.37), 반대로 성남축은 서울에서 나가는 유출 차량이 더 많은 것으로 파악되었다(유입/유출=0.91).

〈표 2-11〉 교통축별 교통량(서울지방경찰청 자료 기준, 2011년)

(단위 : 대/일)

교통축	시계 지점	유입	유출	양방	차로당 교통량	유입/유출
하남	강일IC, 서하남IC, 광장동 시계	134,624	135,197	269,821	11,731	1.00
김포	개화교	45,052	43,678	88,730	12,676	1.03
부천	공수교차로(남부순환도로), 공수교차로(화곡로), 신월IC(경인고속도로), 오소리시계, 유한공고	172,642	176,291	348,933	12,923	0.98
광명	천왕교차로, 철산교	88,757	89,561	178,318	13,717	0.99
고양	서오능 입구, 난지도 시계	158,320	115,911	274,231	17,139	1.37
과천	남태령고개, 양재IC(경부고속도로)	132,139	133,852	265,991	15,647	0.99
의정부	도봉로 시계	38,604	33,356	71,960	8,995	1.16
구리	삼육대, 신내IC, 새우재고개	95,689	97,363	193,052	12,066	0.98
성남	장자-분당도시고속도로, 복정검문소	108,516	118,672	227,188	13,364	0.91
안양	시흥대로 시계	48,555	48,750	97,305	9,731	1.00



자료 : 서울특별시 서울지방경찰청(2012)

〈그림 2-10〉 교통축별 전체 교통량

2) 기종점 통행량(O/D) 수단별 통행량 자료 분석

2010년 여객 기종점 통행량(O/D) 자료를 바탕으로 자치구별로 수단별 교통량을 산정한 결과, 강남구, 송파구, 서초구 지역에서 교통량이 많은 것으로 분석되고 있다.

〈표 2-12〉 자치구별 수단별 교통량

(단위 : 대/일)

구분	승용차	버스	택시	기타	합계
종로구	219,496	28,683	86,928	70,172	405,279
중구	233,128	20,303	105,248	82,883	441,561
용산구	131,501	17,649	68,377	52,791	270,318
성동구	117,124	11,087	32,309	83,162	243,682
광진구	127,077	16,339	43,611	77,585	264,613
동대문구	128,607	25,003	40,917	79,062	273,589
종랑구	110,163	16,374	26,677	59,609	212,824
성북구	144,205	28,487	40,082	51,946	264,720
강북구	82,057	23,099	31,560	56,538	193,254
도봉구	104,668	15,613	22,529	39,288	182,098

〈표 계속〉 자치구별 수단별 교통량

(단위 : 대/일)

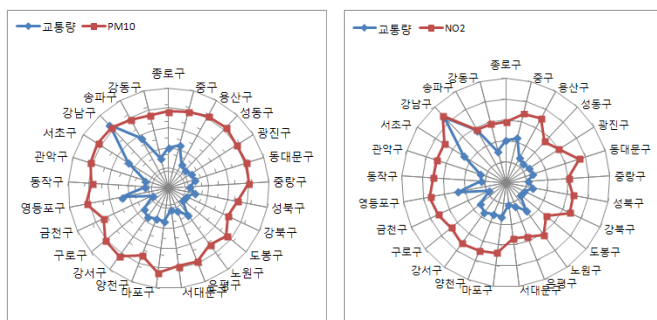
구분	승용차	버스	택시	기타	합계
노원구	200,695	21,773	40,760	67,842	331,071
은평구	132,005	20,304	40,256	47,345	239,910
서대문구	113,746	27,969	37,681	35,190	214,586
마포구	181,869	22,098	61,475	64,610	330,053
양천구	200,261	18,544	45,903	62,207	326,914
강서구	228,331	25,543	41,212	58,815	353,901
구로구	189,083	24,536	51,863	53,573	319,055
금천구	106,450	18,465	21,277	30,291	176,483
영등포구	255,338	29,463	73,526	110,831	469,157
동작구	123,684	24,105	40,554	49,503	237,846
관악구	142,883	32,529	31,458	44,964	251,835
서초구	316,070	34,314	84,758	45,343	480,485
강남구	551,788	43,473	186,794	79,085	861,140
송파구	318,328	31,623	99,891	119,367	569,209
강동구	184,007	17,742	34,168	73,044	308,962

주 1 : 버스(시내, 마을, 광역, 고속, 시외, 통근/통학버스), 기타(소형, 중대형화물차, 오토바이, 자전거, 기타)

2: 수단별 교통량은 수단통행량을 재차 인원으로 나누어 산출함(수단별 재차인원: 승용차 - 1.27인/대, 버스 - 12.95대/인, 택시 - 1.54인/대).

자료 : 수도권교통본부, 2012년 여객 기종점 통행량(O/D) 전수화 및 장래수요예측 공동조사, 2012

자치구별 교통량과 미세먼지, 이산화질소 농도 분포를 비교하면, 교통량이 비교적 많은 자치구의 이산화질소 농도가 높게 나타나고 있다.



〈그림 2-11〉 자치구별 수단교통량과 미세먼지, 이산화질소 농도 비교

광역버스는 유·출입량이 서초구에서 많으며 유입량의 23.2% 정도가 성남시에서 유입되고, 전체 유출량 가운데 용인시, 수원시, 성남시 방향으로의 유출량 비중이 60.7% 정도를 차지하고 있다. 그리고 소형화물차의 유·출입량은 영등포구가 다른 자치구에 비해 교통량이 많으며, 영등포구 지역 안에서 이동하는 교통량 비중이 15.8% 수준으로 가장 높은 것으로 파악된다.

지역 간 이동은 고양시, 부천시, 인천 부평구에서 주로 유·출입이 많이 발생하고 있다. 중형화물차는 강서구에서 많은 교통량을 보이고 있으며, 강서구로 유입하는 교통량 가운데 21.3% 정도가 수도권 외곽, 18.1% 정도가 경기도 구리시에서 유입되고 있다. 유출은 수도권 외곽으로 유출되는 교통량이 가장 많으며, 고양시와 김포시로의 유출량 비중은 각각 7.0%, 6.4% 수준을 차지하고 있다.⁸⁾

〈표 2-13〉 자치구별 광역버스·소형화물차·중대형화물차 교통량

(단위 : 대/일)

구분	광역버스			소형화물차			중대형화물차		
	유입	유출	합계	유입	유출	합계	유입	유출	합계
종로구	1,808	2,113	3,921	19,625	18,595	38,220	2,084	1,570	3,654
중구	3,070	2,588	5,658	22,080	22,602	44,682	4,328	4,878	9,207
용산구	723	784	1,508	7,680	6,702	14,381	881	1,699	2,580
성동구	107	185	292	14,453	12,911	27,365	2,578	2,389	4,967
광진구	1,284	1,434	2,718	11,965	10,637	22,602	1,284	1,945	3,229
동대문구	695	617	1,312	14,658	12,438	27,096	2,621	2,535	5,156
종랑구	374	349	723	15,852	14,684	30,536	3,637	3,983	7,620
성북구	90	195	285	10,970	11,407	22,378	2,287	1,953	4,240
강북구	106	87	193	10,084	9,902	19,986	979	1,578	2,557
도봉구	288	259	546	8,193	7,724	15,917	1,211	1,381	2,592
노원구	544	667	1,211	10,140	10,521	20,661	3,878	2,379	6,257
은평구	723	838	1,561	10,898	11,293	22,191	970	1,773	2,744
서대문구	1,531	1,154	2,685	6,982	6,655	13,638	2,612	1,544	4,156
마포구	1,210	1,454	2,664	10,039	13,022	23,061	1,674	1,821	3,496
양천구	265	290	555	12,022	11,171	23,192	7,014	4,485	11,499

8) 광역버스, 소형화물차, 중대형화물차의 상세한 존재계별 교통량(유·출입량)은 부록 참조

〈표 계속〉 자치구별 광역버스 · 소형화물차 · 중대형화물차 교통량

(단위 : 대/일)

구분	광역버스			소형화물차			중대형화물차		
	유입	유출	합계	유입	유출	합계	유입	유출	합계
강서구	582	568	1,150	17,955	16,386	34,342	9,432	10,695	20,126
구로구	537	515	1,052	17,956	14,053	32,009	4,811	4,977	9,788
금천구	208	314	523	10,183	10,396	20,580	7,428	3,857	11,285
영등포구	2,221	2,023	4,244	24,068	26,021	50,089	4,141	2,768	6,909
동작구	1,199	1,245	2,443	9,126	8,837	17,963	2,811	1,190	4,001
관악구	555	251	806	12,045	11,593	23,638	2,452	3,602	6,054
서초구	5,205	5,270	10,475	11,391	11,310	22,701	2,716	2,652	5,368
강남구	3,152	3,454	6,605	15,664	15,893	31,557	2,985	6,255	9,240
송파구	2,490	2,643	5,133	23,204	23,921	47,125	7,952	5,232	13,183
강동구	707	673	1,380	14,784	13,124	27,908	5,682	4,615	10,297

주 : 광역버스 교통량은 버스 재차인원 12,95대/인을 적용

자료 : 수도권교통본부(2012)

그리고 광역 지역 간 차종별 유·출입량을 분석하면, 서울과 인천에서는 승용차가 269,453대/일로 가장 많고, 소형 화물차가 44,972대/일, 중대형 화물차는 31,629대/일로 다른 통행수단과 비교해 많은 교통량을 보이고 있다. 유·출입 비율에서는 택시, 기타버스, 소형 화물차가 서울로의 유입차량이 유출차량보다 많은 것으로 나타났다. 서울과 경기도 지역에서는 수단별로는 승용차의 통행량이 가장 많았으며, 소형 화물차가 239,585대/일, 중대형 화물차가 75,587대/일로 조사되었다. 유·출입 비율을 살펴보면, 기타버스, 시외버스, 중대형 화물차는 서울로의 유입 통행량이 유출 통행량보다 많음을 알 수 있다. 서울과 수도권 이외 지역 간의 통행량을 살펴보면, 승용차, 소형 화물차, 중대형 화물차 순서로 통행량이 많고, 기타버스, 소형 화물차는 서울에서 나가는 통행량보다 서울로 유입되는 통행량이 많은 것으로 나타났다. 또한 전체적으로 서울-인천 간의 통행량보다 서울-경기 간의 통행량이 많은 특징을 보이고 있다.

• 서울 ↔ 인천 : 택시(1.61), 기타버스(1.11), 소형화물(1.06)

- 서울 ↔ 경기 : 기타버스(2.03), 시외버스(1.23), 중대형화물(1.09)
- 서울↔수도권외 : 기타버스(1.43), 소형화물(1.30), 승용차(1.15)

〈표 2-14〉 기종점 통행량(OD) 통행수단별 유·출입 비교

(단위 : 대/일)

구분	서울 ↔ 서울	서울↔인천			서울↔경기			서울↔수도권외		
		서울 → 인천	인천 → 서울	(유입/ 유출)	서울 → 경기	경기 → 서울	(유입/ 유출)	서울 → 수도권외	수도권외 → 서울	(유입/ 유출)
승용차	3,534,945	132,724	136,729	1.03	935,468	958,849	1.02	85,714	98,435	1.15
시내버스	402,862	705	474	0.67	25,761	25,708	1.00	17	8	0.44
시외버스	0	237	242	1.02	1,067	1,313	1.23	4,420	4,628	1.05
마을버스	100,307	0	0	-	1,201	1,268	1.06	7	0	0.07
광역버스	6,702	2,112	2,231	1.06	21,181	20,865	0.99	8	6	0.75
기타버스	22,464	1,504	1,668	1.11	10,298	20,865	2.03	1,090	1,554	1.43
택시	1,312,275	2,846	4,587	1.61	66,648	67,697	1.02	411	262	0.64
소형화물	181,417	21,850	23,122	1.06	122,054	117,531	0.96	16,647	21,695	1.30
중대형화물	19,919	21,850	9,779	0.45	36,151	39,436	1.09	19,692	16,712	0.85
오토바이	701,166	1,293	1,251	0.97	13,726	13,622	0.99	0	177	-
합계	6,282,058	185,122	180,084	0.97	1,233,554	1,267,155	1.03	128,007	143,478	1.1

자료 : 수도권교통본부(2012)

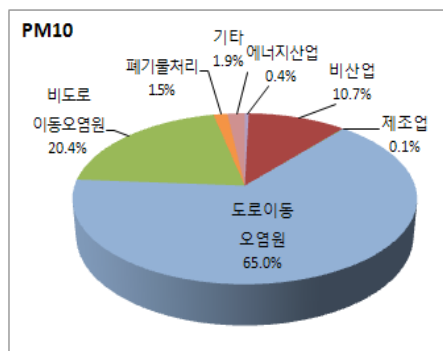
이와 같이 기종점 통행량(O/D)을 바탕으로 추정된 유·출입량 분포를 살펴 보면, 지역별·차종별로 전체 교통량뿐만 아니라 유입 방향, 유출 방향 등도 차이를 보이고 있다. 주로 자동차에서 배출되는 이산화질소 농도는 교통량이 많은 강남구에서 높은 수치를 보이며, 광역버스는 서초구, 소형 화물차는 영등포구, 중대형 화물차는 강서구에서 유·출입량이 비교적 많은 것으로 나타나고 있어, 유입 방향, 유출 방향도 수단에 따라 차이가 있음을 알 수 있다. 따라서 이러한 지역별 교통량의 편차, 지역별 유·출입 특성을 고려한 교통환경 관리가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

제3절 경유자동차 오염물질 배출특성

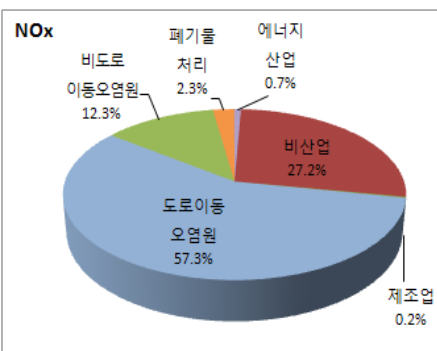
1. 경유자동차의 PM · NOx 배출량

서울시 배출원별 미세먼지와 질소산화물 배출량은 <표 2-15>, <표 2-16>과 같다. 미세먼지 배출량을 배출원별로 살펴보면 이동오염원의 배출 비중이 가장 높음을 알 수 있다. 2009년 미세먼지 배출량은 총 2,045톤이고, 배출원별 발생량 중 도로이동 오염원의 배출량은 1,329톤으로 약 65.0%의 절대적 비중을 차지하고 있다. 미세먼지 배출량은 자동차 등록대수의 증가에도 불구하고, 총 주행거리 감소 및 저공해사업 추진 효과 등의 영향으로 도로이동 오염원 부문에서 해마다 감소한 것으로 추정된다.

그리고 질소산화물 배출량을 살펴보면, 이동오염원 이외에 비산업 연소가 주요 배출원으로 2006년까지 증감을 반복하다 2007년 이후 감소하고 있다. 이는 새로운 건설장비의 기술개발과 광역전철과 같은 저공해 교통수단의 개발로 NOx 배출량이 상대적으로 감소한 것으로 판단된다. 2009년 질소산화물 배출량은 69,558톤으로, 이 가운데 도로이동오염원이 39,836톤으로 57.3%의 비중을 나타내고 있다.



〈그림 2-12〉 배출원별 미세먼지 배출비율 (2009년 기준)



〈그림 2-13〉 배출원별 질소산화물 배출비율 (2009년 기준)

〈표 2-15〉 서울시 배출원별 미세먼지 배출량(1999년~2009년)

(단위 : 톤/년, %)

구분	에너지 산업	비산업	제조업	생산공정	도로이동 오염원	비도로 이동오염원	폐기물 처리	기타	합계
2009	9 (0.4)	219 (10.7)	1 (0.1)	0 (0.0)	1,329 (65.0)	418 (20.4)	31 (1.5)	39 (1.9)	2,045 (100.0)
2008	11 (0.5)	249 (11.8)	4 (0.2)	0 (0.0)	1,456 (68.8)	330 (15.6)	26 (1.2)	41 (1.9)	2,116 (100.0)
2007	13 (0.3)	278 (7.1)	5 (0.1)	0 (0.0)	1,912 (48.8)	1,652 (42.1)	22 (0.6)	38 (1.0)	3,920 (100.0)
2006	7 (0.2)	363 (10.6)	4 (0.1)	0 (0.0)	2,690 (78.4)	349 (10.2)	19 (0.1)	0 (0.0)	3,433 (100.0)
2005	14 (0.3)	367 (8.5)	3 (0.1)	0 (0.0)	3,009 (69.8)	913 (21.2)	4 (0.1)	0 (0.0)	4,311 (100.0)
2004	13 (0.3)	324 (7.3)	3 (0.1)	0 (0.0)	3,508 (79.3)	570 (12.9)	5 (0.1)	0 (0.0)	4,424 (100.0)
2003	14 (0.3)	312 (6.7)	5 (0.1)	0 (0.0)	3,430 (73.2)	916 (19.6)	5 (0.1)	0 (0.0)	4,683 (100.0)
2002	13 (0.3)	341 (7.3)	5 (0.1)	0 (0.0)	3,399 (73.3)	875 (18.9)	4 (0.1)	0 (0.0)	4,637 (100.0)
2001	18 (0.4)	427 (9.4)	9 (0.2)	0 (0.0)	3,509 (77.4)	566 (12.5)	3 (0.1)	0 (0.0)	4,533 (100.0)
2000	16 (0.4)	445 (11.9)	7 (0.2)	0 (0.0)	2,757 (73.5)	521 (13.9)	3 (0.1)	0 (0.0)	3,750 (100.0)
1999	15 (0.5)	483 (15.2)	8 (0.2)	0 (0.0)	2,281 (71.5)	399 (12.5)	2 (0.1)	0 (0.0)	3,189 (100.0)

주 : 미세먼지의 경우 비산먼지 배출량은 미포함

자료 : 국립환경과학원, 2011.12, 2009 대기오염물질 배출량

〈표 2-16〉 서울시 배출원별 질소산화물 배출량(1999년~2009년)

(단위 : 톤/년, %)

구분	에너지 산업	비산업	제조업	생산공정	도로이동 오염원	비도로 이동오염원	폐기물 처리	기타	합계
2009	493 (0.7)	18,885 (27.2)	145 (0.2)	0 (0.0)	39,836 (57.3)	8,565 (12.3)	1,611 (2.3)	22 (0.0)	69,558 (100.0)
2008	507 (0.7)	18,427 (25.8)	814 (1.1)	0 (0.0)	43,491 (60.8)	6,915 (9.7)	1,315 (1.8)	24 (0.0)	71,493 (100.0)
2007	789 (0.7)	19,625 (17.4)	1,393 (1.2)	0 (0.0)	52,010 (46.0)	38,234 (33.8)	1,014 (0.9)	22 (0.0)	113,086 (100.0)
2006	399 (0.5)	20,295 (23.1)	991 (1.1)	0 (0.0)	56,040 (63.8)	9,161 (10.4)	1,007 (1.1)	0 (0.0)	87,893 (100.0)

〈표 계속〉 서울시 배출원별 질소산화물 배출량(1999년~2009년)

(단위 : 톤/년, %)

구분	에너지 산업	비산업	제조업	생산공정	도로이동 오염원	비도로 이동오염원	폐기물 처리	기타	합계
2005	1,062 (1.0)	20,744 (19.3)	1,346 (1.3)	1 (0.0)	59,333 (55.3)	23,937 (22.3)	835 (0.8)	0 (0.0)	107,257 (100.0)
2004	1,012 (1.0)	20,037 (19.4)	712 (0.7)	0 (0.0)	65,625 (63.4)	14,941 (14.4)	1,222 (1.2)	0 (0.0)	103,549 (100.0)
2003	977 (0.9)	20,160 (18.0)	1,154 (1.0)	0 (0.0)	64,372 (57.6)	23,875 (21.4)	1,159 (1.0)	0 (0.0)	111,698 (100.0)
2002	884 (0.8)	20,638 (18.7)	1,110 (1.0)	0 (0.0)	64,190 (58.2)	22,713 (20.6)	817 (0.7)	0 (0.0)	110,354 (100.0)
2001	2,609 (2.5)	21,731 (20.6)	1,451 (1.4)	0 (0.0)	64,157 (60.7)	15,068 (14.3)	692 (0.7)	0 (0.0)	105,718 (100.0)
2000	2,276 (2.4)	23,384 (24.2)	1,017 (1.1)	0 (0.0)	54,315 (56.2)	14,907 (15.4)	693 (0.7)	0 (0.0)	96,591 (100.0)
1999	2,067 (2.3)	26,276 (29.3)	999 (1.1)	0 (0.0)	48,459 (54.0)	11,551 (12.9)	384 (0.4)	0 (0.0)	89,736 (100.0)

자료 : 국립환경과학원, 2011.12, 2009 대기오염물질 배출량

배출원 가운데 도로이동 오염원의 2009년 배출량을 기준으로 한 차종별 미세먼지와 질소산화물 배출량은 <표 2-17>과 같다. 화물차의 미세먼지 배출량은 49.9%, 이산화질소 배출량은 39.9%로 가장 높았으며, 다목적 승용차(RV)의 미세먼지 배출량은 40.0%, 질소산화물 배출량은 13.3% 수준으로 도로이동 오염원 배출에 큰 몫을 차지하는 것으로 나타났다. 그리고 도로이동 오염원 부문의 미세먼지는 모두 경유자동차에서 배출되고 있으며, 질소산화물은 22,862톤으로 약 57.4%의 비중을 차지하고 있다.

〈표 2-17〉 도로이동 오염원 부문의 차종별 미세먼지, 질소산화물 배출량(2009년 기준)

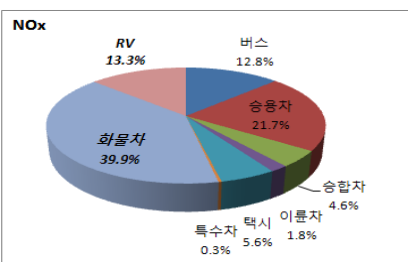
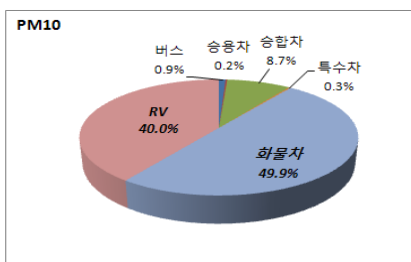
(단위 : 톤/년, %)

구분	미세먼지				질소산화물			
	전체		경유 자동차		전체		경유 자동차	
버스	12	(0.9%)	12	(0.9%)	5,117	(12.8%)	1,271	(3.2%)
승용차	3	(0.2%)	3	(0.2%)	8,633	(21.7%)	35	(0.1%)
승합차	115	(8.7%)	115	(8.7%)	1,835	(4.6%)	1,665	(4.2%)

〈표 계속〉 도로이동 오염원 부문의 차종별 미세먼지, 질소산화물 배출량(2009년 기준)

(단위 : 톤/년, %)

구분	미세먼지				질소산화물			
	전체		경유 자동차		전체		경유 자동차	
이륜차	0	(0.0%)	0	(0.0%)	719	(1.8%)	0	(0.0%)
택시	0	(0.0%)	0	(0.0%)	2,221	(5.6%)	0	(0.0%)
특수차	3	(0.3%)	3	(0.3%)	123	(0.3%)	123	(0.3%)
화물차	663	(49.9%)	663	(49.9%)	15,906	(39.9%)	15,537	(39.0%)
RV	532	(40.0%)	532	(40.0%)	5,282	(13.3%)	4,231	(10.6%)
합계	1,329	(100.0%)	1,329	(100.0%)	39,836	(100.0%)	22,862	(57.4%)



〈그림 2-14〉 도로이동 오염원 부문의 차종별 미세먼지 배출비율(2009년 기준)

〈그림 2-15〉 도로이동 오염원 부문의 차종별 질소산화물 배출비율(2009년 기준)

경유자동차 차종별 배출 기여도를 살펴보면, 화물차의 기여도가 가장 높으며, 승합차의 기여도가 낮아진 반면, RV차의 기여도가 크게 증가하고 있다.9) 이는 저공해화 사업이 승합차와 화물차를 중심으로 추진되어, 승합차와 화물차의 미세먼지 및 질소산화물의 배출 기여율이 감소한 것으로 판단된다.

2009년 배출량 자료를 기준으로 도로이동 오염원의 배출패턴을 살펴보면, 미세먼지는 경유화물차, 경유승합차, 경유 RV차에서 99.5%로 대부분이 배출되며, 질소산화물은 57.0%로 절반 이상을 배출하는 것으로 나타났다.

9) 대기정책지원시스템(CAPSS)의 도로이동오염원 분류체계가 2007년 기준으로 배출원 중분류에 RV차가 별도로 재분류되었으며, 2008년부터 비도로이동 오염원의 건설기계 가운데 덤프트럭, 콘크리트 믹서트럭이 도로이동 오염원으로 분류됨에 따라 이를 반영하여 2007년~2009년의 도로이동 오염원 배출량을 동일한 배출원으로 재정리한 후에 비교함.

세부 차종별로 살펴보면, 미세먼지 배출비율은 중형 RV차가 가장 많으며, 다음은 중형 화물차, 소형 화물차, 덤프트럭의 순서이다. 도로이동오염원에서의 미세먼지 배출량 중 49.9%가 화물차에 의한 미세먼지 배출량으로 절반 정도를 차지하여 다른 차종에 비해 미세먼지 배출비중이 상당히 높은 것으로 나타나 미세먼지 배출량 저감계획에서 화물차에 의한 대책이 지속적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다. 또한 레저RV 차량 증가에 따라 미세먼지 및 질소산화물 배출비율이 급격하게 증가함에 따라 향후 서울의 대기환경과 시민의 건강 위해도를 개선하기 위해서는 이에 대한 관리가 검토되어야 한다.

그리고 대형 승합차의 질소산화물 배출비중은 감소하는 추세인 반면, 중형 화물차의 NOx 배출비율은 점점 증가하는 추세에 있으며, 덤프트럭의 비율이 12~15% 수준을 차지하고 있어 중형 화물차 및 자동차형 건설기계의 특화 관리 대책도 필요함을 시사하고 있다.

〈표 2-18〉 경유자동차 세부 차종별 미세먼지 및 질소산화물 배출량 비율

구분		미세먼지			질소산화물		
		2007	2008	2009	2007	2008	2009
화물차	소형	15.8%	16.1%	15.2%	8.6%	8.6%	9.1%
	중형	10.3%	14.7%	21.9%	13.1%	20.7%	32.9%
	대형	2.8%	3.7%	3.0%	20.3%	5.7%	6.4%
	특수	1.0%	0.1%	0.1%	1.0%	0.2%	0.2%
	덤프트럭	16.3%	7.1%	7.5%	15.7%	12.3%	14.9%
	콘크리트믹서	7.4%	2.4%	2.3%	7.1%	4.1%	4.6%
	계	53.6%	44.1%	50.0%	65.8%	51.5%	68.1%
승합	소형	6.9%	7.0%	6.7%	2.0%	2.4%	3.0%
	중형	0.0%	0.2%	1.8%	0.4%	1.0%	3.4%
	대형(버스)	6.1%	8.2%	0.9%	20.1%	29.6%	6.2%
	특수	0.1%	0.3%	0.2%	0.0%	0.5%	0.3%
	계	13.1%	15.7%	9.6%	22.5%	33.6%	12.9%
특수		0.8%	0.3%	0.3%	0.9%	0.5%	0.5%
RV	소형	26.2%	34.2%	4.1%	9.0%	12.4%	2.2%
	중형	6.2%	5.7%	36.0%	1.8%	2.0%	16.4%
	계	32.4%	40.0%	40.1%	10.8%	14.4%	18.5%
합계		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

자료 : 국립환경과학원, 2011.12, 2009 대기오염물질 배출량

2. 대기오염물질 배출계수 특성 분석

1) 차종별 오염물질 배출특성

수도권 대기환경개선 시행계획 추진실적 작성지침(2011)에서 제시된 서울시 차종별·연식별 복합배출계수를 바탕으로 경유자동차의 오염물질 배출특성을 개략적으로 살펴볼 수 있다.

수도권 대기환경청은 서울, 인천, 경기 지역별 주행속도를 반영하여 차치단체별 복합배출계수를 제시하고 있다. 동일한 연식의 차종별 배출특성을 살펴보면, 2009년 연식 기준으로 미세먼지의 복합배출계수는 중형 화물차가 1.61g/km, 특수차가 0.08g/km, 대형 화물차가 0.07g/km 수준이다(<그림 2-16> 참조).

질소산화물의 복합배출계수는 특수차가 4.75g/km로 단위 주행거리당 배출량이 가장 많고, 경유 대형 화물차가 4.48g/km 수준이며, 대형 경유 승합차는 2.70g/km, 중형 경유 화물차는 1.61g/km로 비교적 다른 차종에 비해 대기오염물질 배출량이 많은 것으로 나타났다.

차종별 오염물질 배출량은 “자동차 총 오염물질 배출량 산정방법에 관한 규정”에서 [별표 1] 차종별·연식별 배출계수(제2조 제4호)에서도 미세먼지는 특수차, 초대형 화물자동차, 초대형 승용자동차(시내버스, 기타버스), 대형 승용자동차(25인승 이하), 5톤 이하의 대형 화물자동차의 배출계수가 높은 것으로 파악된다. 질소산화물도 마찬가지로 특수차, 초대형 화물자동차, 초대형 승용자동차, 5톤 이하의 대형 화물자동차의 배출계수가 높은 것을 알 수 있다. 이러한 배출계수 차이를 감안할 경우 다른 차종에 비해 대기오염물질 배출계수가 높게 나타나는 중·대형 화물차, 대형 승합차, 특수차의 관리대책이 우선적으로 필요함을 시사하고 있다(<표 2-19> 참조).

〈표 2-19〉 일반 자동차의 배출계수(2009년 1월 1일 이후 적용)

차종		연료	분류	CO	HC	NOx	PM
경자동차	휘발유	기준 1	4,499	0,008	0,002	-	
		기준 2	2,258	0,005	0,002	-	
		기준 3	1,077	0,001	0,001	-	
		기준 4	0,000	0,000	0,000	-	
	가스	기준 1	8,986	0,009	0,003	-	
		기준 2	4,510	0,006	0,003	-	
		기준 3	2,152	0,001	0,001	-	
		기준 4	0,000	0,000	0,000	-	
소형 승용자동차	휘발유	기준 1	0,354	0,009	0,015	-	
		기준 2	0,178	0,005	0,015	-	
		기준 3	0,085	0,001	0,004	-	
		기준 4	0,000	0,000	0,000	-	
	가스	기준 1	0,432	0,004	0,007	-	
		기준 2	0,217	0,002	0,007	-	
		기준 3	0,103	0,000	0,002	-	
		기준 4	0,000	0,000	0,000	-	
	경유	-	0,010	0,008	0,093	0,000	
LPG택시	가스	기준 1	1,312	0,025	0,043	-	
		기준 2	0,659	0,015	0,043	-	
		기준 3	0,314	0,003	0,012	-	
		기준 4	0,000	0,000	0,000	-	
중형 승용자동차	휘발유	기준 1	0,104	0,002	0,001	-	
		기준 2	0,052	0,001	0,001	-	
		기준 3	0,025	0,000	0,000	-	
		기준 4	0,000	0,000	0,000	-	
	가스	기준 1	0,083	0,001	0,002	-	
		기준 2	0,042	0,001	0,002	-	
		기준 3	0,020	0,000	0,001	-	
		기준 4	0,000	0,000	0,000	-	
중형 승용자동차	RW≤1,305kg	경유	-	0,009	0,007	0,193	0,001
	1,305kg<RW≤1,760kg	경유	-	0,009	0,007	0,191	0,001
	RW>1,760kg	경유	-	0,009	0,007	0,192	0,001
대형 승용자동차	25인승 이하	경유	-	0,412	0,174	0,949	0,018
초대형 승용자동차	시내버스	경유	-	1,850	0,515	2,664	0,040
		CNG	-	1,736	2,106	3,006	-
	기타버스	경유	-	1,615	0,498	3,799	0,036

〈표 계속〉 일반 자동차의 배출계수(2009년 1월 1일 이후 적용)

차종		연료	분류	CO	HC	NOx	PM
소형 화물자동차		휘발유	기준 1	0,329	0,025	0,059	-
			기준 2	0,165	0,015	0,059	-
			기준 3	0,079	0,003	0,017	-
			기준 4	0,000	0,000	0,000	-
		가스	기준 1	0,681	0,009	0,090	-
			기준 2	0,342	0,005	0,090	-
			기준 3	0,163	0,001	0,026	-
			기준 4	0,000	0,000	0,000	-
소형 화물자동차	RW≤1,305kg	경유	-	0,087	0,009	0,063	0,001
	1,305kg<RW≤1,760kg	경유	-	0,087	0,009	0,062	0,002
중형 화물자동차	RW>1,760kg	경유	-	0,087	0,009	0,062	0,001
중형 화물자동차		휘발유	기준 1	0,099	0,003	0,011	-
			기준 2	0,050	0,002	0,011	-
			기준 3	0,024	0,000	0,003	-
			기준 4	0,000	0,000	0,000	-
		가스	기준 1	0,457	0,009	0,045	-
			기준 2	0,229	0,005	0,045	-
			기준 3	0,109	0,001	0,013	-
			기준 4	0,000	0,000	0,000	-
대형 화물자동차 (적재량 5t 이하)		경유	-	0,543	0,104	0,959	0,012
초대형 화물자동차 (적재량 5t초과)		CNG	-	1,736	2,106	3,006	-
		경유	-	1,262	0,308	4,532	0,048
특수차		경유	-	1,368	0,323	4,774	0,051

자료 : 자동차 총 오염물질 배출량 산정방법에 관한 규정(시행 2010.12.2) [환경부고시 제2010-161호, 2010.12.2, 일부개정]의 [별표 1]

2) 연식별 오염물질 배출특성

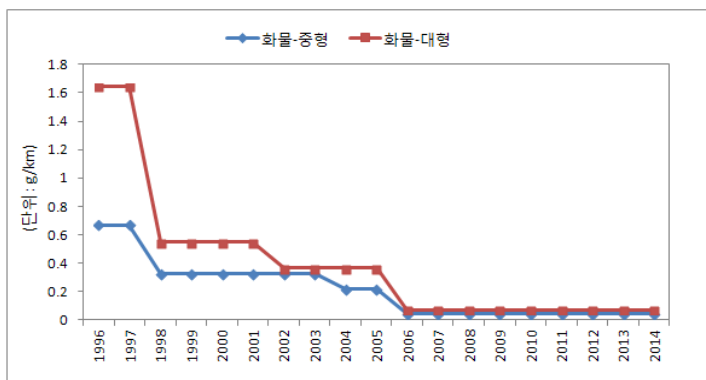
미세먼지와 질소산화물의 배출계수는 연식에 따라 차이가 큰 것을 알 수 있다. 중형 화물차, 대형 화물차를 대상으로 오염물질 배출계수를 비교하면, 1996~1997년 연식의 화물차가 2009년 연식보다 미세먼지는 중형이 15배, 대형이 22배 정도 더 많이 배출되고, 질소산화물은 중·대형 모두 5배 정도 더 많이 배출되는 것을 알 수 있다.

〈표 2-20〉 중대형 화물차의 연식별 미세먼지 및 질소산화물 복합배출계수

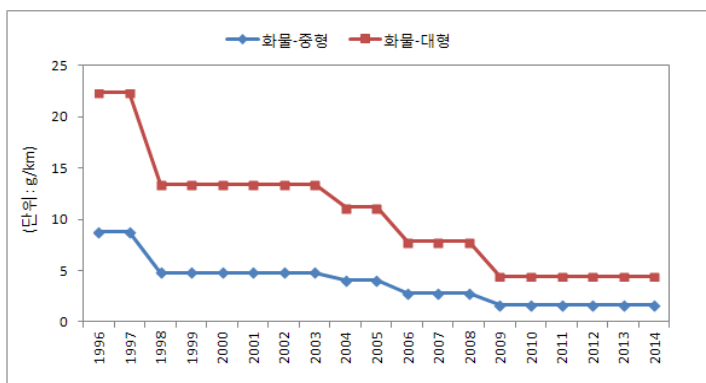
(단위 : g/km)

구분	미세먼지		질소산화물	
	중형 화물차	대형 화물차	중형 화물차	대형 화물차
1996~1997	0,6688	1,6434	8,8456	22,3772
1998~2003	0,3246	0,5478	4,0207	13,4263
2004~2005	0,2164	0,3652	4,0207	11,1886
2006~2008	0,0433	0,073	2,8145	7,832
2009년 이후			1,6083	4,4754

자료 : 수도권 대기환경청(2011)



〈그림 2-18〉 연식별 중·대형 화물자동차의 미세먼지 배출계수



〈그림 2-19〉 연식별 중·대형 화물자동차의 질소산화물 배출계수

3. 자동차 배출가스 검사결과에 따른 배출특성

자동차가 배출하는 대기오염물질(CO, HC, NO_x, 매연)을 검사하고, 과다 배출 자동차를 선별하여 정비를 유도함으로써 대기환경 개선을 통한 시민의 건강에 기여하는 것을 목적으로 자동차 검사가 시행되고 있다.

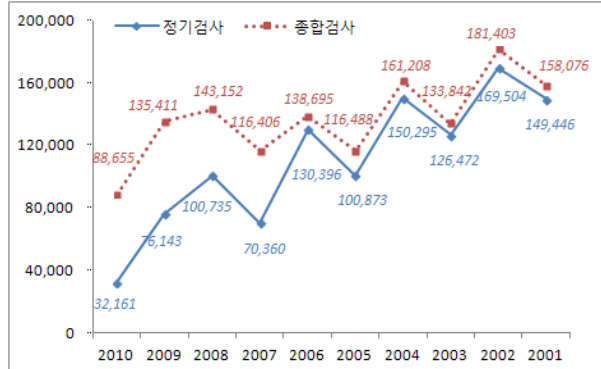
2002년에는 서울시 등 대도시를 중심으로 자동차의 실제 도로 주행상태를 반영할 수 있는 배출가스 정밀검사 제도가 도입되었고¹⁰⁾, 2009년에는 배출가스 정밀검사와 정기검사가 통합되어 자동차 종합검사로 일원화되었다.

2011년 교통안전공단과 지정사업자 전체 검사실적 502만대를 정기검사와 종합검사 결과를 바탕으로 분석한 결과, 제작연도별 평균주행거리와 부적합 비율은 정기검사와 종합검사 모두 제작연도가 오래될수록 높아지는 경향을 보이고 있다. 다만, 평균 주행거리는 종합검사(배출가스 정밀검사)가 정기검사보다 더 높았으나, 부적합 비율(시정권고 포함)은 정기검사에서 더 높게 나타나는 차이가 있음을 볼 수 있다.

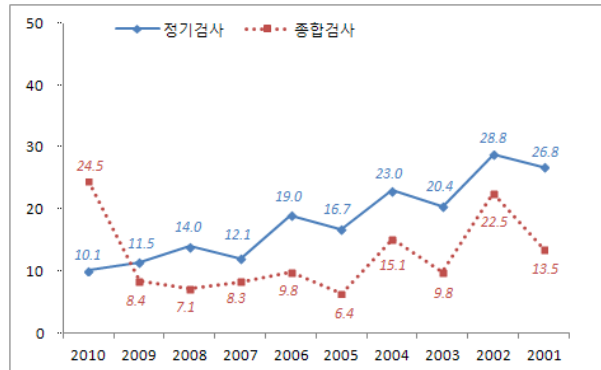
10) 대기환경보전법 제62조 : 자동차의 소유자는 「자동차관리법」 제43조제1항제2호와 「건설기계관리법」 제13조제1항제2호에 따라 그 자동차에서 나오는 배출가스가 운행차배출허용기준에 맞는지를 검사하는 운행차 배출가스 정기검사(이하 “정기검사”라 한다)를 받아야 한다. 다만, 제63조에 따른 정밀검사 대상 자동차의 경우에는 해당 연도의 정기검사 대상에서 제외한다. 대기환경보전법 제63조 : 다음 각 호 중 어느 하나에 해당하는 지역에 등록(「자동차관리법」 제5조와 「건설기계관리법」 제3조에 따른 등록을 말한다)된 자동차의 소유자는 관할 시·도지사가 그 시·도의 조례로 정하는 바에 따라 실시하는 운행차 배출가스 정밀검사(이하 “정밀검사”라 한다)를 받아야 한다. 다만, 저공해자동차 등 환경부령으로 정하는 자동차는 정밀검사를 받지 아니하여도 된다.

1. 제18조제1항에 따라 지정·고시된 대기환경규제지역, 2. 인구 50만명 이상의 도시지역 중 대통령령으로 정하는 지역

〈제작연도별
평균주행거리〉



〈제작연도별
부적합율〉



자료 : 교통안전공단, 2010년 자동차검사 결과(2012)

〈그림 2-20〉 제작연도별 평균 주행거리 및 부적합률

주요장치별 차종별 부적합 비율을 분석한 결과, 승용차는 원동기 4.4%, 경유차의 배출가스 검사(부하) 3.6% 순서로 부적합 비율이 높게 나타나고 있다. 반면 승합차는 경유차의 배출가스 검사(부하) 15.2%, 경유차의 배출가스 검사(무부하) 4.8% 순서로 부적합 비율이 높게 나타나고 있다. 또한 화물차는 승합차와 유사한 부적합 비율을 보이는 경향이 있으며, 경유차의 배출가스 검사(부하) 23.1%, 경유차의 배출가스 검사(무부하) 9.0% 비율을 보이고 있다. 차종별로는 정기검사, 종합검사 모두 화물차의 부적합 비율이 각각 24.5%, 23.1%로 가장

높은 비율을 차지하고 있다(교통안전공단, 2012).

그리고 동일 연식에서 평균 주행거리가 많은 자동차는 운행거리 증대에 따른 오염물질 배출량이 과다 배출될 뿐만 아니라 각 부품의 내구성이 저하되기 때문에 자동차의 친환경 대책에서 유의할 관리대상에 포함되어야 한다. 즉 자동차 배출가스 검사 대상 자동차의 선별 및 관리를 위한 기초정보로 활용할 필요가 있다.

〈표 2-21〉 차종별 배기가스 부적합률

구분			승용	승합	화물
정기검사	검사대수(대)	휘발유 · LPG	780,070	9,793	8,823
		경유	218,315	77,909	145,568
	평균주행거리(km)		121,599	102,386	121,483
	배기가스 부적합률(%)	배출가스(부무하) 휘발유 · LPG	1.5	1.2	0.2
		배출가스(부무하) 경유	1.7	4.8	9.0
배출가스 정밀검사	검사대수(대)	휘발유 · LPG	895,920	13,606	11,314
		경유	337,675	91,023	303,222
	평균주행거리(km)		125,134	102,386	121,483
	배기가스 부적합률(%)	배출가스(부하) 휘발유 · LPG	1.3	1.0	0.1
		배출가스(부하) 경유	3.6	15.2	23.1

자료 : 교통안전공단(2012)

제4절 종합정리

서울시는 수도권 대기환경 개선 기본계획의 수립 및 이행 이후 현재까지 자동차 배출 미세먼지 저감을 위한 ‘선택과 집중’ 전략을 바탕으로 어느 정도 성

과가 있음을 볼 수 있다. 특히 미세먼지 환경개선을 위해 저공해 자동차 보급, DPF 부착, 운행차 배출가스 관리, 노후차량 조기폐차 유도 등 다양한 저감대책을 추진하여, 미세먼지 오염수준은 개선된 패턴을 보이고 있다. 2011년 서울시의 미세먼지 농도는 $47\mu\text{g}/\text{m}^3$ 정도로 1995년 대기오염도 측정한 이래 가장 개선된 수치이다. 이러한 개선효과는 수도권 대기환경개선 특별대책 시행 전의 $69\mu\text{g}/\text{m}^3$ 과 비교하여 31.9% 정도 감소한 것으로 수도권 특별대책 추진의 성과라고 평가할 수 있다. 다만, 경기도, 인천시의 2011년 미세먼지 평균농도는 각각 $55\mu\text{g}/\text{m}^3$, $58\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 기록하여, 서울시에 비해 개선효과가 기대에 다소 미치지 못하고 있다.

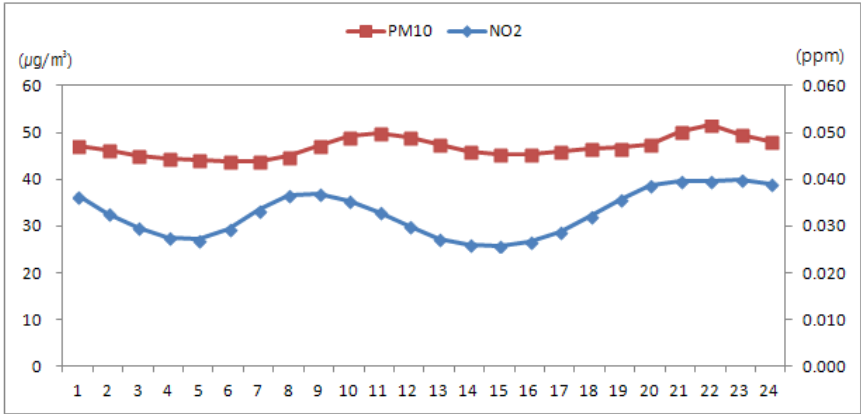
한편 자동차 등록대수의 증가 및 통행량 증대로 인하여 배출허용기준 강화 및 저공해화 사업 추진에 따른 저감효과가 반감되고 있으며, 최근 경유 레저(RV) 자동차와 노후 차량의 증가는 미세먼지와 이산화질소 농도 개선의 한계요인으로 작용하고 있음은 유의할 대목이다.

특히 미세먼지와 질소산화물의 주된 배출원인 경유자동차는 자동차 규모가 대형일수록, 노후도가 클수록 오염물질이 더 많이 배출되는 특성을 보이고 있다. 이러한 배출특성은 자동차 배출가스 정기검사와 종합검사 결과자료에서 제작연도가 오래될수록 부적합 비율이 높은 것에서도 확인할 수 있다. 이는 결과적으로 향후 노후 경유자동차의 초과배출 $\text{PM}_{10} \cdot \text{NO}_x$ 관리를 위한 생애주기 단계별 관리가 필요함을 대변하고 있다.

그리고 미세먼지의 시간대별 연평균 농도(황사 포함)는 $44\sim 52\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 범위를 보이며, $50\sim 52\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 최고 농도를 보인 시간대는 21시~23시, $44\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 최저 농도 시간대는 5시~7시이며, 이산화질소 농도는 증감을 반복하여 8~9시에 증가하다가 14~15시에 최저인 0.026ppm을 기록한 후 21~23시에 최고인 0.040ppm을 보이고 있다(<그림 2-21> 참조). 그리고 지역별 교통량 중 유·출입 교통량이 많은 지역에서 이산화질소 농도가 다소 높게 나타나고 있다.

이와 같이 시간대별·지역별 대기오염 농도 변화는 자동차 통행량과 관계가

있기 때문에 향후 경유자동차의 운행특성, 배출특성을 고려한 친환경 관리가 필요함을 시사하고 있다.



〈그림 2-21〉 미세먼지 및 이산화질소 시간대별 평균농도 분포(2011년)

이에 따라 향후 서울시 미세먼지, 이산화질소 평균농도 개선의 한계상황을 벗어나기 위해서는 서울시 경유자동차의 PM·NO_x 배출특성을 고려한 생애주기 단계별 특화관리 방안이 필요하다.

이러한 이동오염원의 배출특성을 고려한 관리대책 추진이 필요한 이유는 최근 미국 대도시 대기환경 개선정책 흐름의 변화(Paradigm Shift)에서도 찾을 수 있다. 즉 패러다임 시프트는 그동안 추진된 대기환경 추진대책의 목표를 ‘환경 기준 달성’(Level 1 또는 Level 2)에서 ‘시민 건강 보호’(최소한 Level 3) 단계로 전환하고, 대기오염 배출원에서 인체 위해성이 우려되는 경유자동차 배출 PM10(특히 PM2.5), NO_x의 개별 관리에서 PM10·NO_x 통합 특화관리로 전환하는 데 중점을 두고 있기 때문이다.

제3장 경유자동차 PM · NO_x 관리현황

제1절 제작차 관리

제2절 운행차 관리

제3절 종합정리

제 3 장

경유자동차 PM · NOx 관리현황

제1절 제작차 관리

1. 제작차 배출허용기준 강화

경유자동차 제작차 배출허용기준은 유럽의 기준을 적용하고 있는데, 2006년 EURO IV에서 2009년 EURO V로 그 기준이 강화되었고, 2014년에는 EURO VI 기준 도입이 추진되고 있다. 2009년부터 Euro V 기준이 적용됨에 따라 미세먼지(PM)의 집중 관리와 함께 후처리 장치의 적용으로 NOx 배출 관리도 강화되고 있다. Euro VI 기준은 PM · NOx 동시저감 장치 등 첨단 후처리 장치가 필수적으로 부착되도록 규제를 강화한 조치이다. 가스 · 휘발유 자동차는 2009년부터 차종별 단일 배출허용기준 적용 체계에서 제작사별 평균배출량 관리제도(FAS : Fleet Average System)로 전환되고 있다.

〈표 3-1〉 경유자동차 배출허용기준의 변화

구분			Euro 3		Euro 4		Euro 5		Euro 6	
	PM10	NOx	PM10	NOx	PM10	NOx	PM10	NOx	PM10	NOx
시행연도	2000		2005(소형) 2003(대형)		2006		2009		신차 : 2014, 1 기존차 : 2015, 1	

〈표 계속〉 경유자동차 배출허용기준의 변화

구분				Euro 3		Euro 4		Euro 5		Euro 6	
		PM10	NOx	PM10	NOx	PM10	NOx	PM10	NOx	PM10	NOx
경유차	승용차 (gk/km)	0,05	0,62	0,05	0,50	0,025	0,025	0,005	0,18	0,0045	0,08
	중량차 (gk/km)	0,2	6,0	0,1	5,0	0,02	3,5	0,02	2,0	0,01	0,4

자료 : 최유진 · 김운수, 2011, 「서울의 대기 중 이산화질소(NO2) 저감 둔화 원인분석 및 대응방안」

한편 수송부문의 배출가스와 온실가스의 통합 감축을 위해 자동차의 평균 에너지 소비효율기준(연비)과 온실가스 배출허용기준을 마련하여 제작사가 기준을 선택하도록 추진할 계획이다. 이들 기준은 10인승 이하 승용·승합차에 2012년부터 단계적으로 적용하며, 2015년에는 연비 17km/ℓ, 온실가스 140g/km 기준을 적용하여 제작사 대상 벌과금 제도 도입도 계획하고 있다.

2. 저공해 자동차 개발 및 보급 촉진

(1) 전기버스

서울시는 온실가스 감축과 대기환경 개선의 최적 교통수단인 친환경 그린카 보급을 선도하여 공공시장 창출과 국제 경쟁력 강화를 위한 전기자동차 수요기반의 조기 정착에 역점을 두고 있다.

이에 따라 서울시는 대기환경 개선 효과가 큰 전기버스, 택시, 화물차, 이륜차 등을 대상으로 ‘서울형 그린카’의 상용화를 더욱 확대할 계획이다. 이와 함께 그린카 운행에 필수인 충전인프라 구축, 민간보급을 위한 보조금 지원 및 각종 세제혜택, 그린카 주차면 지정 등 그린카 보급과 관련된 법령·제도의 정비를 추진하고 있다.

서울시는 2010년에 남산 순환버스 15대, 여의도 순환노선 2대 등 총 17대의 그린카를 순차적으로 보급하고 남산을 그린카 전용구역(Green Car Only Zone)

으로 지정할 것을 검토하고 있다. 특히 남산을 운행하고 있는 친환경 대형 전기버스는 전체길이 11.05m로 최고시속 100km, 1회 충전으로 최고 83km 운행이 가능하고, 급속 충전 시 30분 이내 완전 충전이 가능한 것이 특징이다(서울시, 2010 서울의 환경, 2011).



특히 전기버스는 질소산화물 등 유해 배출가스가 전혀 생성되지 않으며, 발전소의 전기 생산과정에서 발생하는 온실가스를 포함하더라도 대당 연간 40톤 이상의 온실가스 배출량 저감이 가능하다. 2020년까지 전체 시내버스의 절반을 전기버스로 교체할 경우, 질소산화물 812톤, 온실가스 14만톤을 매년 저감할 수 있어 대기환경 개선 및 기후변화 대응의 공편익을 증진시키는 효과가 기대되고 있다.

(2) 전기승용차

서울시는 2010년交通安全공단과 차량 개발·인증에 관한 협약을 체결하고 중형 RV 전기자동차 5대를 제작하여 업무용으로 활용하고 있다. 이들 전기자동차는 연료비가 매월 4만원 수준이며, 일일 약 40km를 운행할 경우 동급 경유차 연료비의 1/4 수준으로, 시내 주행이 많은 도심에서 이용하는 경우 훨씬 더 많은 연료비 절감이 기대된다.

서울시는 2009년부터 새로운 녹색 교통수단인 근거리 저속 전기차(NEV) 보급을 추진하고 있다. NEV는 2인승으로 대기오염물질 배출하지 않고 소음이 없다는 장점을 가지고 있다. 2010년 말 현재 NEV는 공원 순찰용, 관공서업무용 등 근거리 운행용으로 총 31대가 운행되고 있다.

근거리 저속 전기차는 최고속도 60km/h 이내 차량총중량 1,361kg(배터리 포함)을 초과하지 않는 전기차로 리튬 이온 배터리를 탑재하여 1회 충전으로 최대 100km까지 주행할 수 있다. NEV는 주로 공원 골프장 등 구내도로에서 운행되었으나, 2010년 4월부터 제한속도 60km 이하의 일반도로에서 운행이 가능하게

되었다. 서울시 전체 도로 8,101km 중 97%인 7,853km가 NEV의 운행 가능 도로 면적에 포함된다.

(3) 전기이륜차

서울시는 2005년부터 시범사업으로 공공기관에 전기이륜차 보급을 시작하고, 2008년부터는 민간부문에의 보급을 확대하여, 2010년까지 공공부문 211대, 민간부문 182대 등 총393대의 전기이륜차를 보급한 바 있다. 서울시는 2010년 1대당 135만원을 지원하여 32대의 전기이륜차를 보급하였으나, 2011년부터 전기이륜차와 휘발유이륜차의 가격차액 보조금 전액을 지원(대당 250만원)하여 배달음식점, 신문배달업, 퀵 서비스업 등을 대상으로 전기이륜차 보급을 확대할 계획이다.

제2절 운행차 관리

1. 경유자동차 저공해화 사업

1) 추진개요

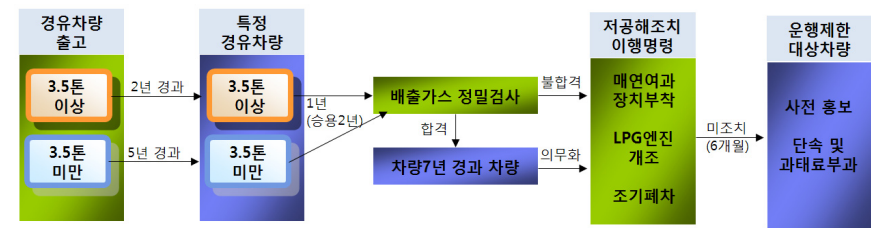
저공해화 사업의 적용대상은 수도권 대기환경 개선에 관한 특별법(25조~28조) 및 서울특별시 대기환경개선 촉진 및 지원 등에 관한 조례(제15조~19조 등)에 규정되어 있다.

경유자동차 저공해화 사업의 일환으로 배출가스 저감장치의 부착 의무화조치는 배출가스 보증기간(총중량 3.5톤 이상 2년, 총중량 3.5톤 미만 5년)이 지난 특정 경유자동차 중 총중량 2.5톤 이상이고 차령이 7년 경과한 경유자동차를 대상으로 2008년 1월 1일부터(총중량 2.5~3.5톤 미만(2009.1)) 적용하고 있다. 이 경우 저공해화 비용의 지원범위는 배출가스 저감장치의 부착 또는 저공해

엔진 개조 등에 소요되는 총비용의 90% 수준이다.

조기폐차는 특정 경유자동차로서 저공해화 지원조건을 충족하게 되면, 보험 개발원에서 산정한 차량 잔존가격의 80%를 차종별 상한액(소형 150만원 중형 400만원, 대형700만원) 범위 내에서 지원받고 있다. 특히 저공해화 사업 참여차량에 대해서는 환경개선비용 부담금 및 배출가스 정밀검사 3년간 면제, 남산1·3호 터널 혼잡통행료 50% 감면 등의 인센티브가 제공되고 있다.

운행경유자동차 저공해화 사업은 수도권 지역의 대기환경 개선을 위하여 2005년부터 2014년까지 추진 계획이 수립되어 있으며, 2009년부터 부산광역시, 대전광역시, 대구광역시 광주광역시 울산광역시 등 5대 광역시까지 부분적으로 확대 추진되고 있다.



자료 : 서울시 기후환경본부 친환경교통과, 2011년도 정책자료집, 운행경유차저공해사업

〈그림 3-1〉 운행 경유자동차 저공해화 사업 흐름도

(1) 저감장치 부착

운행자동차 저공해화를 유도하기 위한 저감장치로는 DPF(매연저감장치), p-DPF, DOC(산화촉매장치)가 있다. DPF는 중대형 경유자동차에 부착하는 장치로, 현재 가장 효율적이며 실용화된 매연여과장치이다. DPF는 자동차 배출가스에 포함되어 있는 PM 등 오염물질을 촉매가 코팅된 필터에 포집·산화시켜, 이산화탄소와 수증기로 전환하고 제거함으로써 매연을 70% 이상 저감할 수 있다. p-DPF는 DPF 부착이 어려운 3.5톤 이하의 중·소형 자동차에 부착이 가능하며, 배출가스 중의 매연을 포집하지 않고 촉매를 이용해 변환시키는 장치이므로 별도의 사후관리가 필요하지

않다. 그리고 DOC는 소형 경유자동차에 대해 적용하는 장치이며 입자상물질의 저감효과가 10%~20% 수준으로 경제성에 비해 성능이 미흡하다는 평가가 제기되어, 2011년부터 부착사업이 중단되었다.

한편 저감장치의 보증기간(3년)이 경과한 차량에 대해서는 2년간 연 1회의 클리닝 비용(100,000원/회)을 지원하고, 저감장치 부착차량 클리닝 안내를 적극 추진하여 찾아가는 이동식 클리닝 서비스를 확대하는 등 2011년부터 매년 2,500대 씩 매연저감장치 부착차량의 사후관리를 강화하는 계획이 마련되어 있다.

그리고 장기적으로 특정경유자동차를 대상으로 탈질(De-NOx) 장치 부착을 통해 운행자동차의 미세먼지-질소산화물의 동시 저감을 계획하고 있다. 일차적으로 노후 대형화물자동차를 우선 대상으로, PM-NOx 동시저감장치의 부착을 고려하고 있다.

(2) LPG 엔진개조

경유 자동차를 오염물질 배출량이 적은 LPG를 사용할 수 있도록 엔진을 개조하는 LPG 엔진개조는 차량 총중량 3.5톤 이하의 소형자동차를 대상으로 적용하고 있다.

(3) 노후경유차 조기폐차

특정경유자동차에 대해서는 엄격한 배출허용기준을 설정하고, 배출가스 검사에 불합격할 경우 정비 후 재검사를 받도록 하며, 재검사에서도 불합격되면 배출허용기준을 만족할 수 있도록 배출가스 저감장치를 부착하거나 저공해엔진으로 개조토록 유도하는 절차가 필요하다. 그러나 배출가스 불합격 요인을 제거 후, 배출가스 저감장치의 부착이나 저공해엔진으로 개조해도 배출허용기준을 만족시킬 수 없거나 장치의 부착 또는 개조에 너무 많은 비용이 소요될 때에는 일정한 금액의 보조금을 주어 폐차토록 유도한다.

조기폐차는 2가지 조건이 충족되어 한다. 첫째, 폐차를 권고하는 시점으로부터

터 대기관리권역을 관할하는 시·도에 연속하여 2년 이상 등록된 자동차에 해당하여야 한다. 둘째, 차량이 7년 이상인 경유자동차로 대기환경보전법의 운행 자동차 배출허용기준에 적합하게 운행하는 자동차이자, 정부지원(일부지원 포함)을 통해 배출가스 저감장치를 부착하거나 저공해 엔진으로 개조한 사실이 없는 자동차로서, 향후 3년 이상 사용할 수 있는 자동차여야 한다. 조기폐차는 대상자동차의 잔존가치, 대기오염물질 저감효과 및 배출가스 저감장치 부착 등의 어려움 등을 충분히 검토한 후 결정된다.

2) 추진현황

(1) 서울시

운행 경유자동차 저공해화 사업의 추진현황은 다음과 같다. 초기 단계인 2003년에는 25개 자치구의 2.5톤급 관용청소차 135대에 대한 LPG 엔진개조 시범사업이 시행되었다. 2004년에는 관용차 및 시내버스 등 880대를 대상으로 저감장치부착 등의 시범사업이 추가 시행되었고, 2005년부터 시내버스 및 사업용 차량 등을 중심으로 저공해화 사업이 적극적으로 추진되고 있다.

2012년 서울시에 등록된 차량총중량 2.5톤 이상 경유자동차는 468,339대로, 2.5톤 이상 3.5톤 미만인 405,266대, 3.5톤 이상이 63,073대이다.¹¹⁾ 이 가운데 2012년 11월 말 현재 저공해화 사업 추진규모는 저감장치 부착 132,102대, LPG 엔진개조 67,734대, 조기폐차 45,276대 등 총 245,112대이다.

(2) 인천시

인천시는 2004년(관용차량 253대)부터 배출가스 저감장치 부착 및 저공해엔진(LPG) 개조, 조기폐차 지원 사업을 시행하고 있으며, 2014년까지의 사업목표인 운행경유차 171,000대에 대한 배출가스 저감사업을 원활히 추진하기 위해

11) 2012년 기준으로 차량 7년 이상(2005년 이전 등록 차량) 대수임.

2009년에 「경유차 저공해 촉진 및 지원에 관한 조례」를 제정한 바 있다. 2011년 말 기준 저공해화 사업 추진규모는 조기폐차 15,000대, 엔진개조 27,000대, 저감장치 부착 49,000대 등 총 91,000대에 이르고 있다.

특히 2.5톤 이상의 경유자동차 350,000대 가운데 2011년 5,172대, 2012년 2,641대를 대상으로 저공해 조치 의무화가 적용된 바 있다.

(3) 경기도

경기도는 쾌적한 생활환경을 조성하기 위해 PM10·NOx 등 대기오염물질을 다량 배출하는 경유자동차를 대상으로 배출가스 저감장치 부착 등 저공해화 사업을 추진하고 있다. 특히 대기환경개선 목표를 달성하기 위해 배출허용기준을 초과한 특정경유자동차 대상 배출가스 저감장치 부착 또는 저공해 엔진 개조 지원으로 저공해화 사업을 확대하고 있다.

2014년까지 저공해화 사업 추진규모는 552,088대이며, 2004년~2010년 동안 301,098대(DPF 부착 92,194대, DOC 부착 76,343대, 엔진개조 82,587대, 조기폐차 49,974대)에 저공해화 사업이 시행되었으며, 2011년에는 40,719대(저감장치 부착 14,831대, 엔진개조 15,034대, 조기폐차 10,854대)에 저공해화 사업이 추진될 계획이다.¹²⁾

〈표 3-2〉 경기도 저공해 조치 의무화 대상차량(2012년)

(단위 : 대)

구 분	등록대수 (대상차량)	저공해화 사업으로 이미 완료	저공해 조치 의무화 대상 차량				비 고
			계	저감장치 미부착	2011년 미조치 및 기한유예	저공해조치 권고	
	(A+B+C+D)	(A)	(B+C)	(B)	(C)	(D)	
계	186,595	110,857	19,268	11,468	7,800	56,470	
본청 계	138,326	80,449	14,489	8,582	5,907	43,388	
수원시	14,571	8,131	1,430	1,015	415	5,010	

12) 경기도, 2011년 운행차 저공해화 사업 계획

〈표 계속〉 경기도 저공해 조치 의무화 대상차량(2012년)

(단위 : 대)

구 분	등록대수 (대상차량)	저공해화 사업으로 이미 완료	저공해 조치 의무화 대상 차량				비 고
			계	저감장치 미부착	2011년 미조치 및 기한유예	저공해조치 권고	
	(A+B+C+D)	(A)	(B+C)	(B)	(C)	(D)	
성남시	9,851	5,766	1,052	539	513	3,033	※ 총중량 3.5톤 이상은 1998년 이전 등록차량 권고조치 ※ 총중량 2.5~3.5톤 미만은 2000년 이전 등록차량 권고조치
부천시	13,322	7,525	1,258	820	438	4,539	
용인시	12,674	7,815	1,382	746	636	3,477	
안산시	15,276	8,627	1,606	1,032	574	5,043	
안양시	8,112	5,211	741	537	204	2,160	
평택시	11,057	5,996	1,200	422	778	3,861	
시흥시	10,404	6,182	1,187	608	579	3,035	
화성시	12,638	7,159	1,546	1,176	370	3,933	
광명시	4,334	2,749	434	264	170	1,151	
군포시	4,024	2,626	382	310	72	1,016	
김포시	6,779	3,720	857	305	552	2,202	
이천시	6,632	3,871	583	295	288	2,178	
오산시	2,982	1,700	322	184	138	960	
하남시	2,881	1,645	235	177	58	1,001	
의왕시	2,173	1,385	188	103	85	600	
과천시	616	341	86	49	37	189	
2청 계	48,269	30,408	4,779	2,886	1,893	13,082	
고양시	12,685	7,908	1,250	468	782	3,527	
남양주시	9,969	6,241	1,012	666	346	2,716	
의정부시	5,934	3,965	490	295	195	1,479	
파주시	9,694	6,432	901	655	246	2,361	
구리시	2,811	1,440	500	397	103	871	
양주시	5,312	3,317	479	307	172	1,516	
동두천시	1,864	1105	147	98	49	612	

자료 : 경기도 환경국 기후대기와 협조

2. 공해차량제한지역(LEZ) 지정 · 운영

1) 도입 배경

공해차량제한지역(LEZ : Low Emission Zones)은 대기오염이 심각해 자동차의 운행제한 등 특별관리가 필요한 지역으로 배출량 허용기준을 충족시키는 차량만 통행이 허용되는 지역을 말한다. 공해차량 제한지역을 지정하게 되면, 대상 지역의 대기질 향상뿐만 아니라, 온실가스 배출량 감소나 대중교통 이용률 향상 등의 효과가 기대될 수 있다(박경욱, 2011).

이에 따라 서울 · 인천 · 경기도는 대기환경의 개선효과를 높이고, 대기오염의 광역적 특성을 감안하여 저공해화 미이행 차량의 운행제한 조치를 취할 수 있는 제도적 장치로서 ‘공해차량 운행제한지역’의 지정 · 운영을 공동 추진하기로 합의한 바 있다. 이후 관계전문가, 시민 등 광범위한 의견 수렴을 거쳐 경기도를 시작으로 수도권에서 이 제도가 시행되고 있다(경기도 2010.4.1 시행, 인천시 2010.7.1 시행, 서울시 2010.11.1 시행).

(1) 법적 근거

『수도권 대기환경개선에 관한 특별법』제28조의2의 개정(2009.9.10)에 따라 노후경유차 배출가스 저공해화 사업의 보충적 수단인 ‘공해차량제한지역’(LEZ)이 배출가스 저감장치 미부착 차량의 운행을 제한할 수 있는 근거가 되고 있다. 이는 PM₁₀ · NO_x 오염물질의 과다배출 요인인 노후 경유자동차를 대상으로 저감장치의 조기 부착을 촉진하여 경유자동차의 친환경 운행관리를 기대할 수 있는 정책수단에 해당한다.

운행제한 자동차의 범위와 지역, 시행시기, 과태료 부과사항 등 시행에 필요한 사항들은 시 · 도 조례에 위임되어, 서울 · 경기 · 인천의 3개 광역자치단체에서 ‘공해차량제한지역’(LEZ)이 지정 · 운영되고 있다.

수도권 대기환경개선에 관한 특별법

28조의2(배출가스저감장치 미부착 차량 등의 운행제한) 서울특별시장등은 대기환경개선을 위하여 필요하다고 인정하는 지역에 대하여 제25조제4항에 따른 배출가스저감장치를 부착하지 아니하였거나 저공해엔진으로 개조 또는 교체하지 아니한 대기관리권역에 등록된 특정경유자동차와 제25조제6항제2호에 해당하는 사업용 경유자동차 중 「대기환경보전법」 제46조에 따른 배출가스보증기간이 지난 자동차로서 배출가스저감장치를 부착하지 아니하였거나 저공해엔진으로 개조 또는 교체하지 아니한 자동차의 운행을 제한할 수 있다. 이 경우 운행이 제한되는 자동차의 범위, 지역 및 운행제한 미이행에 따른 과태료 부과는 시·도의 조례로 정한다. (개정 2009.6.9)

(2) 운행제한 대상

운행제한 대상차량은 배출가스 보증기간이 경과하여 정밀검사를 받은 결과, 배출허용기준을 초과하거나, 총중량 2.5톤 이상, 7년이 경과된 차량으로서 배출가스 저감장치 부착, LPG 자동차 개조 등의 저공해 조치 명령을 받은 후 이를 이행하지 않은 특정경유자동차이다.¹³⁾

자치단체별로 공해차량제한지역의 관리방법에는 차이가 있으나, 공통적으로 처음 위반한 차량은 행정지도로 계도가 이루어진다. 다만, 두 번째 운행제한 위반부터 20만원씩 과태료가 부과되는데, 최대 누적 과태료는 200만원이다.

2) 운영현황

공해차량제한지역(LEZ)은 저공해화(DPF 등 부착, LPG 엔진교체 등) 조치를 미이행한 노후 경유자동차의 운행을 제한하는 지역으로 정의된다. 현재 LEZ는 서울, 경기, 인천의 3개 광역지자체의 조례에 각각 위임되어 지정·운영되고 있다.

- 서울특별시 공해차량제한지역 지정 및 운행제한에 관한 조례
- 인천광역시 공해차량제한지역 지정 및 운행제한에 관한 조례
- 경기도 공해차량제한지역 지정 및 운행제한에 관한 조례

13) 저공해 조치 제외대상 : 집게차, 구급차, 사다리차, 크레인, 학원버스, 마을버스, 살수차, 청소차, 소방차, 전경차, 사료운반차, 시내주행만 하는 택배차

(1) 서울시

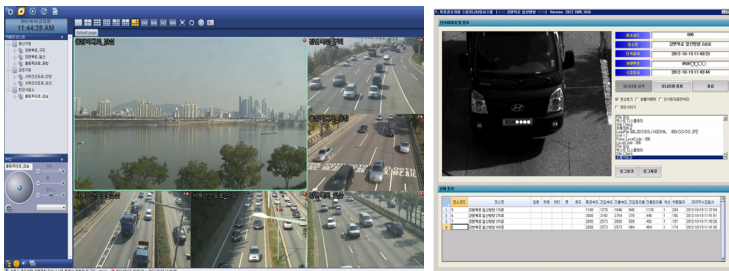
운행제한 차량의 운행여부 모니터링은 차량번호를 식별할 수 있는 무인단속카메라와 휴대용 이동카메라를 이용한 단속을 병행하고 있다. 현재 서울시는 특정경유자동차 단속시스템을 구축하여, PM·NOx의 과다배출 가능성이 큰 경유자동차를 대상으로 통행빈도가 많은 주요 도로에서 연중 모니터링을 실시하고 있다.

아울러 강변북로 일산, 강변북로 구리, 서부간선도로, 올림픽대로 잠실, 올림픽대로 공항 등 6개 지점에 22대 카메라를 설치하여 저공해조치 미이행 차량을 단속하고 있다.¹⁴⁾ 공해차량제한지역에서의 단속업무는 서울시 기후환경본부 친환경교통과 저공해 사업팀이 전담하고 있다.



자료 : 서울시 친환경교통과 내부자료

〈그림 3-2〉 서울시 특정 경유자동차 운행제한 단속시스템



〈그림 3-3〉 서울시 특정경유차 수집모니터링 시스템의 단속모습

- 14) 무인단속 시스템을 구축하는데 소요된 경비 : 1,065,000천원(2010년 10월~2012년 2월)
유지관리비용 : 1,800천원(2012년)

특정경유자동차 무인단속시스템은 실시간으로 자동차 운행상황을 모니터링 하며, 단속대상 차량이 진입하게 되면 단속장소, 차량번호, 단속일시, 영상자료가 특정경유차 수집모니터링 시스템으로 전송되어 저장된다. 서울시는 매일 초경기도, 인천시와 저공해 의무화 대상차량의 이행여부 정보를 공유하여, 수도권 저공해 의무화 대상 차량 DB를 구축하고 있다. 3개 광역지자체는 특정경유차 수집모니터링 시스템으로 전송된 자료와 DB를 비교하여 저공해 조치 미이행 차량을 단속하게 된다.

2010년 8월~2012년 2월에 특정경유자동차 단속시스템을 구축하고, 2012년 3월부터 가동을 시작하였다. 2012년 11월 기준 1,670대 위반차량이 단속되었고, 이 가운데 92대는 서울시 등록차량이었으며, 나머지 1,578대는 경기·인천 등록차량이었다.

서울시, 경기도, 인천시에 등록된 운행제한 대상차량이 서울지역에서 운행하다 적발되면 위반 시마다 20만원의 과태료를 부과하는데, 최대 누적 과태료는 200만원이다. 다만 최초 1회 위반 시에는 과태료 부과없이 위반사실을 통보하고, 20일 내에 저공해 조치에 참여하도록 행정조치를 취하고 있다. 즉 수도권(서울시, 경기도, 인천시)에 등록된 저공해화 조치 미이행 차량은 당해 등록지역과 상관없이 수도권 지역에서 운행하다 단속되면 동일한 처벌 규정을 적용받게 된다.

현재 경기도·인천시에 등록된 위반차량에 대해서는 각 시·도에 위반사실을 통보하고 있다. 다만, 서울 등록차량은 위반사실을 직접 통보하여 20일 내에 저공해 조치에 참여하도록 행정조치를 전달하며, 이 경우 과태료는 부과되지 않는다.

(2) 인천시

옹진군(영흥면 제외)을 제외한 인천광역시 전 지역을 공해차량제한지역으로 지정하고 있으며, 인천시 대기보전과 차량공해관리팀이 관련 업무를 담당하고 있다.

인천시 공해차량제한지역의 운행제한 단속은 5명의 배출가스 단속반을 활용한 인력단속 위주로 시행되고 있다. 이 중 4명은 차고지, 주차장 등을 순회하면서 저감장치 부착 자동차를 관리하고, 1명은 8개 지점에서 비디오카메라를 이용하여 매연단속을 하고 있다.

이를 단계별로 살펴보면, 먼저 담당자가 운행자동차 배출가스 단속지점(8개 지점)에서 비디오카메라로 촬영한 후, 촬영된 영상을 통해 매연발생이 많은 자동차의 번호를 확인하고 관련 데이터를 작성한다. 이후 수도권 저공해 의무화 대상 차량 DB와 비교분석하여 미이행 자동차를 단속한다. 현재 운행제한 단속은 인력단속 위주로 관리되고 있으며, CCTV 고정카메라 위주의 관리시스템 구축계획은 수립되지 않고 있다.

2010년 7월 13일부터 2012년 6월 30일까지 공해차량제한지역의 운행제한 위반차량은 총 23대가 단속된 바 있다. 운행제한 단속 차량은 인천시 등록차량이 16대, 서울시 등록차량이 3대, 경기도 등록차량이 4대이며, 위반차량에 대한 행정조치가 이루어졌으나, 과태료는 부과되지 않고 있다.

(3) 경기도

공해차량제한지역의 공간범위는 광주, 안성, 포천, 여주, 양평, 가평, 여천을 제외한 24개 시를 대상으로 하고 있다. 경기도는 서울시, 인천시와 다르게 운행제한 대상 자동차의 단속, 위반행위에 대한 과태료 부과 등을 시장·군수에게 위임하고 있다. 또한 2012년 5월 11일 조례 개정을 통해 과태료 부과는 1일 위반 횟수가 1회를 초과하더라도 한 차례만 하도록 하고 있다.

운행제한 단속을 위해 24개 시에서 총 1,471대의 CCTV가 이용된다. 이 가운데 1,390대의 교통정보수집장치를 포함한 각종 단속용 CCTV는 차량 통행이 빈번한 주요도로에 설치되어, 당해 지역을 통행하는 전 차량을 대상으로 365일 24시간 모니터링하고 있다. 또한 24개 시 단위별로 구성된 단속반은 81대의 차량 탑재형 CCTV와 매연 단속장비를 이용하여 시·도 및 시·군 경계지점이나, 화물자동차 등의 운행횟수가 많은 도로 곳곳을 다니며 수시로 단속하고 있다.¹⁵⁾

운행제한 단속에 적발될 경우 최초 1회 위반 시는 30일간의 행정지도 기간을 주며, 이후 위반 시마다 20만원씩 과태료가 부과된다.

한편 경기도는 대기관리권역에 설치된 방법용·주정차 단속용·교통정보 수집용 CCTV를 저공해화 미이행 경유자동차를 대상으로 한 운행제한 위반차량 단속용으로 활용하고 있다. 즉 경기도는 운행제한 모니터링 목적을 추가하기 위해, 행정예고를 공고하여(2010. 7. 22), 설치장소, 촬영범위, 시간 등에 대한 시민의견을 수렴한 후 기존의 CCTV를 활용하여 단속하고 있다.

운행제한 위반차량은 2010년 44대, 2011년 55대가 단속되어 위반사실 통보와 함께 행정조치가 이루어진 바 있다. 2012년 6월 기준으로 9대의 행정조치와 1대에 대한 과태료 부과 사례를 발견할 수 있다.



〈그림 3-4〉 경기도 공해차량제한지역의 운행제한 단속방법

〈표 3-3〉 수도권 3개 시·도별 공해차량제한지역의 지정 및 운영현황

구분	서울	인천	경기
법적 근거	서울특별시 공해차량제한지역 지정 및 운행제한에 관한 조례	인천광역시 공해차량제한지역 지정 및 운행제한에 관한 조례	경기도 공해차량제한지역 지정 및 운행제한에 관한 조례
시행일자	2010.11.1	2010.7.1	2010.4.1
대상지역	전 지역	옹진군 영흥면 제외	24개 시 (광주, 안성, 포천, 여주, 양평, 가평, 여천 제외)

15) 교통신문, “경기도, CCTV로 경유차 단속”(2010. 7. 4)

〈표 계속〉 수도권 3개 시·도별 공해차량제한지역의 지정 및 운영현황

구분	서울	인천	경기
적용대상	대기관리권역 등록차량	대기관리권역 등록차량	대기관리권역 등록차량
담당부서	기후환경본부 친환경교통과 저공해사업팀	환경녹지국 대기보전과 차량공해팀	환경국 기후대기과 교통환경팀
단속방법	무인 단속시스템 (6개 지점, 22대 카메라)	비디오카메라를 활용한 인력단속 (8개 지점)	기존 CCTV 활용 (1,471대) 자치단체별 차이
단속현황	1,670대 (2012.3~2012.11)	23대 (2010.7~2012.6)	44대(2010) 55대(2011) 10대(2012.6)
	(서울 92, 경기인천 1,578)	(서울 3, 인천 16, 경기 4)	-
과태료 부과	위반사실 통지(행정조치) 과태료 부과 없음	위반사실 통지(행정조치) 과태료 부과 없음	위반사실 통지(행정조치) 과태료 부과 : 1대(2012)

3) 성과진단

수도권 대기환경개선에 관한 특별법에 따른 공해차량제한지역 시행의 법적 근거 마련을 위해 3개 시·도는 조례를 제정하고 있다. 그러나 관리운영에 대한 구체적인 실행방안 및 계획 등이 수립되지 않아 제도 운영의 실효성이 확보되지 못하여, 노후 경유자동차의 PM10·NOx 저감 기대효과가 나타나지 못하고 있다.

또한 자치단체별 운행제한 관리시스템의 경우 서울시는 별도의 무인단속 시스템을 구축하여 운영하고 있으나, 인천시는 비디오카메라를 활용해 단속하고, 경기도는 기존 CCTV를 활용하여 단속하고 있어 자치단체별 관리시스템 운영상의 차이가 있기 때문에, 향후 모니터링 시스템의 체계화가 필요한 것으로 판단된다.

특히 기존 CCTV와 이동식 비디오카메라, 단속반을 활용한 단속은 저공해의 무화 대상 자동차의 운행특성을 반영하는데 한계를 보이고 있다. 이는 2.5톤 이상의 노후경유자동차의 운행이 빈번한 지역에서의 단속이 아니라, 교통수집정보, 주정차 단속 CCTV의 활용이나 차고지·터미널 등의 순회 감시로는 운행제한의 대상 차량을 관리하기에는 어려움이 있기 때문이다. 서울에서는 2012년 3

월~11월 기간 위반차량이 1,670대이지만, 단속반과 기존 CCTV를 활용하여 단속하는 인천과 경기에서는 위반차량이 50대 미만임이 이를 반증하고 있다.

그리고 자치단체들은 공해차량제한지역의 대상차량 및 위반차량에 대한 정보를 공유하고 있으나, 확인된 위반차량을 해당 자치단체에 통보하는 것으로 그치고 있어, 위반차량의 저공해화 이행 여부를 확인하는데 한계가 있다. 이는 향후 수도권 3개 광역자치단체의 운행제한 시스템의 협력체계가 필요함을 시사하고 있다.

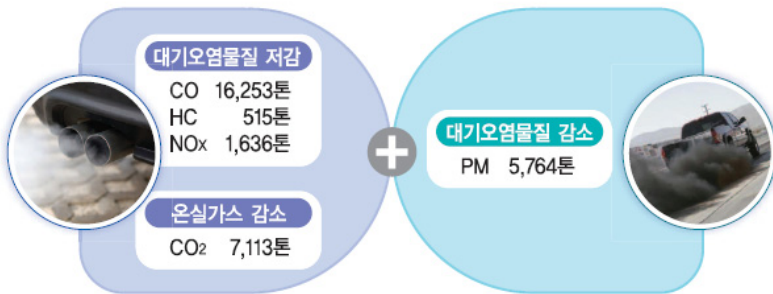
한편 서울을 포함한 수도권에서 수도권 등록차량 중 저공해조치 미이행 차량이나 정밀검사 불합격 차량에 대한 운행제한제도가 도입되었으나, 자동차 오염원의 이동성을 고려하지 않고 수도권 내로 운행되는 외부 유입차량은 그 대상에서 제외되고 있다. 실제 저공해화 미이행으로 운행제한에 단속된 경우, 1차로 위반사실에 대해 통보되고, 통보일로부터 30일 이후 다시 위반사실이 확인되었을 때 과태료가 부과된다. 그러나 위반차량이 저공해화를 이행하지 않고 차량의 등록지를 수도권 이외의 지역으로 이전하는 사례가 발생하여, 제도운영의 대상영역을 확장하는 것이 과제로 대두되고 있다. 이에 따라 차량운행 제한제도의 운영효과를 제고하기 위해서는 수도권 내 등록차량 뿐 아니라 외부 유입차량에 대한 제도 적용을 검토하는 것이 필요하다.

3. 자동차 배출가스 종합검사

우리나라는 자동차관리법에 의해 1980년대 이전부터 정기검사를 실시하였으나, 1992년부터 「대기환경보전법」에 의하여 대기환경 규제지역에서 정밀검사를 시행함으로써 정기검사의 배출가스 검사방법을 더욱 엄격하게 강화한 바 있다. 현재 정기검사와 정밀검사를 통합하여 이중적인 검사 방지 및 시민의 불편 해소, 중복 투자에 따른 사업자의 부담 완화와 함께 배출가스 관리를 더욱 강화하고, 사후관리를 강화하는 방안이 추진되고 있다.

정밀검사 강화	사후관리 강화
• 검사방법 개선 - 정기검사와 정밀검사의 통합 : 종합검사 - 차량 총중량 5.5톤 이상 부하검사 실시(2007) - 운행경유차 검사방법을 도로 실 주행상태 반영 검사로 개선(2010,11)	• 검사 불합격 차량 정비관리 강화 • 자동차 배출가스 사후관리 강화 - 휘발유 · LPG 자동차에 대한 정기검사 및 수시점검 배출허용 기준 강화(2010.7) - 자동차 배출가스 종합전산시스템 운영 - 도로상 운행자동차 배출 오염물질 실시간 측정(그린 패스 제도 도입)

교통안전공단은 자동차 배출가스 종합검사(배출가스 정밀검사)에 대한 대기 환경 개선효과 분석을 위하여 배출가스 검사 결과에 따른 배출가스 저감량, 환경 개선 편익, 기여율을 분석하였다.¹⁶⁾ 즉 자동차 배출가스 종합검사에서 부적합 판정을 받은 자동차의 점검·정비를 통해 부적합 요인을 개선할 경우의 오염물질 저감효과를 추정하고 있다. 2011년 기준 분석결과를 살펴보면, 휘발유·LPG 자동차는 일산화탄소 16,253톤, 탄화수소(HC) 515톤, 질소산화물(NOx) 1,636톤을 저감하고, 경유자동차는 입자상물질(PM) 5,764톤을 저감하는 효과를 나타냈다(교통안전공단, 2012).



자료 : 교통안전공단, 2011년 자동차검사 결과, 2012.

〈그림 3-5〉 자동차 종합검사의 대기환경개선 효과분석

16) 휘발유·LPG를 연료로 사용하는 자동차의 분석방법은 농도측정방식을 질량측정방식으로 환산 추정하는 방법이 사용됨. 경유자동차의 분석방법은 매연저감에 의한 입자상물질의 저감량을 환산 추정하는, 국립환경과학원과 자동차환경센터의 분석기법을 활용함.

제3절 종합정리

2005년부터 지난 7년간 수도권 지역의 대기환경 개선을 위해 약 70만대의 운행 경유자동차를 대상으로 저감장치 부착 등의 저공해화 조치를 시행하였다. 이와 함께, 신차에 대한 배출허용기준을 선진국 수준으로 강화하여 적용하고 있다. 그러나 수도권 대기환경 수준은 기대 이상의 개선효과를 나타내지 못하는 한계상황에 직면하고 있다.

‘선택과 집중’ 전략을 바탕으로 입자상물질(PM₁₀)의 오염도는 서울에서 다소 뚜렷한 개선 경향을 보이고 있으나, 질소산화물의 오염도는 특별대책 시행 이후에도 정체 또는 미약한 개선 수준에 그치고 있다.

최근에는 소득 증대, 시민의식 성숙에 따라 청결하고 쾌적한 생활환경 수요의 지속적인 증대와 함께, 초미세먼지(PM_{2.5}), 질소산화물에 의한 건강 위해도 개선에 대한 정책적 관심이 집중하고 있다. 이는 향후 서울시가 대기환경 개선을 위해 PM·NO_x를 통합관리해야 함을 대변하고 있다.

수도권 대기환경 개선의 가장 큰 쟁점은 입자상물질(PM)의 배출 저감이다. 이를 위해 정부는 제작차 배출허용기준 강화 등 제작차 관련 배출량 저감 대책을 지속적으로 추진하고 있다. 그러나 경유자동차의 등록비율과 노후 경유자동차의 운행비율이 증가하고 있는 상황에서, 상쇄효과(offset effects)에 의해 저감 효과가 반감되고 있다. 이에 따라 실제 운행 경유자동차가 배출하는 입자상물질 등에 대한 획기적인 저감대책 없이는 수도권 대기환경 개선에는 한계가 있음이 지적되고 있다.

그리고 경유자동차 배출가스 관리의 내재적 문제는 판매에 앞서 신차의 배출가스 인증시험이나 운행자동차 대상 배출가스 정밀검사에서 문제가 없다는 판정을 받은 차량도 실제 운행 시에는 오염물질이 배출허용기준을 상회하여 배출되고 있다는 사실이다. 이는 현재의 배출가스 인증기준과 정밀검사 제도가 중저속·중저출력 구간에서 배출되는 대기오염물질 배출량을 기준으로 하고 있

어, 고속구간이나 고출력 구간에서의 대기오염물질 배출 실태를 충분히 반영하지 못하기 때문이다. 즉, 배출허용기준이 짐을 싣고 운행할 때, 에어컨을 켜올 때, 언덕을 오를 때 등 평상시 차량이 운행할 때 배출되는 오염물질의 양을 기준으로 하고 있지 않고 있기 때문에 운행단계에서는 인증시험이나 정밀검사 결과와 달리 더 많은 대기오염물질을 배출하게 된다는 점이다.¹⁷⁾ 특히 환경부 교통환경연구소 실험결과를 보면, 배출허용기준(Euro-5 및 Euro-6)에 맞게 제작된 소형 경유자동차에서 배출되는 질소산화물(NOx)은 실제 운행 조건에서는 배출가스 검사 기준치의 3~5배 정도가 더 많이 배출되는 것을 알 수 있다.¹⁸⁾

유럽, 미국이 이미 자동차 배출가스 인증시험과는 별도로 실제 운행 조건을 반영한 추가적인 배출가스 검사 기준을 만들어 운행 경유자동차로 인한 대한 대기오염을 관리하고 있음은 유의할 대목이다. 따라서 배출가스 검사 시 실제 운행상황이 반영되도록 제도를 개선하고, PM·NOx 동시 저감을 위해 운행자동차 배출허용기준에 PM·NOx 동시규제 방안과 정밀검사에 필요한 장비 및 검사방법 등의 개선이 요구되고 있다.

또한 수도권 PM·NOx 동시저감을 위한 기술적 논쟁에 대한 검토가 필요하다. 현재 수도권 대기환경 개선을 위한 다양한 특별대책 가운데 경유자동차 대상 저공해화 사업의 저감효과가 특히 큰 것으로 보고되고 있어, 모든 자동차가 Euro 5, SULEV 등 차세대 배출허용기준을 만족할 때까지 기존 운행 차량에 대한 저공해화 사업은 지속적으로 추진될 전망이다. 미세먼지에 초점이 맞추어져 운행 경유자동차 대상 DPF 부착 사업과 같은 저공해화 사업은 일차 NO₂ 배출 증가를 유발할 수 있는 가능성이 있는 것으로 판단된다(최유진·김운수, 2011).

이에 따라 운행경유자동차 저공해화 사업을 추진할 경우, NO₂ 문제를 고려

17) 녹색교통 보도자료, 소형 경유차 대기오염 저감대책 시급하다!

18) 'Real Road, Real Driving and Real Emissions' 국제세미나에서 유럽 공동연구센터(EC JRC)가 발표함(2012. 6. 8). 국립환경과학원은 국내 소형 경유차의 운전조건에서 질소산화물 배출량이 표준 실험실 조건에서보다 약 2.8배 많으며, 이를 감안할 경우 수도권 전체 질소산화물 배출량은 기존 산정 결과보다 약 13.3% 이상 상승할 것으로 추정함.

하여 LPG·CNG 차량으로의 교체, 조기폐차, 친환경 저공해차 구입 유도 등에 보다 비중을 두는 접근법이 고려되어야 할 것이다. 이와 함께 NO₂ 배출 증가를 야기하지 않는 수준에서 DPF 장착을 유도하는 정책의 우선순위 조정이 바람직하다.

수도권 대기환경 개선을 위해 추진되고 있는 정책적 수단의 효율성을 둘러싼 논쟁에 대한 폭넓은 판단이 요구되고 있다. 예를 들면, 서울을 포함한 수도권 지역에서는 수도권 등록차량 중 저공해화 조치 미이행 차량이나 정밀검사 불합격 차량에 대한 운행제한 제도를 도입·시행하고 있다. 그러나 수도권 지역으로 유입되는 외부등록 차량은 적용대상에서 제외되고, 엄격한 단속도 이루어지지 않고 있다. 즉 공해차량제한지역의 선언적 제도 시행, 통합 관리시스템의 운영 미흡 등으로 저공해화 사업의 추진효과가 상쇄되어 대기환경 개선의 한계요인으로 작용하고 있다. 이에 따라 수도권 3개 광역자치단체가 상호 협력하여 제도 적용의 효율성을 확보하고, 비수도권에 등록된 노후 경유자동차에 대한 저공해화 지원, 운행대상 확인 및 도로운행 제한과 관련된 법적 한계 검토를 통해 운행제한제도의 실효성을 확보할 수 있는 방안이 모색되어야 할 것이다.

이와 같이 서울을 포함한 수도권의 환경 경쟁력을 배가하고, 나아가 시민건강의 위해도를 개선하려면 미세먼지와 이산화질소의 배출 비중이 높은 노후 경유자동차를 대상으로 생애주기에 기반을 두는 단계별 특화 관리방안이 필요함을 알 수 있다.

제4장 해외 경유자동차 특화관리 사례분석



제1절 주요 도시별 관리사례

제2절 시사점



제 4 장

해외 경유자동차 특화관리 사례분석

제1절 주요 도시별 관리사례

세계 대도시는 자동차에 의한 대기오염이 높게 나타남에 따라 자동차 배출원 대상 ‘선택과 집중’의 특화관리 대책을 마련하고 있다. 신규 제작차의 배출허용기준을 단계적으로 강화하는 사전예고 방식부터 노후자동차의 저공해화 유도, 유지관리(IM), 조기폐차 등 운행자동차의 단계별 관리까지 다양한 저감대책을 적용하고 있다.

이와 함께 운행자동차의 교통수요 관리와 연계하는 차원에서 배출저감장치 미부착 자동차의 운행을 제한하는 환경지역 지정 등의 사례가 보고되고 있다.

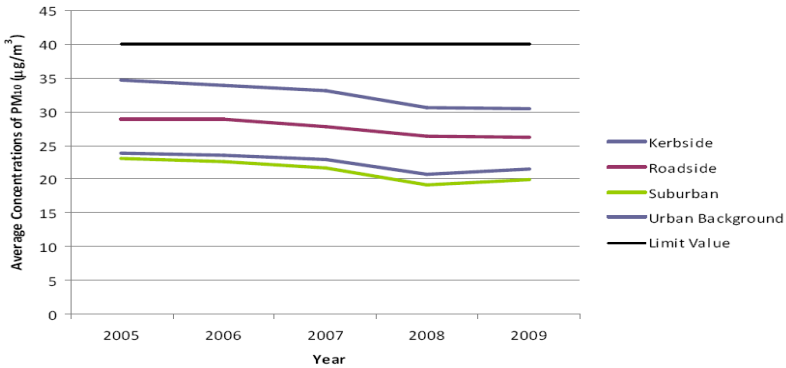
특히 유럽 및 일본에서는 저배출 지역 또는 환경지역의 지정·운영으로 청정 차량의 보급을 가속화하고, 일정 지역에서 오염물질 과다배출 노후차량의 운행 수요 감소를 유도하여 교통유발 오염물질의 배출량을 저감하는 효과를 복합적으로 기대하고 있음을 볼 수 있다.

이하에서는 향후 서울시 경유자동차의 생애주기를 고려해 마련한 특화관리 대책의 적용 가능성을 모색하기 위해 해외도시 사례를 분석하고자 한다. 이는 선진 대도시에서 시행하고 있는 자동차 배출 PM·NO_x 관리사례에서 시사점을 도출하여 원용하기 위한 의도에서이다.

1. 런던

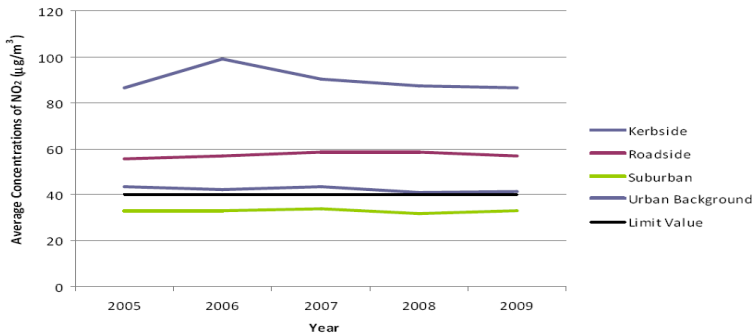
1) 대기환경 현황

런던은 영국의 다른 도시와 비교하여 대기오염이 가장 심각한 수준이다. 뿐만 아니라 대기 중 미세먼지, 이산화질소 농도도 유럽 대기환경 달성목표 기준을 초과하고 있는 실정이다.



자료 : Mayor of London, Cleaning the air-The Mayor's Air Quality Strategy, 2010.

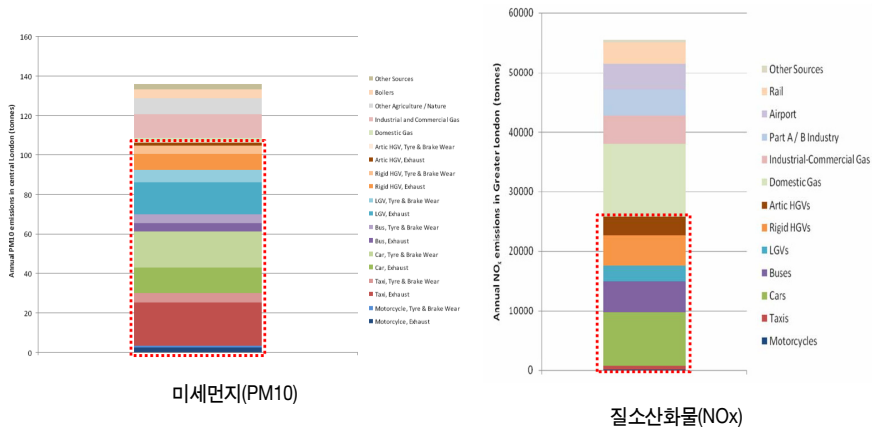
〈그림 4-1〉 런던의 PM10 평균 농도



자료 : Mayor of London, Cleaning the air-The Mayor's Air Quality Strategy, 2010.

〈그림 4-2〉 런던의 NO₂ 평균 농도

런던의 NOx 주 배출원은 도로교통부문으로, 전체 배출량의 약 46%를 차지하고 있다. PM10도 배출량의 79%가 도로교통에서 배출되며, 그 중 35%는 타이어, 브레이크 마모로 인한 배출이다. 2008년 기준 차종별 PM10, PM2.5와 NO₂ 배출 비율을 살펴보면, 미세먼지의 주된 배출요인은 택시, LGV, 승용차이며, NOx 배출은 가정용 가스, 승용차, HGVs에서 비율이 높게 나타났다.



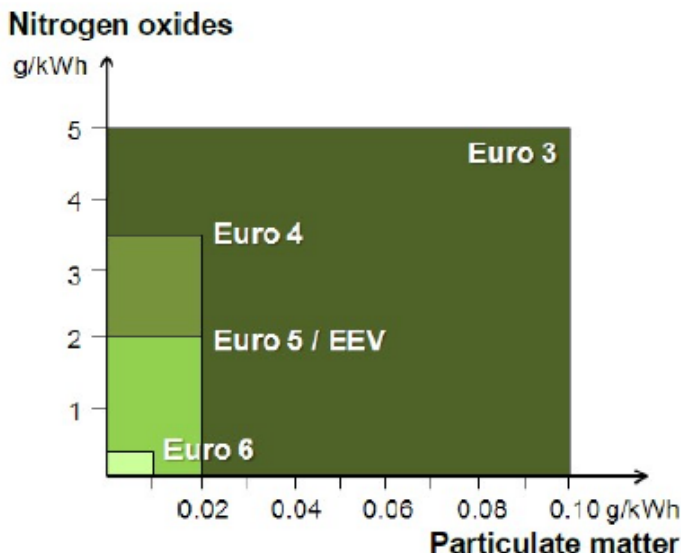
자료 : MAQS Public Consultation Strategy, 2010.3

〈그림 4-3〉 오염원별 PM10 및 NOx 배출비율(2008년)

2) 경유차 관리현황

(1) 배출허용기준 강화

자동차 배출 오염물질의 사전저감 차원에서 제작차 대상 배출허용기준을 지속적으로 강화하여 적용하고 있다. 특히 Euro 4 기준 적용 이후부터 질소산화물에 대한 배출규정이 한층 더 강화되고 있으며, 2014년 하반기부터는 Euro 6 기준이 적용될 예정이다.



〈그림 4-4〉 유럽의 제작차 배출허용기준(미세먼지, NOx) 비교

특히 런던은 자동차 배출 대기오염 영향을 고려하여, 대중교통 부문에서 기후변화 및 대기오염물질 저감의 공·편익 효과를 거두기 위해 ‘New Bus for London’을 바탕으로 하이브리드 버스 보급계획을 수립하고 있다. 최신의 하이브리드 버스는 기존의 경유 버스, 하이브리드 버스에 비해 각각 40%, 15%의 연료효율 향상을 보임에 따라, 2012년 말까지 300대를 보급할 예정이다. 그리고 운행자동차에 대해서는 LEZ 5단계를 만족시키도록 저감장치 부착 등을 통해 2015년까지 모든 버스를 대상으로 NOx의 EuroIV 기준 충족을 고려하고 있다.

한편 택시의 친환경 관리대책으로 연식별 기준을 도입하고, 2012년 4월 1일부터 신규 택시에 대해 Euro V 배출기준이 적용되도록 하고 있다.¹⁹⁾

19) 2012년 1월 1일부터 차령 15년 이상의 택시에 대해서는 면허가 발급되지 않음.

(2) 저배출 지역(LEZ) 시행²⁰⁾

① 운영 실태

저배출 지역(Low Emission Zone : LEZ)은 런던 권역 내에 지정된 특정 환경관리 지역이다. 저배출 지역에서 오염물질을 다량 배출하는 경유자동차는 특정 배출허용기준을 충족시켜야 한다.



런던의 저배출 지역(LEZ)

저배출 지역에는 런던 경계 대부분이 포함되며, 몇몇 장소는 적절한 우회로와 선회지점을 배려하기 위해 제외되고 있다. 모든 혼잡통행료 지역이 저배출 지역에 포함되고 있어, 통행 부과금 면제 또는 100% 할인 대상이 아닌 차량이 런던 중심지역 혼잡통행료 지역을 운행할 경우 혼잡통행료 이외에 1일 요금을 지급하도록 하고 있다.²¹⁾

저배출 지역은 1일 24시간, 1년 365일 운영되며, 진입 지점에 표지판을 설치하여 저배출 지역에 대한 정보를 제공하고 있다. 저배출 지역 내에 약 5km마다 설치된 표지판은 운전자에게 저배출 지역에 있음을 알려주고, 저배출 지역 외부 도로의 주요 지점에 설치된 표지판은 저배출 지역으로 접근하고 있음을 사전에 알려준다.



저배출 지역(LEZ) 표지판

20) 런던교통국(TfL)은 런던 저배출 지역 부과 규칙 2006(The Greater London Low Emission Zone Charging Order 2006)을 2006년 11월 13일에 수립하고 2006년 11월 13일~2007년 2월 2일 기간 동안 저배출 지역에 대한 의견 수렴을 실시해 2007년 4월 시행조례를 확정하여, 2008년 2월부터 단계적으로 시행함.

21) 혼잡통행료는 월요일~금요일, 7:00AM~6:00PM만 적용됨.

〈표 4-1〉 런던 저배출지역(LEZ)의 배출허용기준 및 일일 부과금

대상 차량	중량	차령	기준	요금	벌금
대형 밴 4×4 경다목적 차량 말 운반용 화물차 픽업차량	자체 중량 1,205톤 차량 총중량 3.5톤	2002년 1월 1일 이전 등록 차량	Euro 3	£ 100	£ 500 (조기 납부 50% 감면)
응급차 캠핑카	차량 총중량 2.5~3.5톤				
미니버스(8인승 이상)	차량 총중량 5톤 이하				
대형 화물차 구난차량 콘크리트 믹서 소방차 모래 뿌리는 차량 캠핑카 말 운반용 화물차 청소차 제설차 덤프트럭	차량 총중량 3.5톤 이상	2006년 10월 1일 이전 등록 차량	Euro 3	£ 200	£ 1,000 (조기 납부 50% 감면)
버스 코치 (8인 이상)	차량 총중량 5톤 초과				

자료 : TfL, “Emssions standards have changed, Have you taken action?”, 2012.

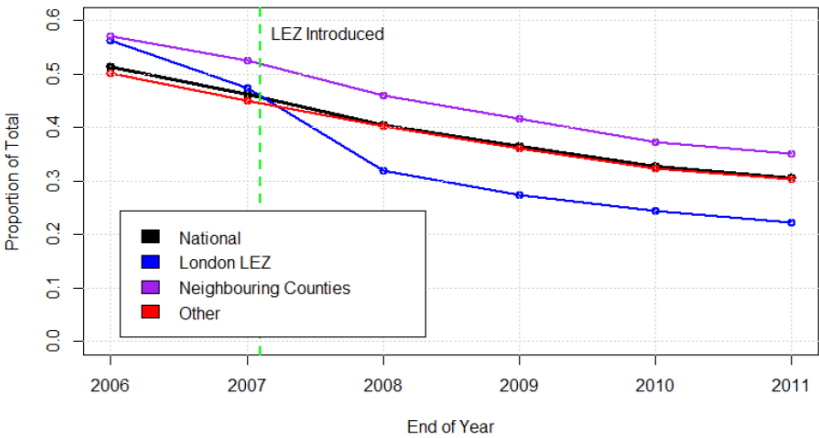
저배출 지역 통행에 따른 1일 부과요금은 화물차, 버스, 코치는 200파운드, 대형 밴과 미니버스는 100파운드이며, 자정부터 다음날 자정까지 적용된다(예를 들면, 저배출 지역 운행 시간이 오후 10시~새벽 2시일 경우에는 2일의 요금을 납부하도록 하고 있다).

저배출 지역 내에서의 단속은 고정식 또는 이동식 카메라를 이용하여 이루어지며 GB(Great Britain) 데이터베이스 등록여부에 따라 대상 차량, 일일 요금 부과 사항을 확인하고 요금이 부과되지 않은 차량에는 벌금 고지서를 발급한다. 벌금은 화물차, 버스, 코치는 1일 1,000파운드이며, 대형 밴, 미니버스는 1일 500파운드이다. 14일 이전에 납부하면 50% 감면혜택이 주어진다.

② 운영효과

영국에서는 Euro 3 배출기준 적용 이전의 3.5톤 초과~12톤 이상 대형 경유자동

차 등록대수가 2006년 말 51.4%에서 저배출 지역 시행 직전인 2007년 말에 46.2%로 감소하였다. 런던에서도 Euro 3 배출기준 이전의 등록대수 비율이 같은 기간 47.4%에서 31.9%로 감소하였고, 2008년 이후 매년 감소추세를 보이고 있다. 이러한 노후 대형 경유차의 등록대수 비율 감소는 자연 대체에 의한 감소효과도 있으나, Euro 3 배출기준 이전 차량의 20% 정도는 저배출 지역 시행에 의한 감소효과인 것으로 추정되고 있다(Richard B, 2012).²²⁾



자료 : Richard B, Ellison etc, “Medium term effects of London’s low emission zone”, 2012

〈그림 4-5〉 Euro 3 배출기준 적용 이전 대형 경유자동차(3.5톤 초과~12톤 이하) 등록비율

저배출 지역 시행 이전인 2007년에 대형 화물 차량의 약 64%가 LEZ 내에서 운행되었으며, 이 가운데 약 14%가 12톤 초과 초대형 화물 차량이었다. 그러나

22) EU 자동차 등급분류를 살펴보면, N1는 1.305톤~3.5톤 상업용 경차, N2는 3.5톤 초과~12톤 이하의 대형 트럭, N3는 12톤 초과와 초대형 트럭으로 분류함.

Vehicles class	Vehicles type equivalent	Maximum Weight(ton)
N1-Class I	LCV - small	1,305
N1-Class II	LCV - Medium	1,76
N1-Class III	LCV - Large	3,5
N2	HGV - Rigid	12
N3	HGV - Articulated	>12

저배출 지역 시행 이후 LEZ 내에서 운행되는 화물 자동차의 구성 비율에 약간의 변화가 있었다(<표 4-2> 참조).

오염물질을 더 많이 배출하는 대형·초대형 화물 자동차의 운행 감소로 경·소형 자동차의 운행비중이 다소 증가하였으나, 전체적으로 배출량은 감소하였다.

〈표 4-2〉 저배출 지역(LEZ)의 등급별 화물자동차 운행 비중

구분	2007	2009	2010	2011
N1(LCV)	77.9%	81.1%	81.3%	81.2%
N2(Rigid)	8.0%	5.7%	5.6%	5.5%
N3(Articulated)	14.1%	13.2%	13.1%	13.3%

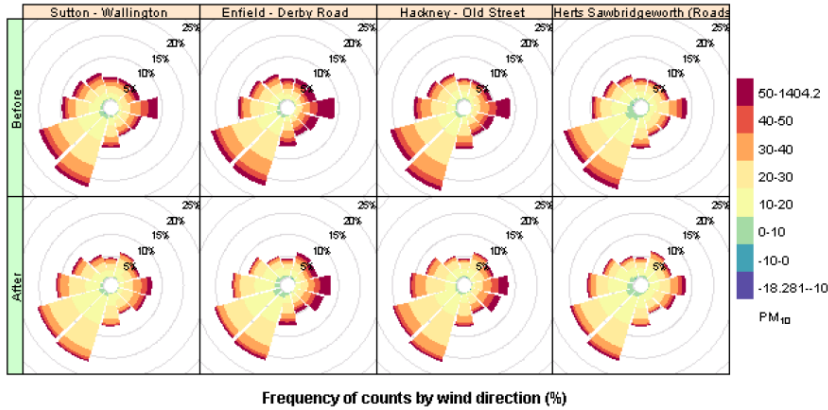
자료 : Richard B, Ellison etc(2012)

저배출 지역 시행에 의한 대기환경 개선 효과를 추정한 결과, LEZ에서 중대형 자동차 증가에도 불구하고, 미세먼지와 질소산화물의 농도가 감소하는 효과를 보이고 있다. 특히 대형 자동차의 통행이 빈번한 지역에서 대기환경 개선 효과가 더욱 크게 나타나고 있다.²³⁾

또한 미세먼지 연평균 농도는 배출량의 계절적 변화를 감안하더라도 지난 10년 동안 감소추세를 보이고 있으며, LEZ 내에 위치한 측정지점은 약 2.46~3.07%, 외부 측정지점은 약 1% 수준의 개선효과를 나타내고 있다. 저배출 지역을 지정·운영한 이후, 외부 지역에 위치한 지점은 평균 1.9%의 농도 증가가 있었으나 내부 측정지점은 안정되거나 감소추세를 보이고 있다.

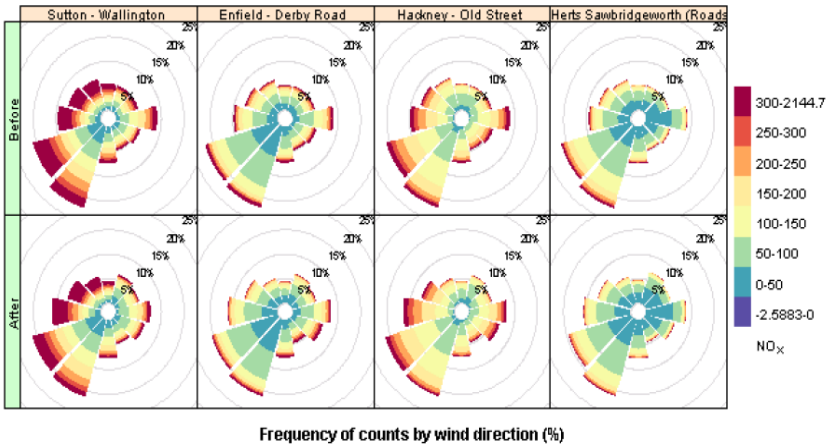
미세먼지 농도 빈도를 비교하면, LEZ 시행 이후 $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상의 출현빈도가 감소한 가운데 내부지점은 지난 10년간 연평균 13% 감소하고, 외부 지점은 약 7% 감소한 것으로 나타났다.

23) 대기질 측정자료를 활용하여 추정하였으며, 4개의 측정지점 가운데 3곳은 LEZ 내부(Sutton, Enfield, Heckney), 1곳은 LEZ 경계 북쪽으로 25km 떨어진 지점에 위치함. Heckney 지점은 혼잡통행료 구역 밖에 위치함. 모든 측정결과는 주요 도로변을 따라 측정된 자료를 활용함.



자료 : Richard B, Ellison etc(2012)

〈그림 4-6〉 LEZ 도입 전 · 후의 PM10 배출 농도 변화



자료 : Richard B, Ellison etc(2012)

〈그림 4-7〉 LEZ 도입 전 · 후의 NOx 배출 농도 변화

NO₂ 농도수준은 LEZ 내부 측정지점과 외부 측정지점 사이에 명확한 차이는 없으며, 모든 지점에서 2008년~2011년 기간에 연간 0.5~1.5%의 감소만 나타나고 있다. 결과적으로 LEZ를 도입한 이후에도 NO₂ 오염농도의 감소효과는 기대

하기 어려워, 향후 PM·NOx 동시저감을 위한 보완대책이 필요한 것으로 평가되고 있다.

③ 향후 관리 방향

런던 교통국은 NOx 저감 장치의 인증과 적용계획 마련 등을 조건으로 2015년부터 런던의 LEZ에 HGVs, 버스, 코치 등에 대한 NOx 배출기준을 도입하기 위한 연구를 수행하고 있다. 이를 위해 기존의 LEZ 지역을 세분화하여 런던 중심부 혼잡통행료 부과지역(Congestion Charging Zone ; CCZ), North·South Circular Roads 경계지역(Inner London), 런던 전역에 대해 보다 강화된 배출기준 적용에 따른 대기오염물질 저감 잠재량 및 사회·경제적인 영향을 분석하고 있다.

연구 결과에 의하면, 도로교통부문이 런던의 미세먼지와 질소산화물 배출량의 각각 60%, 50% 정도를 차지하고, 런던 중심부에서 미세먼지에 대한 도로수송부문의 비중은 80% 수준으로 나타났다. 이 가운데 택시가 34%로 가장 큰 비중을 보이고 있고, 다음으로 경량 화물자동차(LGVs)가 26%, 승용차가 17%, 대형 화물자동차(HGVs)가 11%, 버스가 8% 순으로 조사되었다. 질소산화물 배출량은 버스가 약 40%로 가장 큰 비중을 차지하고 있어, 정부의 NOx 저감장치 개발 및 인증에 따라 향후 NOx 저감부담이 예상되고 있다.

또한 Inner London 지역에 LGV와 승용차의 Euro 5 기준을 적용한 시나리오에 의하면, PM10은 각각 23톤, 28톤 삭감이 가능하고, NOx는 각각 114톤, 302톤의 삭감이 가능한 것으로 분석되었다.

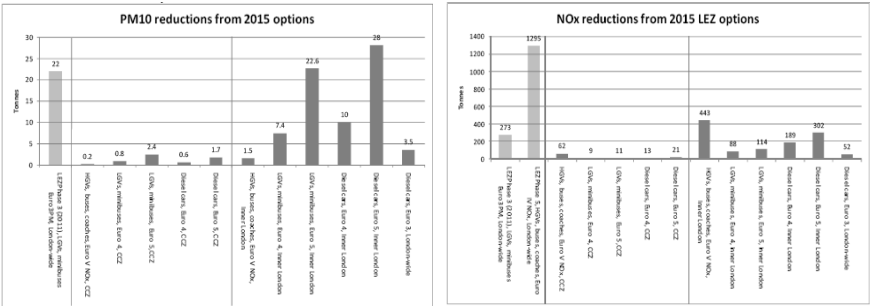
그러나 Euro 5 기준 적용 시 이행대상 차량이 매우 확대되어 사업 추진과정에서 LGV에 1억파운드, 승용차에 1.5억파운드 정도가 소요되는 것으로 추정되었다. 게다가 CCZ 및 Inner London에 설치되는 단속 카메라의 운영에 따른 추가적 운영비용을 고려하면 막대한 비용이 필요한 것으로 분석되었다. 아울러 저소득 계층과 소규모 영세 사업자들이 노후 승용차, LGV, 미니버스 등을 소유하고 있어, 이해관계자들에 대한 협조의 어려움과 Euro 4 자동차에 대한 NOx

저감장치 설치의 기술적 어려움은 LEZ 배출허용기준 강화의 한계사항으로 지적되고 있다.

〈표 4-3〉 자동차 유형, 도입 시기, 지역에 따라 적용 가능한 LEZ 배출 기준 시나리오

구분	지역	HGVs/버스/코치	LGV/미니버스	경유 승용차
2013	CCZ	-	Euro 4 PM	Euro 3 Euro 4
2015	CCZ	Euro V NOx	Euro 4 PM Euro 5 PM	Euro 4 Euro 5
2015	Inner London	Euro V NOx	Euro 4 PM Euro 5 PM	Euro 4 Euro 5
2015	London-wide	-		Euro 3

자료 : TfL, 2011, 6, “Stricter emission standards for central or inner London : a provisional assessment of portential feasibility and effectiveness”



자료 : TfL(2011)

〈그림 4-8〉 LEZ 계획 시나리오별 PM10 및 NOx 감소량(2015년)

(3) 미세먼지 저감장치 인증기준에 NO₂ 배출제한 기준 추가

EU의 미세먼지 저감장치 인증기준은 대상차량이 미세먼지 외 다른 기준성 대기오염물질에 대한 Euro 배출기준을 만족하도록 요구하고 있다. 또한 미세먼지 저감장치 부착 전·후 측정한 NO₂/NO_x의 비율도 요구하고 있으나 특별한 기준은 설정하지 않고 있다.

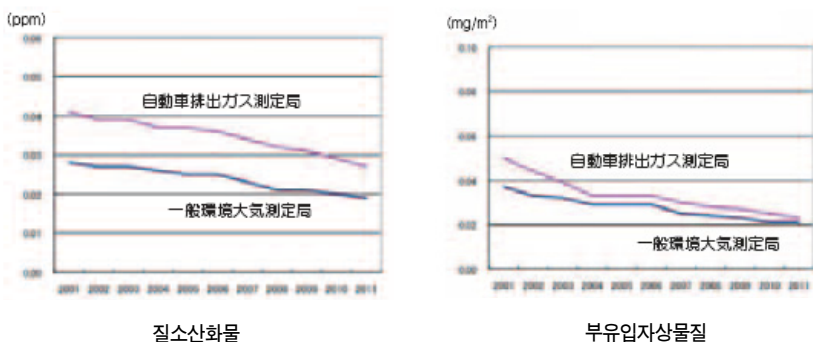
이에 따라 NO₂ 농도를 개선하기 위해 미세먼지 저감장치의 인증기준에 NO₂ 증가에 대한 설정을 고려하고 있으며, 관련업체와 논의 중이다.²⁴⁾

2. 도쿄

1) 대기환경 현황

도쿄도에서는 82개 대기측정소가 이산화질소의 대기오염 수준을 실시간으로 모니터링하고 있다. 이 중 47개 지점은 일반 도시대기측정소이며, 35개 지점은 도로변 측정소이다.

도쿄도의 NO₂와 부유입자상물질의 연평균 농도는 꾸준히 감소하고 있다. 2010년 모든 도시대기측정지점에서 환경기준이 100% 달성되었고, 일부 도로변 측정지점(35개 측정지점 중 1개지점)에서만 NO₂, 부유입자상물질의 환경기준이 달성되지 못한 것으로 나타났다.

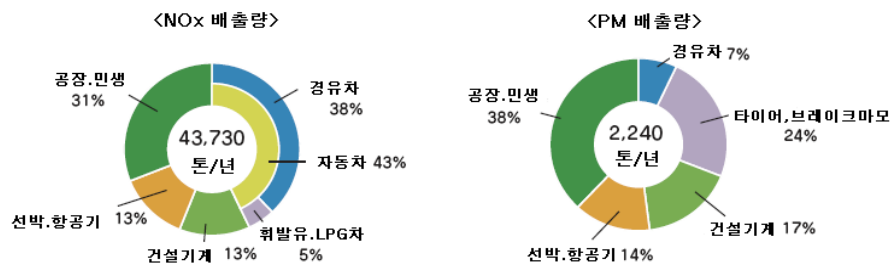


자료 : 도쿄도, 2012, 도쿄의 환경 2012

〈그림 4-9〉 도쿄도 대기오염물질 농도 변화

24) Transportat of London, The Low Emission Zone, 2010. 6. 24

도쿄의 입자상물질 및 질소산화물 배출량을 살펴보면 NO_x의 약 50%, 미세먼지의 약 25%가 자동차(건설기계 포함)에서 배출되고 있다. 특히 자동차 배출량 가운데 질소산화물의 90%, 미세먼지의 대부분이 경유자동차에 의해 배출되는 것으로 보고되고 있다.



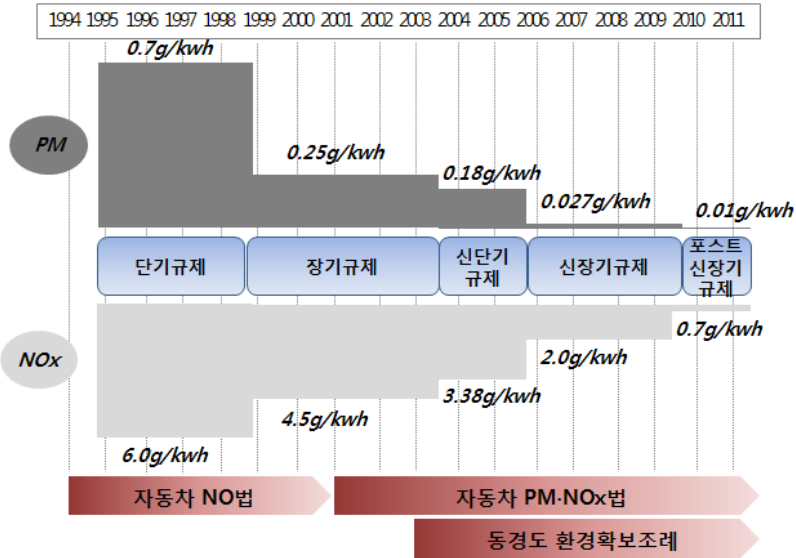
자료 : 도쿄도, 2012, 도쿄의 환경 2012

〈그림 4-10〉 도쿄도 질소산화물과 미세먼지 배출량(2010년 기준)

2) 경유차 관리대책

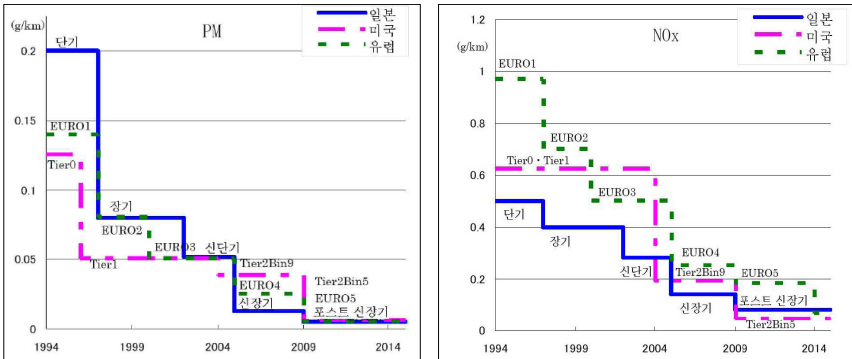
(1) 제작차 배출기준 강화

일본의 경유자동차 배출가스 규제 연혁은 다음과 같다. 1972년에 PM 규제제도가 제정된 이후, 1974년에 일산화탄소, 탄화수소, 질소산화물이 규제 대상물질로 추가되었다. 1994년 단기, 1998년 장기, 2003년 신단기, 2005년 신장기 규제에 이어, 2010년 포스트 신장기 규제가 시행되면서 PM과 NO_x 배출가스 규제기준이 점진적으로 강화되고 있다. 특히 대형트럭과 버스(차량 총중량 3.5톤 이상)는 포스트 신장기 규제에서 부유입자상물질의 규제목표가 1994년의 1/70, NO_x의 규제목표는 1994년의 1/10 수준으로 단기간에 규제기준이 크게 강화되었다.



자료 : 김용우 · 민준석, 2008, 2, 일본의 경유차 PM · NOx규제동향 및 저감기술, Auto Journal

〈그림 4-11〉 일본의 대형 경유차 PM 및 NOx 배출규제 변화추이



자료 : 최유진 · 김운수, 2011

〈그림 4-12〉 일본과 유럽, 미국의 배출규제 기준 비교

일본은 유럽과 비교하여 경유자동차에 대한 배출가스 허용기준이 엄격하고, 경유자동차에 대한 부정적 인식이 강하여 경유자동차(승용차)의 보급률이 높지 않다. 2005년 경유자동차(승용차)의 등록비율은 4% 수준이고, 2010년 판매 비

율은 0.2% 정도로 나타나 경유승용차의 보급률이 높지 않음을 추정할 수 있다 (최유진·김운수, 2011).

그러나 2010년부터 적용되는 포스트 신장기 규제에 포함되는 경유자동차는 휘발유 규제치 수준과 유사하여 클린디젤차로 정의되고 있다. 클린디젤차는 연비, 이산화탄소 배출과 관련하여 휘발유 자동차보다 우수한 것으로 평가되고 있어, 2008년 7월부터 ‘저탄소사회 만들기 행동계획’에 포함되었다. 또한 일본정부는 클린디젤차 보급 확대를 위해 2009년 4월부터 2012년 3월까지 클린디젤차 취득세를 현행 5%에서 0%로 감면하는 등 다양한 인센티브를 부여하고 있다.

(2) 저공해차 보급

자동차 배출가스를 저감하기 위해서는 배출가스 규제 강화와 함께 배출가스를 발생시키지 않거나 대폭 줄인 저공해 자동차의 보급이 중요하다. 이에 따라 환경확보조례 제35조에 근거하여 도쿄도 내 200대 이상의 자동차를 사용하는 사업자를 대상으로 도가 지정하는 저공해차를 일정 비율 이상 도입하도록 유도하고 있다. 이와 함께 저공해·저연비 자동차의 도입을 촉진하기 위해 중소기업에 대한 각종 지원제도를 시행하고 있다.

〈표 4-4〉 도쿄도 저공해자동차 보급 지원제도

용자 제도	자동차 저공해화 촉진 자금	• 도쿄신용보증협회가 보증하고, 취급금융기관이 장기 프레임 이내에서 용자 • 도의 보조는 아래와 같음.			
		구분	대상	이자 보조	보증료 보조
		구입	지정 저공해차·저연비차	1/2	2/3
보조 제도	우량 하이브리드(HV) 버스	대체	최신규제적합차	1/2	2/3
		• 보조대상 경비에서 국가보조금을 제외한 1/2 보조 • 예정 대수 10대			
	우량 하이브리드(HV) 트럭	• 통상 차량과의 가격차에서 국가 보조금을 제외한 1/2 보조 • 예상 대수 640대			
	차세대 자동차	• 전기자동차 및 플러그인 하이브리드 차로 대체하는 것 • 보조대상 경비에서 국가 보조금을 제외한 1/2 보조 • 예상 대수 전기자동차 250대, 플러그인 하이브리드차 320대			

(3) 경유자동차 운행 규제

경유자동차 배출가스에 포함되는 미세먼지는 암 및 꽃가루 알레르기 유발 등 건강에 미치는 영향이 크다. 이에 따라 도쿄도는 도민의 건강과 안전한 생활환경을 확보하기 위해 2000년 12월 「도민의 건강과 안전을 확보하는 환경에 관한 조례」(일명 : 환경확보조례)를 제정하기에 이르렀다. 특히 도쿄도는 이 조례에서 정하는 PM 배출기준을 만족시키지 못하는 경유자동차의 운행을 도내 전역에서 제한하는 독자적인 운행자동차 규제(주행규제)를 국가에 앞서 실시하기로 방침을 정하였다. 도쿄도가 제안한 경유자동차 운행 규제는 수도권외의 사이타마현(2001년 7월), 치바현(2002년 3월), 가나가와현(2002년 9월)에 파급되어, 대기환경 개선을 목표로 하고 있던 각 현은 도와 거의 동일한 규제를 조례에서 규정하게 되었다.

① 운영시스템

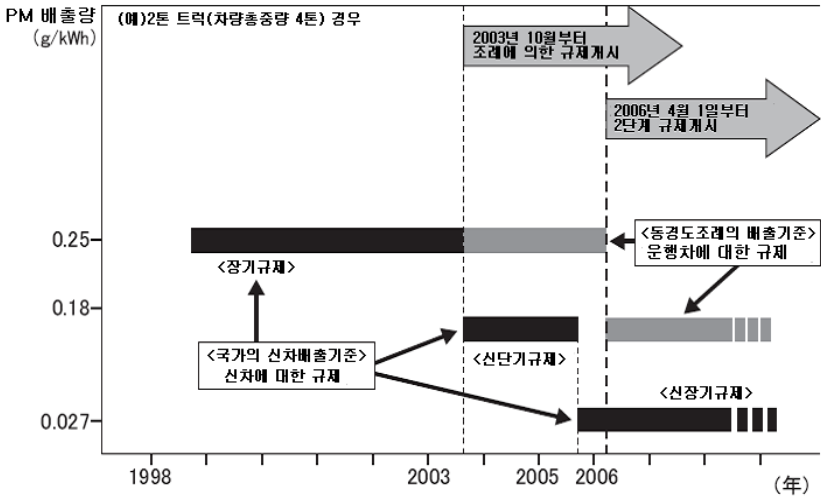
경유자동차 운행 규제는 1도3현의 전역에서 2003년 10월 1일부터 공동으로 시행되고 있다. 수도권 1도3현은 사회·경제적으로 밀접한 관련이 있고 도내 유입 자동차의 약 80%가 인접 3현으로부터의 차량임을 감안하여, 대기환경 개선을 위해 도쿄를 비롯한 광역적인 대응이 반드시 필요하다는 공감대가 형성되어 있다.

이러한 배경 때문에 도쿄도 및 3개현은 일본의 “NOx·PM법” 규정에 근거하여 관리대상 지역을 사이타마현·치바현·도쿄도 및 가나가와현의 전역으로 설정하고 지역 외부에서 유입된 차량도 포함하여 배출기준에 적합하지 않은 노후 경유자동차의 운행을 금지하는 독자적인 제도를 시행하게 되었다. 운행제한 대상이 되는 경유자동차는 버스, 트럭 및 콘크리트 믹서차, 냉장·냉동차 등의 특수 자동차이며 승용차는 제외된다. 다만 신차등록일로부터 7년간은 유예기간으로 두고 있다.

〈표 4-5〉 도쿄도 경유차 규제대상 차종

번호판의 분류번호	규제대상차	용도	예시	비고
1- 4- 6-	화물자동차	화물	트럭(캡오버), 밴	◎ 자가용, 사업용 증별에 관계없음. ◎ 소형 보통자동차의 증별은 관계 없음.
2- (일부 5-, 7-)	승합자동차 (승차정원 11인 이상)	승합	버스 마이크로 버스	
8-	특정용도 자동차	특종	냉장, 냉동차 콘크리트·믹서차	◎ 승용차 타입을 버스로 한 것은 규제 대상 외

한편 배출기준에 적합하지 않는 자동차는 최신 규제에 적합한 차나 저공해자동차로 교체하거나 도지사가 지정한 입자상물질 저감장치(PM 감소장치)를 장착해야 한다. 조례에서 정한 PM 배출 기준은 2003년 규제 시행 이후 국가의 신차에 대한 장기 규제와 같은 값을 적용하고 있다. 도쿄도·사이타마현은 2006년 4월 1일부터 운행자동차의 PM에 대한 새로운 규제치(2단계 규제 : 0.25 → 0.18g/kwh로 강화)를 적용하고 있다.



〈그림 4-13〉 국가와 도쿄도의 PM 배출기준

한편 도쿄도는 자동차 배출 규제의 실효성을 확보하기 위해 환경확보조례(제 61조, 제 152조)에 근거하여 자동차 공해 감시원(자동차 G맨)을 배치하고, 기준에 적합하지 않는 차에 대한 단속을 하고 있다.

도쿄도 배출가스 규제 단속은 사업소의 출입 검사, 노상·물류거점 등에서의 차량 검사, 비디오카메라에 의한 주행차량의 촬영 등으로 이루어진다. 또한 2004년 6월부터 수도고속도로에 설치한 고정 카메라를 활용해 유입자동차 대책을 강화하였고, 매연 STOP 110번을 개설해 도민으로부터 전화 신고를 받고 있다.

이와 함께 행정지도의 일환으로 도내에 차량 근거를 둔 사업소 출입을 통한 단속을 실시하고 있다. 단속반은 사업소에서 경유차의 보유대수를 확인한 다음 규제 미달 차량이 있는 경우 부적합 차량 통지서, 주행이 확인된 경우에는 위반 통지서를 발행하고 있다. 이후 친환경 관리가 미흡한 차량으로 확인된 경우에는 행정처분이 이루어지며, 필요시 도외 사업소에도 출입 조사를 하고 있다.



〈G맨에 의한 노상·물류시설, 주차장 단속〉



〈이동카메라 단속·주간·야간〉



〈고정카메라-고속도로 설치〉



〈도민으로부터의 신고〉

〈그림 4-14〉 도쿄도 위반 경유차의 규제 단속

② 운영효과

배출 규제제도 시행 이후 2012년 3월말까지 노상·물류거점에서의 단속은 총 1,000개소(주요 간선도로, 시장 부근, 도청 주변 등)에서, 비디오카메라 촬영에 의한 조사(주요 간선도로, 시장, 물류 거점)는 총 901개소에서 시행되었다.

위반차량의 도내 주행이 확인된 경우, 도쿄도는 규제 내용의 신속한 이행을 재촉한 이후 행정처분으로서 차량의 운행책임자에게 도내의 운행금지를 명령한다. 특히 운행금지 명령을 받는 자가 명령을 준수하지 않는 경우에는 위반자 이름 공표, 50만엔 이하의 벌금 등의 벌칙이 적용된다. 이와 함께 화물의 수탁자에게 조례를 준수하는 자동차를 사용하도록 명시하는 등 필요한 조치를 하도록 권고하고 있으며, 권고를 따르지 않을 경우에는 성명을 공표하고 있다.

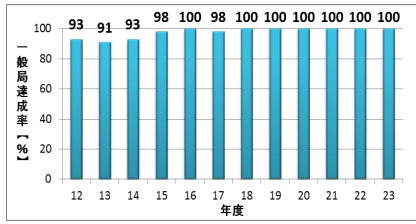
2003년 10월 1일부터 2012년 3월 31일까지 단속현황을 살펴보면, 전체 확인·조사대수 29,501대 가운데 889대가 규제미달로 단속되었으며, 도내 등록차량보다 도외 등록차량의 위반율이 더 높았고, 운행금지 명령 발행은 344명, 처분대수는 47대로 나타났다.

〈표 4-6〉 도쿄도 위반 경유자동차 단속현황(2003년 10월 1일~2012년 3월 31일)

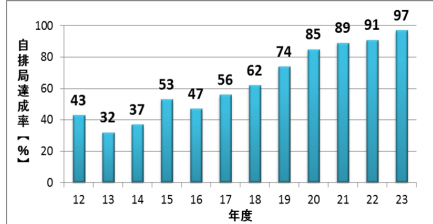
구분	확인·조사대수	적합차량	위반차량	위반율
	29,501	28,612	889	3.0%
도내	15,615	15,372	243	1.6%
도외	13,886	13,240	646	4.7%

자료 : 도쿄도, 위반경유차 단속현황(<http://http://www.kankyo.metro.tokyo.jp>)

경유자동차 배출규제에 의한 대기환경 개선효과는 2005년부터 2010년까지 모든 자동차 배출가스 측정소에서 SPM 환경기준이 충족되고 있다는 사실이 증명하고 있다. 2011년 환경기준 달성비율은 97.1%(35개소 중 1개소 미달성)이었으나, 연평균 농도는 2010년보다 전반적으로 개선된 것으로 조사되었다.



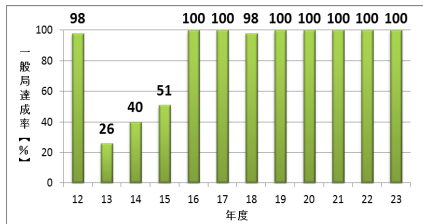
[NOx(일반 도시대기측정소)]



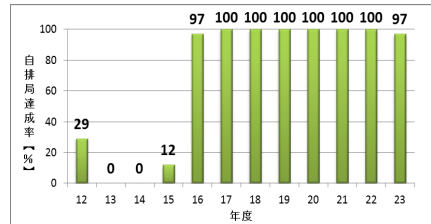
[NOx(도로변 측정소)]

자료 : 도쿄도 홈페이지, 2013, 도쿄도 자동차배출가스 질소산화물 및 입자상물질 총량 삭감계획

〈그림 4-15〉 도쿄도 NOx 환경기준 달성현황



[부유입자상물질(일반 도시대기측정소)]



[부유입자상물질(도로변 측정소)]

자료 : 도쿄도 홈페이지, 2013, 도쿄도 자동차배출가스 질소산화물 및 입자상물질 총량 삭감계획

〈그림 4-16〉 도쿄도 부유입자상물질 환경기준 달성현황

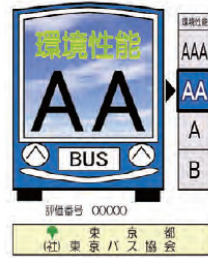
(4) 자동차의 NOx 대책

도쿄도는 환경확보조례를 개정하고, 도내의 하주·여행업자가 환경부하가 큰 차량을 이용하지 않도록 하는 의무를 새롭게 규정하여 2009년 4월부터 추진하고 있다.

도쿄도는 이러한 규정을 각종 사업 활동에도 적용하고 있다. 즉 자동차를 이용할 때 계약의 상대방에게 환경부하가 큰 차를 이용하지 않도록 유도하는 대책을 추진하고 있다. 예를 들면 라벨링 제도를 활용하여 도쿄도의 사업에서 버스를 이용할 때에는 일정 환경성능을 만족하지 않는 버스를 제외하도록 하고 있으며, 기업도 이에 동참하도록 촉구하고 있다.

관광버스의 환경라벨링

도쿄도는 국내의 버스여행에 참가하는 손님이 환경이 우수한 버스를 이용할 수 있도록 버스업계 단체 및 여행업계 단체와 협력하여, 관광버스의 환경 라벨링 대책을 실시하고 있다. 관광버스의 환경라벨링(환경성능 표시)은 국내 여행에서 사용하는 버스가 환경에 우수하다(배출가스 수준)는 관점에서 평가하고, 평가결과(AAA~B)를 버스 본체나 투어 팸플릿에 표시하는 것이다.



3. 베를린

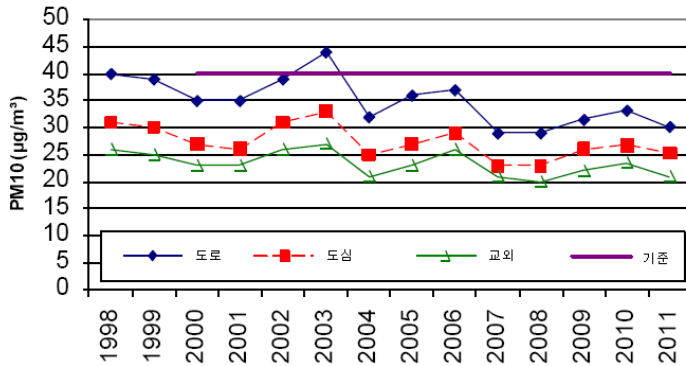
1) 대기질 현황

베를린은 대기질 모니터링에 대한 정기적인 평가를 규정하고 있는 연방배출 방지법(Federal Emission Control Act) 제44조에 근거하여, 베를린 대기질 측정망(Berliner Luftgüte-Messnetz ; BLUME)을 운영하고 있다.

미세먼지는 지속적으로 감소 추세를 보이고 있으나, 도로변 측정소의 농도가 도심이나 교외의 농도보다 높게 나타난다. 특히 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 초과 발생일수의 출현 빈도가 도로변 측정소에서 높은 것으로 파악된다.

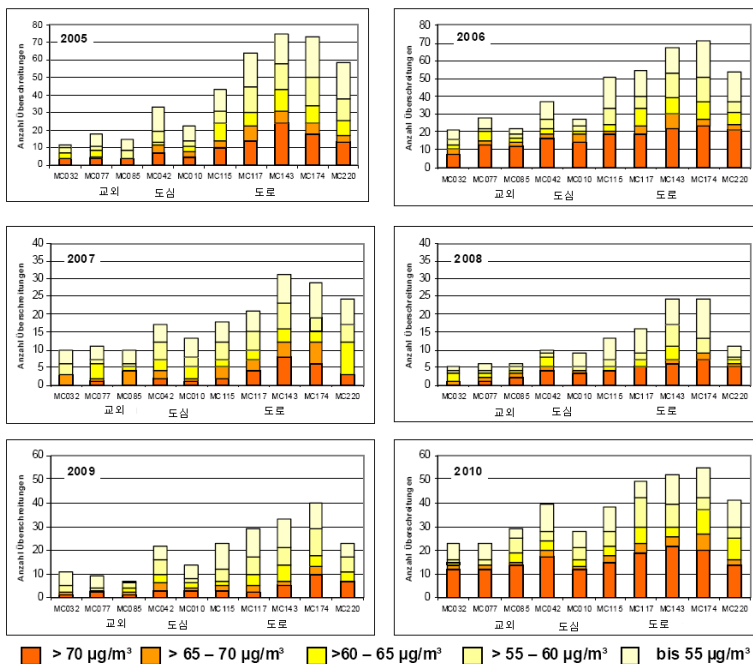
이산화질소의 연평균 농도의 경우에도 전체적으로 감소 경향을 보이고 있다. 다만, 도심, 교외 측정소보다 도로변 측정소의 이산화질소 농도가 높으며, 연평균 $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ 기준을 초과하고 있다. 특히 2005~2006년의 도로변 측정소의 높은 평균농도는 풍속, 고기압의 기상 등의 영향도 있으나, 경유자동차에서 배출되는 이산화질소 배출에 기인한 것으로 판단된다.²⁵⁾

25) 자료 : Berlin, 2012. 5, Luftgütemessdaten 2011



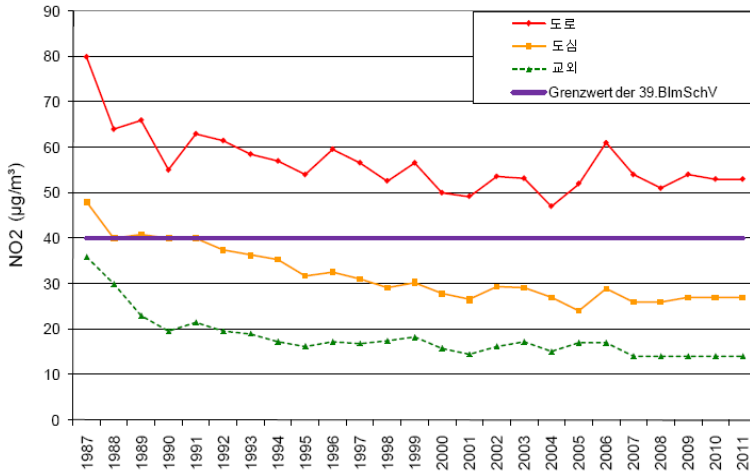
자료 : Berlin, 2012, 5, Luftgütemessdaten 2011

〈그림 4-17〉 베를린의 측정소별 PM10 평균농도 분포



자료 : Berlin, 2013, Entwurf Luftreinhalteplan 2011 bis 2017 für Berlin

〈그림 4-18〉 측정소별 PM10 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상 초과일수의 농도 분포



자료 : Berlin, 2012, 5, Luftgütemessdaten 2011

〈그림 4-19〉 베를린의 NO₂ 평균농도 분포

베를린의 PM₁₀, NO₂의 배출량은 1989년 이후 감소하는 경향을 보이고 있다. 1989년과 비교하여 PM₁₀은 82%, NO₂는 73% 정도 감소한 것으로 나타났다. 2009년 NO₂ 배출량은 교통부문(자동차)이 약 40%, PM₁₀의 배출량은 타이어, 도로 표면, 브레이크 마모, 도로 재비산 등을 포함한 교통부문이 약 29%의 비중을 차지하고 있다.

〈표 4-7〉 베를린의 부문별 NO₂ 및 PM₁₀ 배출량

(단위 : t/y)

		1989	1994	2000	2002	2005	2008	2009
NO ₂	Total	69,971	42,417	25,981	21,913	20,292	20,744	18,619
	Facilities requiring authorisation	41,757	16,172	8,331	6,499	6,034	6,594	6,594
	Home furnaces	2,704	3,120	2,860	2,860	2,945	2,900	2,807
	Small commercial	1,200	700	190	185	160	150	127
	Traffic (only motor vehicles)	21,410	19,025	12,400	10,455	9,538	9,500	7,510
	Traffic (other)	1,400	1,300	1,000	900	652	650	641
	Other sources	1,500	2,100	1,200	1,014	963	950	940

〈표 계속〉 베를린의 부문별 NO₂ 및 PM10 배출량

(단위 : t/y)

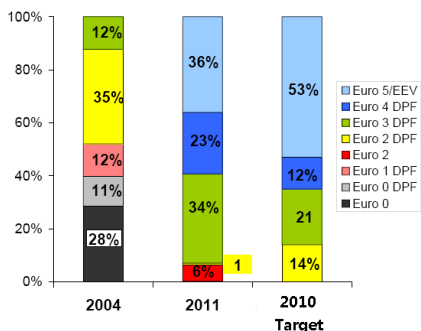
		1989	1994	2000	2002	2005	2008	2009
PM10	Total	17,580	8,804	4,729	4,199	3,854	3,623	3,125
	Facilities requiring authorisation	9,563	3,161	960	650	384	153	153
	Home furnaces	2,693	1,148	131	132	96	96	95
	Small commercial	250	220	160	153	149	258	258
	Traffic (only motor vehicles,exhaust)	1,736	1,135	667	394	355	300	225
	Abrasion and dust from traffic stirred up by wind	1,200	1,150	997	1,050	1,099	1,090	669
	Traffic(other)	238	190	124	130	123	120	119
	Other sources	1,900	1,800	1,690	1,690	1,648	1,606	1,606

자료 : Berlin Environmental Atlas, 3.12 Long-Term Development of Air-Quality(Edition 2012)
<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas>

2) 경유차 관리현황

(1) 저공해 버스 보급

베를린시는 2010년까지 모든 버스에 저감장치를 부착하고 Euro5/EEV V26) 기준을 만족하는 버스 600대 보급 목표를 설정하고 계획을 추진한 결과, Euro 3 기준 161대, Euro 4 기준 409대, EEV/Euro5 기준 535대 등 모두 923대의 보급 목표를 달성하기에 이르렀다. 이에 따라 경유버스의 평균 배출계수는 2004년 0.47g/km 수준에서 2011년 0.047g/km 수준으로 크게 개선되고, NO₂ 배출계수도 같은 기간 18.3g/km에서 9.71g/km로 개선되었다.



〈그림 4-20〉 베를린 버스의 연식별 비율(%)

26) EEV(Enhanced Environmentally-friendly Vehicle) 기준 : 1999년 EU가 친환경 기술 장려를 위해 만든 기준으로 Euro 5와 Euro 6의 중간 정도

(2) 환경지역(Umwelt Zone) 시행

① 운영 시스템

베를린은 밀집형 도시구조로 자동차 운행의 절반 수준인 50%가 5km 이내에서 이루어지고 있다. 이와 같이 과다 오염 도시공간에서 배출기준을 충족하지 못하는 경유자동차 및 대형차의 진입 제한은 베를린의 PM을 저감하는데 큰 몫을 할 것으로 기대되고 있다.



베를린 환경지역

베를린은 단기규제가 아닌 장기규제로서의 환경지역을 설정하고 오염물질 과다배출 차량에 과태료를 부과하거나 진입을 제한하는 반면, 청정차량에는 인센티브를 부여하고 있다. 또한 환경지역 설정을 계기로 신차로의 교체비용 또는 차량개조 보급비용을 높이고 대기환경을 개선하는 목표를 제시하고 있다.

베를린의 도로교통에서 배출되고 있는 미세먼지 및 이산화질소 배출량은 총 배출량의 각각 40%, 80% 수준이다. 이에 따라 시정부는 교통관련 배출량을 감소시키기 위해 교외의 철도도로망으로 둘러쳐진 베를린 시내(88km² 면적에 백만 명의 주민이 거주하는 밀집된 지역)를 환경지역으로 지정·운영하고 있다.



〈그림 4-21〉 베를린 환경지역 표지판 설치모습

베를린 환경지역에서 운행되는 자동차는 미세먼지 배출량에 따라 배출 등급이 구분되며, 배출등급에 따라 색으로 구분되는 스티커를 발부받게 된다. 독일 자동차협회(ADAC), 독일자동차검사기관(Dekra), 독일안전검사협회(TUV), 독일교통협회(VCD) 또는 도로교통청 등 공인기관에서 발급받는 스티커는 자동차 앞면 유리에 부착하도록 하고 있으며 환경지역을 운영하는 독일의 모든 도시에 적용된다. 스티커는 환경지역을 무료로 운행할 수 있는 통행권과 같은 개념이며, 발급 비용은 5유로이다.

또한 스티커는 붉은색, 노란색, 초록색으로 나뉘며 해당 자동차의 유해물질 배출등급을 나타내는 의미이다. 이 가운데 붉은색(Euro 2 배출등급)이 유해물질 배출이 가장 많으며, 이어 노란색(Euro 3 배출등급), 초록색(Euro 4 배출등급) 순이다. 배출등급이 Euro 2 이하(배출등급 1)인 자동차는 유해물질 배출량이 허용치를 초과하여 스티커 발급 대상에서 제외되고, 모든 환경지역으로의 진입이 불가능하다.

베를린의 환경지역은 단계적으로 시행되었는데, 2008년 1월 1일부터는 오염물질 등급 2를 만족하는 자동차만 환경지역에서 운행이 가능하며, 2010년 1월 1일부터는 오염물질 등급 4에 해당하는 녹색 스티커 자동차만 환경지역에서 운행이 가능하다. 스티커 미부착 차량이 환경지역에서 운행하다 적발되면 40유로의 벌금이 부과된다.



〈그림 4-22〉 베를린의 배출등급 스티커 부착 모습

독일 내수 및 수입차량은 물론 관광객차량에도 공통적으로 적용되며, 차량표시에 관한 조례6항에 따라 등록증으로 유럽배출기준을 확인할 수 없는 차량은 최초 등록 날짜를 등급 기초로 사용하고 있다. 경유 엔진 자동차는 미세먼지 여과장치와 같은 저감장치를 부착하면 다음 단계의 배출등급을 받을 수 있도록 하고 있다. 이를 위해 저감장치 부착 절차에 따라 정비소에서 발행한 증명서를 제시하도록 하고 있다. 다만, 2010년 1월 1일부터 2014년 12월 31일까지 해외 등록자동차에 한정하여 노란색 스티커의 자동차에 대한 환경지역 운행 금지가 면제된다.

2006년 1월 1일~2009년 12월 31일에 제작되어 독일에 등록된 경유 승용차가 미세먼지 저감장치를 부착할 경우 330유로의 세금 보조금 혜택이 주어진다. 미세먼지 필터가 없는 경유엔진 자동차는 2007년 4월 1일~2011년 3월 31일에 엔진배기량 100cm³당 1.2유로의 추가요금을 지급하도록 하고 있다.

〈표 4-8〉 베를린 자동차의 배출등급 분류

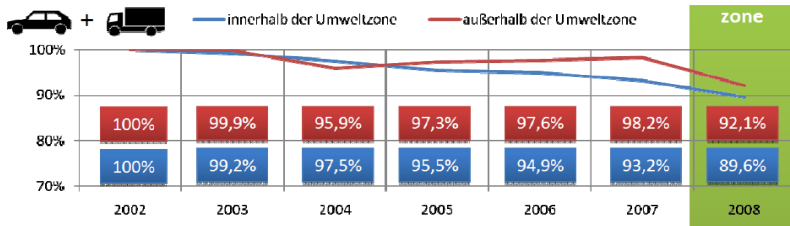
유럽 배출 기준	배출 등급	최초 등록 승용차	최초 등록 트럭	스티커
		경유 엔진	경유 엔진	
Euro 1	1	1997년 1월 1일 이전	1996년 10월 1일 이전	없음
Euro 2 / Euro 1 + filter	2	1997년 1월 1일~ 2000년 12월 31일	1996년 10월 1일~ 2001년 9월 30일	
Euro 3 Euro 2 + filter	3	2001년 1월 1일~ 2005년 12월 31일	2001년 10월 1일~ 2006년 9월 30일	
Euro 4 Euro 3 + filter	4	2006년 1월 1일 이후	2006년 10월 1일 이후	
		휘발유 엔진	휘발유 엔진	
Euro 1 이전	4	1993년 1월 1일 이전	1993년 1월 1일 이전	없음
Euro 1 & 이상	5	1993년 1월 1일 이후	1993년 1월 1일 이후	

자료 : Berlin's Environmental Zone Information for Foreign Tourist

② 운영성과

베를린의 환경지역 시행 1년 이후 환경지역 내부와 외부지역의 교통량을 조

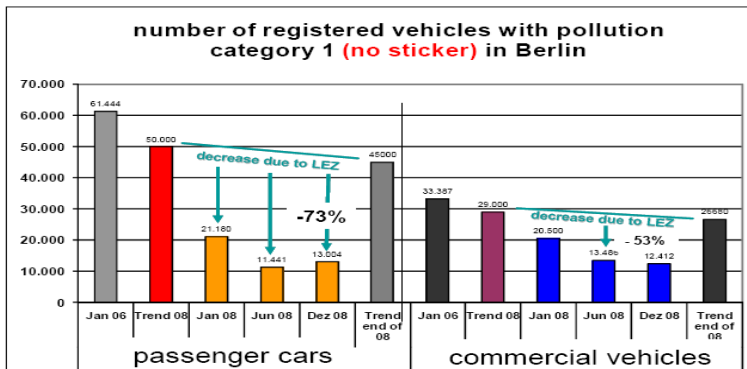
사한 결과, 환경지역 내부에서는 약 4%, 외부에서는 6% 정도의 교통량이 감소한 것으로 나타나, 환경지역 시행과 교통량 감소에는 뚜렷한 상관관계를 발견할 수 없는 것으로 잠정 평가된다.



자료 : Kilian Frey, 2010, "The Low Emission Zone(Umweltzone) in Berlin".

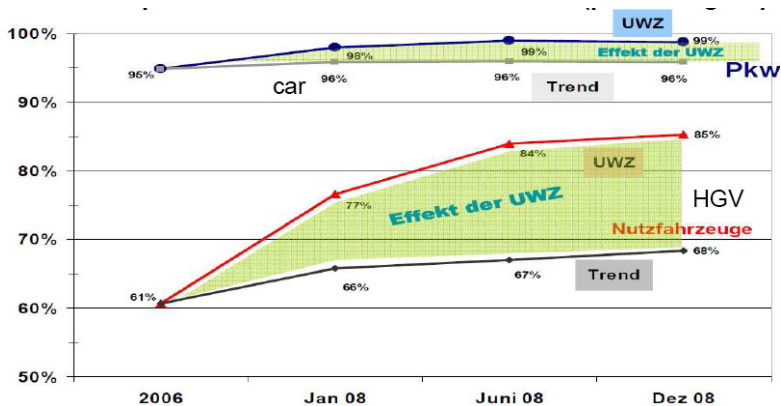
〈그림 4-23〉 환경지역 시행 이후 교통량 변화

다만, 오염물질을 많이 배출하는 1등급 자동차 등록 비율이 1단계 환경지역 시행으로 인해 승용차는 70%, 상업용 자동차는 50% 정도가 감소한 반면, 2~4등급의 자동차 비율은 증가한 것으로 나타나 대기오염물질을 많이 배출하는 자동차들이 감소한 것으로 분석된다(<그림 4-24>, <그림 4-25> 참조).



자료 : Martin Lutz, 2009, "The Low Emission Zone in Berlin-Results of a First Impact Assessment".

〈그림 4-24〉 환경지역 시행 전후의 배출등급 1등급 자동차 등록비율 변화



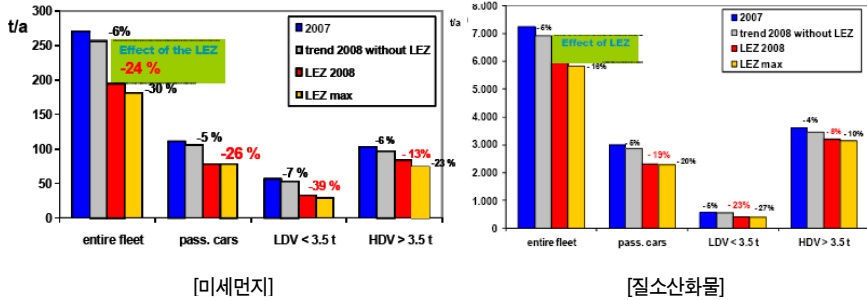
자료 : Martin Lutz(2009)

〈그림 4-25〉 환경지역 시행 전후의 배출등급 2~4등급 자동차 등록비율 변화

한편 환경지역 시행 전·후 수송부문의 대기오염 배출량 변화는 <그림 4-26>과 같다. 환경지역을 시행하지 않았을 경우와 자동차의 자연폐차와 순환비율을 고려할 경우, 2008년 미세먼지 배출량은 2007년에 비해 약 6% 감소하는 효과를 보이는 것으로 분석된다. 2008년 실제 환경지역 시행 이후 자동차 등록자료를 이용하여 배출량을 산정한 결과에 의하면, 배출량은 약 24% 감소한 것으로 추정된다. 그리고 스티커 발급 대상이 아닌 배출등급 1의 자동차가 모두 대체될 경우에는 미세먼지 저감효과는 최대 30%로 예측된다. 질소산화물은 환경지역 시행으로 14% 정도 감소하는 효과를 보인다.

2007년, 2008년 전체 대기오염 배출량 변화에서도 미세먼지는 약 3% 개선되고, 24시간 미세먼지 기준 초과일이 4~5일 정도 감소하였다. 환경지역 운영의 목적이 미세먼지에 초점을 맞추고 있어, 저감장치에 의해 NO₂ 배출량이 증가했음에도 불구하고 이산화질소는 7~10% 정도 감소한 것으로 나타났다. 이러한 배출량 저감효과는 2단계가 시행되는 2010년 이후 더욱 크게 나타날 것으로 예측된다.²⁷⁾

27) 미세먼지는 약 10% 감소하며, 24시간 미세먼지 기준 초과일수가 10~15일 정도 감소할 것으로 예측됨.



자료 : Martin Lutz(2009)

〈그림 4-26〉 환경지역 시행에 따른 대기오염물질 배출량 저감효과

③ 향후 대처

수송부문의 대기오염물질 배출은 기상조건에 따라 확산, 희석, 재비산 등의 영향을 받게 됨이 일반적이다. 이러한 특성을 감안하여 베를린시는 환경지역 운영의 기대성과를 지속적으로 모니터링하는 계획을 마련하고 있다.

환경지역과 다른 관리대책의 시행에도 불구하고 유럽연합의 많은 도시와 베를린에서 NO₂ 기준 이행의 어려움은 여전히 남아있다. Euro 3 기준을 적용받는 경유자동차가 NO_x 배출량의 약 40%를 배출하며, 2010년 노란색 스티커를 붙인 배출등급 3의 자동차가 환경지역 운행기준인 배출등급 4로 개선하기 위해서는 미세먼지 필터를 장착하여야 한다. 그러나 많은 자연재생 미세먼지 필터 시스템이 배출가스에 NO₂를 축적하고 있어, 2단계 환경지역 운영성과의 한계요인으로 지적되고 있다.

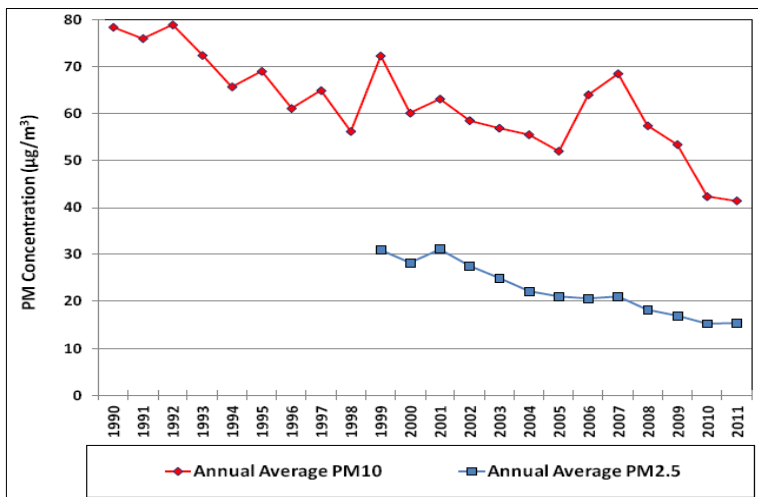
이에 따라 베를린시는 버스와 대형 화물차를 대상으로 NO_x 제거 SCRT 필터 장착에 주목하고 있으며, 여러 유형의 경유버스에 SCRT 시험장착을 통해 실제로 운행에서 배출량 수준을 모니터링하고 있다. 이처럼 베를린시는 의회, 중앙정부, 산업계가 함께 협력하여 환경지역의 도입·시행을 바탕으로 NO₂ 개선을 위해 다각적인 노력을 하고 있다.

4. 캘리포니아주

1) 대기환경 현황

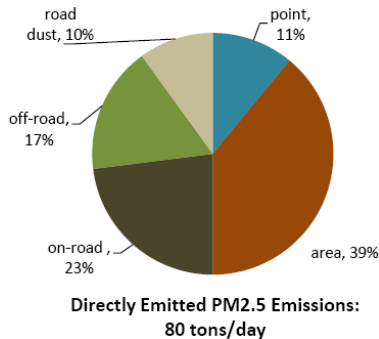
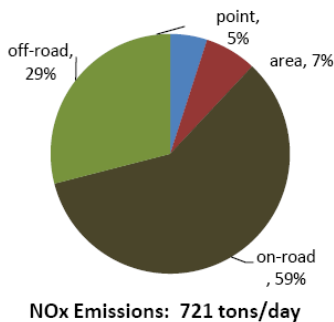
2007년 이후 미세먼지 농도가 개선되고 있으나, 이러한 개선효과는 기상조건, 배출량, 관리대책으로 인한 배출량 저감 등 많은 요인의 영향을 받고 있다. 2007년 이후 경제활동의 감소로 상품 이동 활동이 20% 이상, 건설 활동은 40% 줄었고, 고유가 영향으로 자동차의 이동이 많이 감소한 것으로 추정된다. 경제 침체가 대기환경 개선에 미친 영향 정도를 정확하게 판단하기는 어렵지만 대략 15~20% 개선된 것으로 추측된다.

2008년 기준연도 배출량 인벤토리에서 도로이동오염원은 NOx의 59% 정도를 차지하고 있는 것으로 분석된다. 직접 배출되는 PM2.5에 대해서는 23%, 차량 관련 유발 도로먼지는 10% 정도로 추정된다(<그림 4-28> 참조).



자료 : SCAQMD, 2012, FINAL 2012 Air Quality Management Plan

〈그림 4-27〉 캘리포니아주 PM10, PM2.5의 평균농도 변화



자료 : SCAQMD, 2012, FINAL 2012 Air Quality Management Plan

〈그림 4-28〉 캘리포니아주 NOx, PM2.5 배출원(2008년)

2) 경유자동차 관리현황

캘리포니아 지역에서 대기오염 분야의 주요 쟁점은 연방정부의 PM2.5 기준, 오존 기준(8시간)이며 주정부는 오존 생성의 주요 전구물질인 NOx 배출을 제어하는 것을 환경정책의 기본방향으로 하고 있다.

(1) 제작차 배출허용기준 강화

캘리포니아주 배출기준이 연방정부 배출기준보다 더 엄격한 수준이며, 경유 가격이 휘발유 가격보다 높아 경유자동차의 보급 비율은 높지 않다.

캘리포니아주 대기환경청(California Air Resource Board: CARB)은 1990년에 처음으로 California's Low-Emission Vehicle(LEV) 규정을 제정하여, 1994년부터 2003년까지의 제작자동차에 적용한 바 있다. 이후 보다 강화된 LEV II 규정을 제정하여 2004년부터 현재까지 제작자동차에 적용하고, 2014년을 목표연도로 하는 보다 엄격한 제작자동차 배출허용기준인 LEV III 기준을 준비하고 있다.

LEV II에서는 NOx와 PM에 대한 배출기준이 한층 더 강화되어 있다. 특히 경유자동차는 LEV II 기준을 충족하기 위해 PM 필터뿐만 아니라 NOx 저감기술이 함께 적용되어야 한다.

(2) 배출가스 자기진단장치(OBD) 설치 의무화

미국 연방정부는 승용차 및 소형화물차를 대상으로 1994년 모델 차종부터 OBD 설치를, 1998년부터 OBD-II 부착을 의무화하고 있다. 캘리포니아주(CARB)는 1990년 7월에 OBD-II 설치 의무화제도를 채택하고, 1994년부터 생산되는 승용차, 소형 및 중형 화물자동차에 이를 적용하고 있다.

OBD- I 은 배출가스관 주요부품의 작동오류 감지가 중요하며, OBD II는 작동오류뿐만 아니라 기능저하까지 감지하도록 범위가 확장되고 있다. 그리고 배출가스에 문제가 있는 자동차를 인공위성으로 감지하는 장치로 관리기관에 의한 원격 감시를 통해 배출가스 관련 문제를 보다 효과적으로 처리하기 위해 개발된 OBD-III의 설치 의무화제도 도입이 적극 검토 중이다.

(3) California Diesel Risk Reduction Program

1998년 캘리포니아 대기환경청(CARB)은 경유자동차 및 엔진에서 배출되는 미세먼지를 저감하기 위한 전략을 수립하였다. 이 전략에 따라 경유자동차 배출 미세먼지를 2010년까지 75%, 2020년 85%까지 저감하는 것을 목표로 설정하고 경유 엔진의 도로·비도로 이동오염원에 대하여 다음과 같은 유형의 관리정책이 추진되고 있다.

- 저감장치 도는 산화촉매와 같은 배출 제어시스템 부착
- 신규 기술의 경유 엔진 또는 천연가스 엔진으로 교체
- 기존 장치의 작동 제한

또한 천연가스 등 보다 강화된 배출허용기준을 만족하는 엔진으로의 개조, 저공해자동차(연료전지, 천연가스 자동차 등) 구입 시 세금 감면 등의 각종 인센티브 제공, DPF/DOC 등 미세먼지 저감장치 장착 등의 대책도 추진되고 있다.

(4) 저감장치 인증기준에 NO₂ 배출 제한치 설정

캘리포니아주는 운행 경유차 배출가스 저감장치 기술 인증에 대한 규정을 2003년에 마련하여 시행하고 있다. 캘리포니아의 운행경유차 배출가스 저감장

치의 입자상물질 저감에 따른 인증장치 분류현황은 <표 4-9>와 같다.

캘리포니아주는 입자상물질뿐만 아니라 질소산화물(NOx) 저감장치에 대해서도 인증을 하고 있다. 입자상물질은 가장 높은 수준인 Level 3의 저감비율이 85% 이상으로, 장치 장착 후 입자상물질의 양이 0.01g/bhp-hr 이하이면 Level 3 장치로 인증받게 된다. 2004년 미세먼지 저감장치 인증 과정에서 NO₂ 배출에 대한 제한(임계)치를 설정한 바 있다(NO₂ 배출 상한값 : Baseline NO₂ 배출의 20%). 그러나 이 제한치는 당시 기술수준이 뒷받침되지 못하여 적용하지 못하다가 2007년부터 다소 완화된 기준(Baseline NO₂ 배출의 30%)을 적용한 후, 2009년 이후에는 원래 기준으로 강화하여 미세먼지 저감장치로 인한 NO₂ 증가 문제를 관리하고 있다. 경유자동차 배출가스 저감장치는 경유자동차뿐만 아니라, 건설기계, 농기계 등 비도로 장비와 발전기에도 적용되고 있다.

<표 4-9> 캘리포니아의 저감장치 저감비율 기준

구분	저감률	장치구분
입자상 물질(PM)	25% 이상	Level 1
	50% 이상	Level 2
	85% 이상 또는 0.01g/bhp-hr	Level 3
질소산화물(NOx)	25%이상	Mark 1
	40% 이상	Mark 2
	55% 이상	Mark 3
	70% 이상	Mark 4
	85% 이상	Mark 5

자료 : 국립환경과학원, 2009, 자동차 배출가스 저감장치 인증 및 검사 현황과 개선방안 (1)

5. 뉴욕

1) 대기환경 현황

CO, NO₂, PM10은 미국 환경청(EPA)에서 규정하고 있는 대기오염물질의 대

기환경 6개 기준을 달성하고 있다. 그러나 오존과 2004년에 도입된 PM2.5는 그 기준을 달성하지 못하고 있다. 현재 PM2.5는 연간 3,000명 이상의 조기사망, 8,000회 이상의 입원이나 급성 응급실 이송의 원인인자로 보고되고 있다.

이처럼 인체 위해성이 큰 PM2.5 배출량은 교통, 공장, 발전소, 보일러의 연료 연소가 45%, 대기 중의 SO₂에 의한 이차생성이 55% 수준으로 분석되어, 향후 주된 관리대상으로 인식되고 있다.

〈표 4-10〉 뉴욕의 대기환경 변화 추세

구분	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	46	37	51	45	27	27	27	25	26	20	-
PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15.2	15.1	14.3	14.2	13.3	14.4	12.4	13.2	15.9	12	11.5
NO ₂ (ppb)	38	38	38	38	35	37	34	34	36	-	-

주 : 2008년 자료는 New York, PS59 측정소 지역, 2009년은 PS19 측정소 지역, 2010년은 New York Northern New Jersey-Long Island, NY-NJ-PA 자료임.

자료 : 서울특별시, 2012, 「2011 서울 대기질 평가보고서」

2) 경유차 관리현황

(1) 자동차의 감소 · 교체

뉴욕시는 시 소유 26,000여대 자동차의 운행수요를 대중교통 사용, 대중교통에 의한 통근, 카셰어링 등을 통해 5% 정도 줄임으로써 연료 소비 및 PM2.5 배출량을 감소시키려는 계획을 추진하고 있다. 또한 폐기물 운송차, 경찰차 등을 대상으로 25% 정도를 하이브리드 또는 기타 대체 연료 자동차로 교체하고, 향후 Clean Fleet Transition 계획을 통해 나머지는 하이브리드나 전기자동차로 계속 교체해 나갈 계획을 시행하고 있다.

민간부문에도 오염물질 배출 삭감을 목표로 연방기금을 이용해 혼잡완화와 대기환경 개선(CMAQ) 관리 전략을 적용하도록 유도하고 있다. 이 전략은 민간

기업이나 비영리단체의 차량 개선 또는 대체연료로의 전환을 지원하는 것으로 현재 280대의 트럭 개선·교체, 엔진 교환 등에 1,500만달러가 지원되어, 6.3톤의 PM2.5 삭감효과가 나타났다.

(2) 택시, 리무진, 대여자동차 관리

뉴욕시에서는 택시 13,000대, 리무진 10,000대, 대여 자동차 25,000대 이상이 운행되고 있다. 특히 택시의 주행거리는 연간 80,000km에 이르고 있어, 육상운송이 배출하는 CO₂ 배출량의 약 4%, 뉴욕시 전체 배출량의 1% 정도를 차지하고 있다. 택시의 연비를 향상시키면 대기환경 개선과 이산화질소 삭감목표를 달성할 수 있는 것으로 평가됨에 따라 뉴욕시는 2007년 신규 택시를 대상으로 2008년 25mile/gallon, 2009년 30mile/gallon과 같은 연비 향상을 규정하게 되었다.

제2절 시사점

선진도시에서 현재 추진 중인 경유자동차 관리 사례의 수집 및 비교분석, 그리고 제반 시사점 도출 등을 수행하는 이유는 향후 서울시를 포함한 국내 도시의 경유자동차 배출특성을 고려한 특화관리 정책 수립 및 추진 과정에의 원용가능성을 높이는 효과가 있기 때문이다. 이러한 관점에서 해외 선진도시들의 미세먼지, 이산화질소 대기환경 현황, 인벤토리, 관리전략을 종합하여 분석한 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 주요 선진도시의 미세먼지와 이산화질소의 주요 배출원은 도로/비도로 이동오염원인 것으로 파악되고 있다. 특히 이동오염원의 배출 저감을 기대할 수 있는 대부분의 정책 및 방안은 경유자동차 대상 특화관리에 집중되어 있음을 볼 수 있다.

둘째, 주요 선진도시는 제작자동차의 배출허용기준을 단계적으로 강화하고 있으며, 지속가능한 환경과 녹색경제와의 공존을 바탕으로 하이브리드, 전기자동차 등 차세대 그린카 보급을 역점적으로 추진하고 있다. 우선적으로 버스, 택시 등의 교통수단과 시 소유의 폐기물 운송차, 경찰차, 소방차 등 공공용 자동차를 대상으로 그린카 보급을 확대하고 있으며, 연후에 민간부문으로의 확산을 기대하고 있다.

셋째, 운행자동차 관리와 관련하여 저감장치 부착, CNG 버스로의 교체, 엔진 개조 등 저공해화 사업이 주류를 이루고 있다. 특히 경유자동차 저공해화 사업의 오염물질 배출량 감소효과를 극대화하기 위한 정책적 대안으로 운행제한 제도를 병행 시행하거나 계획하고 있다.

넷째, 선진도시들은 대기오염물질의 배출 및 확산을 감안하여, 영향범위 내 지역의 환경관리대책을 공동으로 수립·이행하고 있으며, 최소한의 공동노력으로 최대효과를 내기 위해 지역 상호 간 협력 방안을 마련하고 있다. 환경지역을 통합적으로 지정하여 운행제한을 시행하고 있는 것이 대표적인 사례로서, 도쿄, 런던 등이 대도시 대기환경 관리를 위해 이 제도를 행정구역 전역을 대상으로 시행하고 있다. 도쿄도는 1도 3현이 공동으로 환경지역을 지정운영하며, 경유자동차 규제에서도 공동으로 대응하고 있다. 또한 런던은 런던권역 전체를 저배출 지역으로 지정 운영하고 있다.

다섯째, PM 위주의 경유자동차 관리대책 때문에 인해 NO₂ 개선이 정체되고, NO₂ 기준 달성이 용이하지 않은 도시들은 NO_x 배출이 대폭 강화된 Euro5 & Euro 6 기준의 채택 또는 전기차 등 저공해 자동차의 도입을 확대하고 있다. Euro 4 이하의 기존 공해차량에 대해서는 PM10-NO_x 동시 저감장치 개발 및 보급대책이 추진되고 있다. 2012년 4단계 환경지역 기준을 시행 중인 런던은 2015년 5단계 환경지역 기준에 NO_x 기준을 추가하기 위한 연구를 수행하고 있다. 그리고 도쿄도는 관광버스의 환경라벨링 제도를 도입하여 미세먼지뿐만 아니라 질소산화물의 배출량에 따라 환경등급을 지정하여, 일정 기준 이상의 버스를 이용하도록 권고하고 있다.

여섯째, 경유자동차의 배출가스에 포함된 PM_{2.5}는 폐 깊숙이 침투되어 호흡

기 질환뿐만 아니라 심혈관계의 질병까지 유발시킬 가능성이 높아 지속적인 관리대책이 요구됨에 따라 PM 관리방향을 PM10에서 PM2.5로 전환하여 대기환경 개선과 더불어 인체건강 유해성 관리를 도모하고 있다.

〈표 4-11〉 해외 선진도시의 경유자동차 관리사례 비교

구분	관리대상 오염물질	제작차 관리	운행차 관리
런던	PM10 NO ₂	- 배출허용기준 강화 - 저공해 자동차 보급(전기차, 하이브리드차, Euro 5 이상) - 배출가스 자기진단장치(ODB) 도입 : Euro 3 제작차	- 중대형 경유자동차의 저공해화 유도 (DPF 장착, 엔진개조) - PM · NOx 동시 저감장치 부착 시범사업 실시 - 혼잡통행료 부과 - 저배출지역(LEZ) 운영 : LEZ 기준의 단계적 확대 및 강화, NOx 기준 추가 검토 - 자동차 공회전 단속 - 미세먼지 저감장치 인증기준에 NO₂ 배출제한 기준 추가 검토
도쿄	PM10 NO ₂	- 배출허용기준 강화 - 저공해자동차(전기차, 클린디젤) 보급 : 인센티브 지원제도 - 저공해차 도입 의무화	- 자동차 NO · x · PM법 : PM과 NOx 배출기준 만족 차량만 등록 가능 - PM · NOx 동시 저감장치 상용화 - 자동차 공해감시원(G맨) 운영 : 비정기적 검사 및 단속으로 공해차량 관리 - PM 기준 부적합 경유차량의 운행제한 - 저공해화 유도(DPF 장착, 엔진 개조, 노후차 폐차 등) : 지원 제도 및 인센티브 - 저감장치 장착에 의한 다른 대기오염물질 증가 측정오차 범위 설정(10%) - 자동차 공회전 단속
베를린	PM10 PM2.5 NO ₂	- 자동차 : 건설기계 배출허용기준 강화 - 저공해자동차 보급(Euro 5 이상)	- 환경지역 운영 : 기존의 단계적 확대 및 강화, NOx 기준 추가 검토, 배출등급과 연계 추진 - 저공해화 유도(DPF 장착) - 속도 제한 - 경유버스에 SCRT 시험장착 모델링
캘리포니아주	PM10 NO ₂	- 배출허용기준 강화 - 배출가스 자기진단장치(ODB II) 부착 의무화 - 저공해자동차(연료전지, 천연가스 자동차) 보급	- 저공해화 유도(DPF 장착, 엔진 개조, 노후차 폐차 유도) - DPF 인증 시 미세먼지 배출저감장치 부착으로 인한 NO₂ 배출 증가량 제한
뉴욕	PM2.5	- 전기자동차 도입 촉진 - 택시, 리무진 등 연비 규제	- 저공해화 유도(DPF 장착, 엔진 개조) - 바이오디젤 사용 - 자동차 공회전 단속

제5장 경유자동차의 배출특성 단계별 관리방안

제1절 기본방향

제2절 경유자동차 배출특성 단계별 관리방안

제3절 경유자동차 관리요건의 강화방안

제 5 장

경유자동차의 배출특성 단계별 관리 방안

제1절 기본방향

수도권 대기환경개선에 관한 특별법 제정 이후, 대기환경 개선의 주요 관리 대상이 된 것은 미세먼지(PM10)와 이산화질소이다. 이는 세계 대도시의 대기환경 관리에서 공통적인 관심사이다.

국내 대기오염물질 배출량 인벤토리(CAPSS)에서 확인할 수 있듯이, 미세먼지 배출총량에서 자동차가 차지하는 배출 비중은 높은 수준이다. 이에 따라 미세먼지 배출저감을 위해 저공해 자동차 보급, DPF 부착, 운행자동차 배출가스 관리, 노후차량 조기폐차 유도 등 ‘선택과 집중’ 전략을 추진한 결과 소기의 성과가 나타나고 있다. 2000년대 초반 서울의 미세먼지 고농도와 비교하여 미세먼지 농도는 확연한 개선 추세를 보이고 있기 때문이다.

2011년 서울의 미세먼지 농도는 1995년 대기오염도 측정 이래 가장 낮은 수치인 $47\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 기록하여, 국민 건강보호 및 쾌적한 대기환경 조성을 위해 설정된 국가 대기환경기준인 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 2010년에 이어 2년째 달성하고 있다. 다만, 서울시와 달리 인천시는 $55\mu\text{g}/\text{m}^3$, 경기도는 $57\mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 농도를 보여 서울을 중심으로 하는 ‘도넛’ 현상이 일부 발생하고 있으나, 전체적인 경향은 과거와 비교

하여 개선되는 경향을 볼 수 있다.

이와 달리 지역 내 배출원의 오염 영향이 크게 나타나는 수도권 지역의 경우 이산화질소(NO_2)의 농도는 다양한 NO_x 배출 저감정책의 추진에도 불구하고, 개선되지 않고 있는 실정이다.

이러한 경유자동차 대상 ‘선택과 집중’ 전략의 한계를 고려할 경우 서울 지역 PM과 NO_2 농도 개선과 시민 건강 위해도 개선을 위해서는 대기오염을 심화시키는 경유자동차 대상 특화관리 대책의 수립·추진이 필요하다. 즉 경유자동차의 PM· NO_x 배출 특성을 고려한 생애주기별 특화관리 방안이 한층 요구되고 있다.

향후 경유자동차 대상 PM· NO_x 배출량 저감 관련 특화관리 방안의 마련 과정에서 고려하여야 하는 기본방향은 다음과 같다.

첫째, 서울시 미세먼지와 이산화질소 배출원의 분류, 공간분포 및 배출비중 등을 전반적으로 분석하여, 시민의 건강 위해도 개선에 필요한 정책방향 설정과 대책마련의 합리성을 확보하여야 한다.

둘째, 현재 서울시가 추진하고 있는 미세먼지와 이산화질소 오염도 개선대책의 효율성 제고를 위한 당면과제를 비교 검토하고, 대기환경 목표농도 관리의 한계요인을 극복할 필요가 있다. 특히 미세먼지와 이산화질소 농도를 악화시키는 경유자동차에 대한 현행 대책의 지속적인 추진 및 보완, 새로운 저감정책의 발굴이 요구되고 있다.

셋째, 미세먼지, 이산화질소 배출량 감축과 관련된 법적·제도적 실효성 증진방안이 모색되어야 한다. 이와 함께 서울시에서 추진 가능한 관리대책 범위, 서울시·경기도·인천시 등 3개 광역자치단체의 상호 역할 분담 및 협력 사항, 중앙정부와의 협력 등을 포함한 집합적 관리체계(collective management)에 대한 검토가 필요하다.

넷째, 수도권 PM· NO_2 농도 및 공간분포를 감안한 저감대책 마련이 바람직하다. 이에 따라 현행 자동차 배출 미세먼지 및 질소산화물 배출량 저감사업을

지속적으로 추진하되, PM·NO_x의 통합 감축이 요구되고 있다. 특히 자동차형 건설기계에 대한 추가 저감사업이 함께 고려되어야 한다. 더불어 PM·NO_x 배출기준이 보다 엄격한 제작사의 조기 도입을 위한 지원방안을 마련하여 오염물질 과다배출 차량을 친환경 저공해차량으로 교체하는 시기를 앞당기는 등 적극적인 대응이 필요하다.

마지막으로, 미세먼지, 이산화질소 목표관리의 한계요인을 극복하기 위해 경유자동차의 배출 특성을 고려한 관리대책의 추진 가능범위를 확인하고 이를 바탕으로 생애주기별 특화관리로 전환되어야 한다.

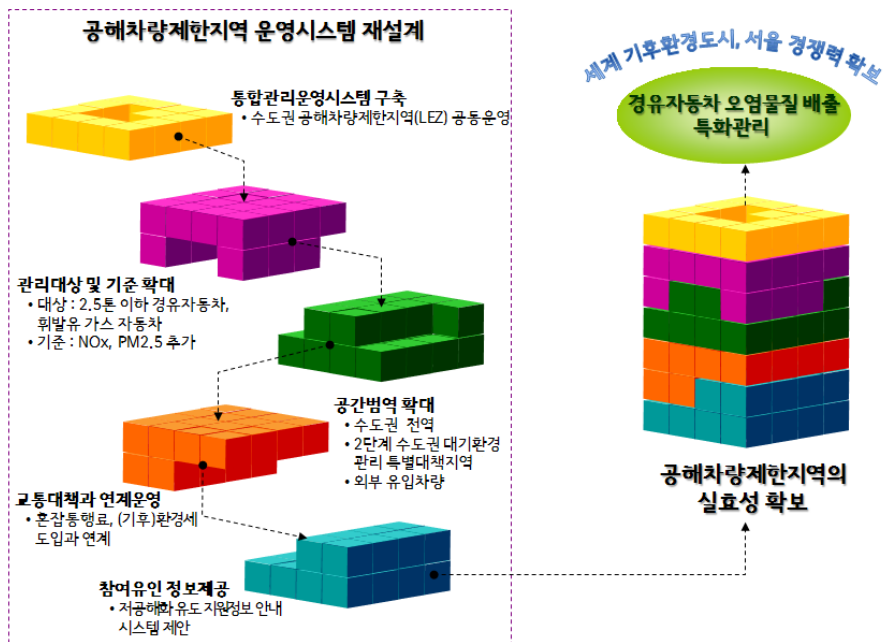
제2절 경유자동차 배출특성 단계별 관리방안

1. 공해차량제한지역의 운영시스템 재설계

공해차량제한지역(LEZ)의 지정·운영은 일정 공간에서 저감장치를 부착하지 않고, 오염물질을 과다 배출하는 노후 경유자동차의 운행제한을 유도할 수 있는 정책수단으로 의미가 있다. 즉 공해차량제한지역 운영은 노후 경유자동차의 저공해화 조치를 제도적으로 유도함으로써 대기환경을 효과적으로 개선시킬 수 있으며, 저공해사업에 대한 시민의 참여를 적극적으로 유인하고 활성화하기 위한 주요한 정책 수단으로 활용할 수 있다.

그러나 공해차량제한지역(LEZ)의 효율적인 운영에 필요한 몇 가지 전제조건은 성숙되지 못한 한계를 보이고 있다. 먼저 서울 지역내부 및 경계 유·출입 노후 경유자동차의 운행 특성에 따른 오염물질 배출량의 관리 정보가 구축되지 못하고 있다. 또한 수도권 및 비수도권 지역의 노후 경유자동차에 대한 매연여과장치 부착 미흡, PM·NO_x 통합 감축수요 대응 미흡 등은 수도권 대기환경 개선 특별법에 근거하여 마련된 대기환경 목표농도를 달성하고, 건강 위해도가

큰 초미세먼지, 이산화질소를 관리하는 데 한계요인으로 작용할 수 있다. 따라서 현행 공해차량제한지역(LEZ)의 운영 효율성을 제고할 수 있는 방안이 요구되고 있다.



〈그림 5-1〉 공해차량제한지역(LEZ)의 실효성 확보 방안

1) 통합관리시스템 구축

현재 서울시·경기도·인천시는 수도권 대기환경개선에 관한 특별법에 근거한 자치단체 조례를 통해 ‘공해차량제한지역’ 시행의 법적 근거를 마련하고 있다. 그러나 ‘공해차량제한지역’의 관리운영에 대한 구체적인 실행방안 및 계획 등이 수립되어 있지 않아, 제도가 다소 선언적으로 시행되고 있음을 알 수 있다.

‘공해차량제한지역’의 효율적 운영을 위해서는 일차적으로 수도권 공해차량 제한지역(LEZ) 공동 운영과 함께 정밀검사 대상 자동차의 기초자료 및 자동차

이력 등 통합관리체계가 구축될 필요가 있다. 즉 광역 유·출입 통행 영향을 고려한 통합 단속관리 시스템이 구축되면, 수도권 운행차량의 배출가스를 통합 관리할 수 있는 효과가 기대될 수 있기 때문이다.

통합관리시스템은 “D(Database) - I(Identify) - C(Check) - A(Act)” 과정에 따라 구성요소들을 확인할 수 있다. 구성요소들은 공해차량제한지역 운영의 기본 정보로, 규제대상차량, 저감장치 부착 등 차량정보에 대한 DB 구축, 차량정보가 포함된 전자태그(RFID) 시스템 도입, 차량번호 인식시스템 등이다. 이러한 통합관리시스템 운영으로 운행제한 위반여부를 용이하게 확인할 수 있을 뿐만 아니라, 운행제한 위반여부의 확인결과를 저공해화 사업과 연계가 가능한 사후 관리 수단으로 활용할 수 있다. 아울러 통합관리시스템의 보조수단으로 배출가스 원격자동측정장치(Remote Sensing Device) 도입을 검토할 수 있다.

2) 관리대상 및 기준 확대

(1) 관리대상

① 경유자동차 관리대상 확대

2.5톤 이상의 저공해화 의무화 대상 경유자동차의 PM10과 NOx 배출량은 전체 도로이동 오염원 배출량의 각각 89.0%, 54.3% 정도를 차지하고 있다. 2.5톤 이상 경유자동차에 대한 저감장치 부착, 엔진개조, 조기폐차 등 저공해화 사업은 PM10 배출량 감소와 농도 개선에 크게 기여할 수 있지만, NOx의 배출량 저감에는 한계가 될 수 있다.

향후 2.5톤 이하의 경유자동차 배출 미세먼지와 질소산화물의 통합관리를 위해서는 저공해화 사업 대상범위를 확대하고, 이를 공해차량제한지역(LEZ) 운영과 연계하는 방향이 바람직하다.

〈표 5-1〉 2.5톤 이상 경유자동차 NOx 및 PM10 배출량(2009년)

(단위 : 톤)

구분		NOx	PM10
버스	고속버스	2	0
	시내버스	163	6
	시외버스	233	6
	전세버스	873	1
승합차	중형	786	23
	대형	133	0
	특수	63	2
특수차	견인차	51	0
	구난차	32	1
	기타	39	2
화물차	소형	2,078	202
	중형	7,505	291
	대형	1,464	39
	특수	55	1
	덤프트럭	3,395	100
	콘크리트	1,041	31
RV	중형	3,737	477
저공해화 대상(2.5톤 이상)		21,650	1,183
도로이동 오염원배출량		39,836	1,329
저공해화 대상/도로이동 오염원		54.3%	89.0%

② 휘발유 및 가스 자동차 관리대상 확대

운행 중인 노후화된 휘발유 및 가스차량도 PM을 배출하지 않지만, NOx, CO, HC 등 오염물질의 배출원임을 간과할 수 없다. 그러나 현행 저공해화 사업이 운행경유차를 중심으로 추진되고 있으므로, 이들 운행자동차는 저감사업의 사각지대에 놓여있다. 이에 따라 NOx 농도 개선을 위해서는 운행 경유자동차뿐만 아니라 운행 휘발유 및 가스 차량에 대해서도 NOx 저감사업을 함께 추진하는 것이 필요하다.

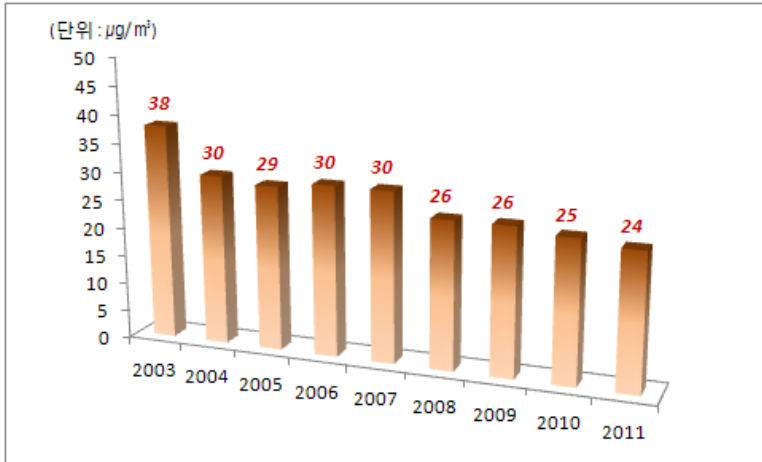
(2) 관리기준

수도권지역 질소산화물(NO_x) 배출량은 교통부문에서 많이 배출되고, 자동차 등록 및 운행의 꾸준한 증가가 예상됨에 따라 자동차 분야 관련 대책의 지속 추진이 필요하다. 또한 자동차 운행 증가에 따라 NO_x 저감효과가 둔화되고 있는바, 이에 대한 대책 수립도 시급하다. 서울 및 수도권의 이산화질소 농도는 경유자동차 운행에 의한 NO_x 배출 저감으로 크게 개선되지 않을 것으로 판단된다.

PM_{10} 농도는 가시적으로 개선된 반면, NO_2 농도가 개선되지 않고 정체되어 있는 런던은 2015년부터 LEZ에 HGVs, 버스, 코치 등에 대한 NO_x 배출기준을 도입하기 위한 연구를 수행하고 있다. 런던과 유사한 서울시 대기환경 개선 상황을 고려하고, PM_{10} 이외에 NO_x 기준 미달차량을 운행제한 대상으로 확대하고 있는 추세를 반영하여, 수도권의 공해차량제한지역 관리기준에 NO_x 의 추가 반영을 검토해야 할 것이다.

최근 초미세먼지가 건강에 미치는 악영향이 더욱 우려됨에 따라 $\text{PM}_{2.5}$ 오염물질의 성분분석, 건강영향 역학조사 등을 둘러싼 관심이 집중되고 있다. 이러한 추세를 반영하듯 선진도시들은 이미 $\text{PM}_{2.5}$ 환경기준을 설정하고, PM_{10} 저감대책과 연계하여 관련 대책을 추진하고 있다. 이에 부응하여 환경부도 초미세먼지 환경기준($25\mu\text{g}/\text{m}^3$)을 마련했으며, 2015년부터 이 기준을 적용할 예정이다.

특히 서울시는 $\text{PM}_{2.5}$ 오염물질의 주된 배출원이 이동오염원임을 고려해 공해차량제한지역 관리기준에 초미세먼지($\text{PM}_{2.5}$) 환경기준을 추가할 필요가 있다. 서울의 $\text{PM}_{2.5}$ 의 농도 역시 지속적으로 개선되어 2011년에는 $24\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 기록했다. 하지만 시민의 건강 위해도 개선에 기반을 둔 환경 행복지수를 높이기 위해서는 공해차량제한지역 운영기준에 $\text{PM}_{2.5}$ 기준을 추가하여 기후환경수도 서울의 환경경쟁력을 확보하려는 접근이 필요하다.



〈그림 5-2〉 서울의 초미세먼지(PM2.5) 농도 변화

3) 공간범역 확대 및 지역 세분화

(1) 대기관리권역, 수도권 전역으로 확대

수도권 대기환경 특별관리 대책지역 이외 지역에 해당하나, 최근 관측을 시작한 교외지역의 미세먼지 농도가 비교적 높은 수준인 것으로 분석되고 있다. 예를 들면, 2010년 미세먼지의 경우 파주는 연평균 $72\mu\text{g}/\text{m}^3$, 포천은 연평균 $82\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 기록해 수도권의 어느 지역보다 높은 농도를 기록하고 있다.

2010년 환경부가 대기환경 규제지역 개선안을 검토한 자료에서도 미세먼지는 현재의 수도권 특별관리대책 지역 외에 포천, 광주, 이천, 안성 지역에서 높게 나오며, 이산화질소는 광주지역을 대기환경기준 초과 및 우려지역으로 분류하고 있음을 볼 수 있다(환경부, 2010.8). 이들 지역이 주로 농촌지역으로 생물성 연소, 비산먼지 등에 의한 미세먼지 기여가 클 것으로 예상되고 있으나, 사업장이나 자동차 등에 의한 배출 영향도 점차 커지고 있다.

이와 같이 서울을 중심으로 주변지역의 농도가 서울지역보다 오히려 약간 높은 “열은 도넛” 현상의 광역화 등 수도권의 차별적 농도분포는 서울을 포함한

수도권 전체를 공간범역으로 하는 관리체계가 필요함을 시사하고 있다.

즉 일부 지역에서 경유자동차의 관리대책 시행으로 대기환경 수준이 개선되고 있으나, 관리대상 이외 지역의 대기환경 악화로 인해 평균농도 개선은 한계에 직면할 가능성이 높다. 이에 따라 대기관리권역에서 제외된 나머지 지역을 포함한 수도권 전체를 공해차량제한지역(LEZ)으로 지정·운영하는 방안의 검토가 필요하다.

(2) 2단계 수도권 대기환경 관리 특별대책 지역 공간범위 설정과 연계

2단계 수도권 대기환경 특별대책의 권역 설정과 관련하여, 최근 천안, 당진지역은 개발 압력이 커지고 있고, 오염도가 높아 경기 남부지역과 여러 측면에서 같은 권역을 형성하고 있다. 특히 세종시는 급속한 도시개발과 인구유입에 따른 차량 증가로 인해 대기오염이 악화될 것으로 예상되고 있다.

향후 이러한 여건 변화를 반영하여 2단계 수도권 대기환경 개선 기본계획 수립과정에서 수도권과의 광역영향을 고려하여, “영향지역”으로 분류하고, 수도권 특별대책에서 적용하고 있는 저공해화 대책과의 연계를 모색할 필요가 있다.

(3) 수도권 등록 이외 외부 유입차량 포함

운행제한 대상차량은 서울시, 인천시, 경기도 24개시에 등록된 차량 가운데 배출가스 보증기간이 지난 경유자동차이며, 배출가스 정밀검사 결과 배출허용기준을 초과한 차량 중 저공해 조치를 미이행한 차량 또는 2.5톤 이상, 7년이 경과된 차량으로 수도권 3개 시·도 조례에 따라 저공해 조치 이행명령을 받았으나 이를 이행하지 않는 차량이 해당한다.

해외 주요 선진도시의 특정경유차 운행제한 제도는 교통수요 관리를 위한 대책으로서 특정지역에 배출허용기준을 만족하지 못하는 차량의 통행을 제한하여 도시의 쾌적한 대기환경 수준을 유지하기 위한 수단으로 활용되고 있다. 이에 따라 차량의 등록지와 상관없이 배출허용기준을 만족하지 못하는 모든 차량

의 운행을 제한하고 있다. 다만, 국내의 ‘공해차량제한지역(LEZ)’은 수도권 관리지역에 등록된 차량에 한해 운행을 제한하고 있음이 다른 나라의 LEZ와 다른 점이다.

향후 공해차량제한지역(LEZ)의 대기환경 개선효과를 극대화하기 위해서는 수도권 내 등록차량뿐만 아니라 수도권 외부 등록차량에 대한 운행제한도 병행되어야 할 것이다.

4) 교통 수요관리 대책과 연계 운영

자동차 환경지역(EZ)의 운영 효과는 운행제한 대상 차량의 통행량 감축(Avoid)과 환경지역에서 운행을 위한 저감장치 부착, 엔진개조 등의 환경기술 적용(Improve)으로 관리대상 오염물질의 배출량을 감소시키는 것이다.

런던은 배출가스 과다배출 차량과 저공해 미조치 차량의 도심 진입 시에는 통행료를 부과하고 있다. 베를린은 배출등급 기반에 따라 공해차량제한지역(LEZ) 운행제한 대상을 차별적으로 관리하고 있다.

이러한 선진도시의 관리대책을 원용하여 차종별 오염물질 배출수준에 따른 배출등급의 분류와 등급별 운행조건의 차별적인 적용을 통해 향후 혼잡통행료, (기후)환경세 부과 등과 같이 친환경 교통대책과의 연계를 검토하는 것이 바람직하다.

5) 참여유인 정보제공

환경지역의 효과적인 지정·운영을 위한 관건은 무엇보다 이해당사자의 협력이 전제되어야 한다는 것이며, 협력을 통한 참여 확대는 이 제도에 대한 적절한 홍보에 크게 의존하게 된다. 이에 따라 환경지역의 지정·운영은 자동차의 운행제한을 도모하는 제한적 규제(negative enforcement)가 아닌 후생적 유인(positive enforcement) 수단임을 적극적으로 홍보하는 것이 필요하다. 즉 오염물질 과다배출 노후자동차를 대상으로 저공해화를 유도하여 시민 모두에게 환

경개선 편익을 제공하는 제도라는 점을 인식시키고, 이 제도의 시행 필요성에 대한 공감대를 형성하는 것이 중요하다.

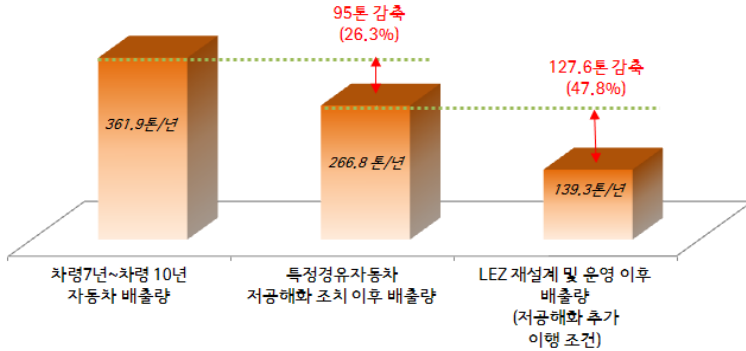
앞으로 경유자동차 저공해화 유도의 정책 수용성을 확보하고, 노후경유자동차에 저공해장치 부착을 촉진하기 위해 공해차량제한지역 관련 정보, 저공해화 사업 지원 내용, 저공해화 차량 사후 관리 등의 관련 정보를 온라인 및 오프라인으로 제공하는 것이 필요하다.



6) 공해차량제한지역 설계에 따른 환경개선 효과 추정

차종별 차령 7년~차령 10년 자동차 등록대수, 일 주행거리, 복합배출계수를 이용하여 PM10 배출량을 산정하고, 특정경유자동차 저공해 사업 효과는 수도권 대기환경관리 시행계획 추진실적 작성지침에서 제시하는 방법에 따라 차종별 저감장치별 부착 비율, 저공해화 이행 비율(현재 42.6%), 미세먼지 저감비율(DPF 0.8522, p-DPF 0.5605)을 적용하여 분석하였다. 그리고 공해차량제한지역 설계에 따른 개선 효과는 저공해화 미이행 차량들이 모두 100% 저공해화를 이행한 것으로 가정 후 산정하였다.

차령 7년~차령 10년 경유자동차에서 미세먼지는 362.9톤/년 정도가 배출되며, 특정경유자동차 저공해화 조치로 약 95톤이 감축되어 약 26.3%의 저감효과를 보였다. 또한 공해차량제한지역의 재설계 및 운영으로 미이행 차량들이 모두 저공해화를 이행함으로써 127.6톤 정도가 감축 가능한 것으로 분석되었다.



〈그림 5-3〉 공해차량제한지역 재설계 및 운영에 따른 PM10 저감 효과

그리고 서울 및 수도권 교통량 기종점 자료를 토대로 차종 구분에 따른 링크별 자동차 배출량을 차종별 속도배출계수를 이용하여 도심, 서울 전역, 수도권 대기관리 권역, 수도권 행정구역 전역 등과 같은 공간범역을 대상으로, 특정경유자동차 저공해화 효과, 공해차량제한지역의 재설계 및 운영에 따른 효과를 추정하였다.

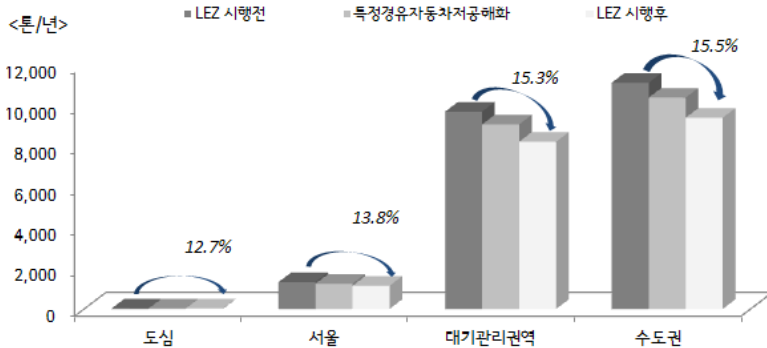
그 결과, 서울 전역을 기준으로 특정경유자동차 저공해화 사업으로 약 78톤/년이 삭감되었으며, 공해차량제한지역의 재설계 및 운영으로 105톤/년의 추가 감축이 가능한 것으로 나타났다.²⁸⁾

〈표 5-2〉 공해차량제한지역 설계에 따른 환경개선 효과 추정

(단위 : 톤/년)

구분	도심	서울	수도권 대기관리 권역	수도권 전역
특정경유자동차 저공해화 사업	2	78	633	735
공해차량제한지역 재설계 및 운영	3	105	853	991

28) 경유자동차 저공해화 이행을 촉진하는 정책수단으로서 공해차량 제한지역의 공간적 범역 구분에 따른 효과 추정은 교통수요관리모형의 적용에 따른 배출량 저감량을 CAPSS 배출량으로 보정한 수치임.

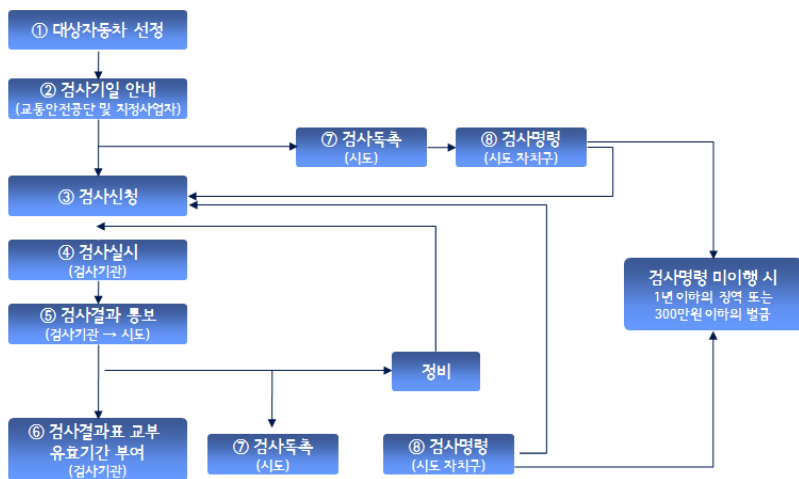


(그림 5-4) 공해차량제한지역 설계에 따른 환경개선 효과

2. 자동차 배출가스 검사제도의 실효성 확보

종합검사 대상지역에 등록된 일정 차량이 지난 모든 자동차는 일정 기간마다 정기적으로 종합검사를 받아야 한다(대기환경보전법 제63조 제1항, 수도권대기환경개선에 관한 특별법 제25조 제2항, 자동차관리법 제43조의 2).²⁹⁾

- 29) 대기환경보전법 제63조(운행차의 배출가스 정밀검사) ① 다음 각 호의 지역 중 어느 하나에 해당하는 지역에 등록(「자동차관리법」 제5조와 「건설기계관리법」 제3조에 따른 등록을 말한다)된 자동차의 소유자는 관할 시·도지사가 그 시·도의 조례로 정하는 바에 따라 실시하는 운행차 배출가스 정밀검사(이하 “정밀검사”라 한다)를 받아야 한다.
수도권대기환경개선에 관한 특별법 제25조(특정경유자동차의 관리) ② 특정경유자동차의 소유자는 그 자동차에서 배출되는 배출가스가 제1항에 따른 특정경유자동차의 배출허용기준에 맞는지에 대하여 「자동차관리법」 제43조의2에 따라 검사를 받아야 한다.
자동차관리법 제43조의2(자동차종합검사) ① 「대기환경보전법」 제63조제1항에 따른 운행차 배출가스 정밀검사 시행지역에 등록된 자동차 소유자 및 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」 제25조제1항에 따른 특정경유자동차 소유자는 정기검사와 「대기환경보전법」 제63조제1항에 따라 실시하는 배출가스 정밀검사(이하 “정밀검사”라 한다) 또는 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」 제25조제2항에 따른 특정경유자동차 배출가스 검사(이하 “특정경유자동차검사”라 한다)를 통합하여 국토해양부장관과 환경부장관이 공동으로 다음 각 호에 대하여 실시하는 자동차종합검사(이하 “종합검사”라 한다)를 받아야 한다. 종합검사를 받은 경우에는 정기검사, 정밀검사 및 특정경유자동차검사를 받은 것으로 본다.



〈그림 5-5〉 자동차 배출가스 검사 흐름도

그리고 자동차관리법 규정에 따르면, 자동차의 점검 및 정비 명령을 위해 해당 자동차의 운행 정지를 함께 명령할 수 있으며, 자동차 종합검사의 시행 등에 관한 규칙에서는 종합검사를 기간 내에 받지 않거나, 재검사 기간 내에 재검사를 받지 않은 경우에는 과태료가 발생된다. 그리고 검사명령을 이행하지 아니하는 경우 자동차 등록번호판을 영치할 수 있으며, 1년 이하의 징역 또는 300만원 이하의 벌금을 부과할 수 있도록 규정하고 있다.

자동차관리법 _ [시행 2012.12.18]

제37조(점검 및 정비 명령 등) ② 시장·군수·구청장은 제1항에 따라 점검·정비·검사 또는 원상복구를 명하려는 경우 국토해양부령으로 정하는 바에 따라 기간을 정하여야 한다. 이 경우 해당 자동차의 **운행정지**를 함께 명할 수 있으며, 점검·정비 또는 원상복구를 명하려는 경우 필요하다고 인정되면 제43조제1항 제4호에 따른 임시검사를 받을 것을 함께 명할 수 있다.

자동차 배출가스 관리의 기본흐름은 친환경 운전조건을 확보하기 위한 I/M (배출가스 일상 점검)에 있으며, 이를 유도하기 위한 자동차 배출가스 검사제도의 중요성이 한층 강조되고 있다.

이와 같이 자동차 배출가스 검사를 통해 자동차 운행정지 효력에 준하는 조치를 할 수 있는 법규정은 이미 마련되어 있음을 감안하면, 향후 자동차의 점검 및 정비 명령의 미이행 차량에 대해 운행정지와 같은 법규정을 실제 적용하여 친환경 운전조건을 유도할 수 있도록 배출가스 검사제도의 실효성을 확보하는 것이 바람직하다.

3. 경유자동차 배출등급 관리제도 도입

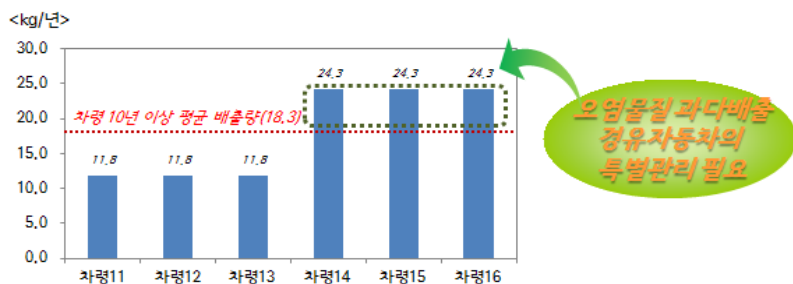
유럽, 미국은 이미 자동차 배출가스 인증시험과 별도로 실제 운행 조건을 반영한 추가적인 배출가스 검사 기준을 적용하여 운행 경유자동차로 인한 대한 대기오염물질 배출량을 관리하고 있다. 이러한 선진국 사례를 참고하여, 배출가스 검사 시 실제 운행상황이 반영되도록 제도 개선과 같은 경유자동차 실제 오염물질 배출패턴을 감안한 관리대책 마련이 요구되고 있다.

특히 노후 경유자동차는 매연이 신차에 비해 약 5.8배 많이 배출되고, 연비도 20% 이상 낮아, 조기폐차를 유도하기 위해 보조금이 지원되고 있다.³⁰⁾ 그러나 노후도가 많이 진행된 경유자동차가 폐차되지 않고 계속 운행되고 있어 오염물질이 과다 배출되는 요인이 되고 있다. 경유자동차의 노후 정도에 따른 배출단계별 특성에서도 현저하게 나타나고 있다. 먼저 차령 10년 이상 중형 화물차의 연식별 배출계수도 노후도가 클수록 평균보다 높은 것으로 나타나 특화관리가 필요함을 시사하고 있다.

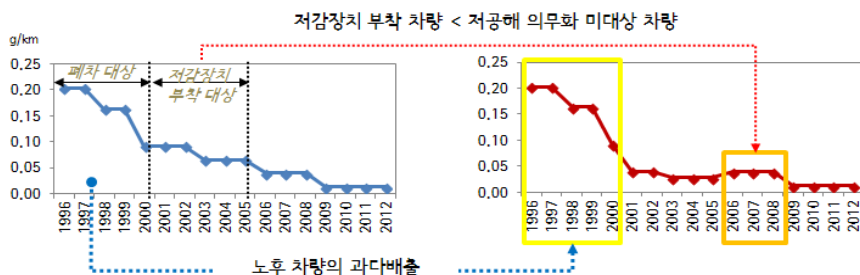
그리고 차령 7년~차령 11년의 저공해화 의무화 대상 차량에 저감장치를 부착한 경우의 미세먼지 배출계수와 저공해 의무화 미대상 차량의 차령4~차령6의 배출계수를 비교할 경우, 저공해 의무화 미대상 차량의 배출계수가 높게 나타나고 있다.

30) 서울시 블로그, “연비 20%이상 낮은 노후경유차! 조기폐차해서 보조금받자!”(2012.3.19)

이는 노후 자동차의 오염물질 과다 배출, 저공해화 사업 시기 전후 오염물질 배출 패턴의 변화 요인이 저공해화 사업의 대기환경 개선효과를 상쇄하고 있기 때문이다.



〈그림 5-6〉 차령 10년 이상의 중형 화물차의 미세먼지 배출계수



〈그림 5-7〉 저공해 사업 시기 전후 오염물질 배출 패턴 변화(소형 승합)

현재 정기검사와 종합검사 결과는 교통안전공단 자동차 검사 통합전산시스템(VIMS)을 통해 검사방법별(무부하·부하, 1~3모드) 배출가스별로 분류되어 관리되고 있다. 이러한 자료를 바탕으로 자동차 연식, 배출수준을 고려하여 경유자동차 오염물질 배출 등급을 구분하고, 이를 운행제한 대상 차량의 확인정보로 활용하고 있다.

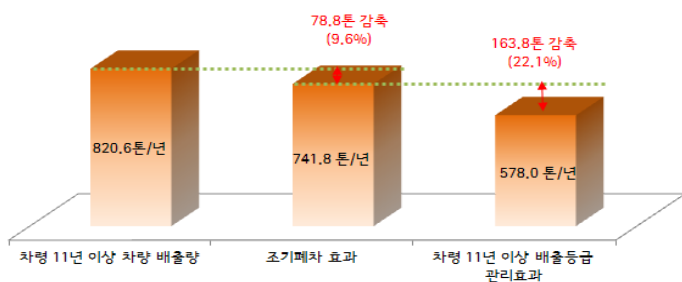
이러한 노후단계별 배출특성을 감안할 경우, 베를린의 환경지역 운영사례와 같이 운행자동차의 대기오염물질 배출량에 따라 환경등급을 분류하고, 환경등

급에 따른 운행제한 여부를 판단할 수 있게 하는 방안을 검토할 수 있다.

향후 배출허용기준을 미달하는 오염물질 과다배출 자동차의 운행제한지역(negative enforcement)인 공해차량제한지역(LEZ)에서 경유자동차의 배출 등급 제도를 도입하고, 배출등급 기준 이상의 적정 배출 자동차만 운행이 가능한(Positive enforcement) 환경지역(EZ)으로 변경을 검토할 수 있다.

이러한 배출등급 관리제도를 도입하게 되면, 시민은 자동차의 환경관리, 자동차 성능을 개선할 수 있으며, 제작사는 차종별·차령별 배출가스 수준에 따른 환경진단 서비스와 장치의 교체 및 수리 서비스를 제공할 수 있다. 그리고 서울시는 자동차 배출 오염물질 배출등급에 따른 할인 인센티브 제공 등 경유자동차의 차별적 관리를 통해 자동차의 배출량 감소를 유도할 수 있게 된다.

연식별 차종별 자동차 등록대수, 일 주행거리, 배출계수를 고려하면 차령 11년 이상 경유자동차의 전체 배출량은 820.6톤/년 수준이며, 조기 폐차비율인 9.6%를 적용하면 노후차량의 조기폐차 효과를 추정할 수 있다. 추정 결과, 약 68.8톤의 미세먼지 감축효과가 있는 것으로 나타났다. 그리고 오염물질 배출등급을 통해 차령 11년 이상 경유자동차들의 배출량을 평균 배출량 수준으로 관리한다고 가정할 경우, 약 163.8톤/년의 삭감효과를 기대할 수 있다. 이와 같이 현행 경유자동차 저공해화 사업의 사각지대에 있는 노후 경유자동차를 대상으로 배출등급 관리제도의 적용에 따른 배출량 저감 기대효과를 고려하면, 향후 베를린시와 같이 배출등급 관리제도의 도입을 적극 검토하는 것이 필요하다.



〈그림 5-8〉 배출등급 관리에 의한 PM10 배출량 저감효과

4. 저공해화 사업의 사후관리 강화

제작자동차의 배출허용기준 강화에 의해 운행 경유차를 미세먼지, 이산화질소가 적게 배출되는 자동차로 일시에 모두 교체할 경우, 대기오염 농도는 배출저감 수준에 비례하여 개선이 가능할 것이다. 그러나 신차 보급률이 연간 10% 미만이므로 운행 자동차를 전부 신차로 교체하기 위해서는 10년 이상이 소요되게 된다. 그럼에도 불구하고 PM·NO_x 등 대기오염물질을 많이 배출하는 경유자동차 대상 저공해화 사업은 분명 의미가 있다.

다만, 경유자동차 대상 저공해화 사업의 사후관리를 위해서는 차량 이력관리와 연계된 제어장치 관리, 중고품 재사용 기준, 배출가스 보증기간 경과 장치에 대한 관리가 필요하다. 다만, 보증수리는 보증기간과 기준을 병행하여 적용하되, 먼저 도달한 기준을 적용하는 원칙이 확립될 필요가 있다.

향후 자동차 배출가스 저감장치의 성능관리를 위하여 DPF를 장착한 모든 차량에 청소주기 등 고장의 사전 방지에 필요한 각종 자료를 제공할 수 있는 원격진단장치(TDS, Tele-Diagnosis System)의 부착을 검토할 필요도 있다.

제3절 경유자동차 관리요건의 강화방안

1. 자동차형 건설기계의 오염물질 관리방안

건설기계는 일반 자동차에 비해 대형화, 노후화되어 미세먼지, 이산화질소 발생량이 아주 많아, 서울의 대기질 개선을 위해서는 그동안 관리사각지대에 있는 건설기계에도 배출가스 오염물질을 저감하기 위한 관리가 필요한 실정이다.³¹⁾

31) 2009년 서울의 덤프트럭은 8,949대, 콘크리트믹서트럭은 2,744대임(자료 : 서울 통계정보 시스템). 이를 2009년 CAPSS 배출량 가운데 덤프트럭, 콘크리트믹서트럭의 PM₁₀, NO_x 배출량을 비교하면 PM₁₀은 덤프트럭, 콘크리트 믹서 트럭 모두 평균 379kg/대, NO_x는 평균 1kg/대

이는 그동안 도로이동오염원 등 특정사업에만 투자가 집중되고, 비도로 이동오염원 분야 등은 투자실적이 저조하다는 일부의 문제제기를 수용함과 함께 ‘선택과 집중’을 유지하되, ‘사업 간 형평성 확보’와 맥락을 같이하는 의미이다.

2008년 CAPSS 대기오염물질 배출량 산정부터 덤프트럭, 콘크리트믹서트럭을 비도로이동 오염원에서 도로이동 오염원으로 이동하고, 배출량 산정식도 기존 출력을 반영하던 방법에서 주행거리를 반영하는 방법으로 변경하여, 이동오염원에 준하여 관리할 수 있는 법적 분류체계의 기반은 이미 확보된 것으로 볼 수 있다.

건설기계는 경유자동차에 비해 배출허용기준이 완화(13~15배)되어 있고, 배출가스 정밀검사도 하지 않는 등 상대적으로 배출가스 관리가 미흡한 실정이었다. 이에 따라 정부도 신규제작 건설기계의 배출허용기준에 대한 지속적 강화를 통해 저배출 건설기계로 유도하고 있다.

건설기계는 2015년부터 Tier-4 기준으로 강화되면서 관리대상도 현행 6종에서 30종으로 확대되고, Tier-4 기준부터 실 주행여건을 고려할 수 있는 배출가스 시험 방법(NRTC)으로 개선되어 건설기계의 배출가스 관리는 더욱 강화될 전망이다.³²⁾

〈표 5-3〉 건설기계 Tier 4 배출허용기준

시험모드	원동기 출력범위	CO (g/kWh)	NMHC (g/kWh)	NOx (g/kWh)	PM (g/kWh)
KC1-8 (NRSC), NRTC	kW (8	8	7.5(NMHC+NOx)		0.4
	8≤kW (19	6.6	7.5(NMHC+NOx)		0.4
	19≤kW (37	5.5	4.7(NMHC+NOx)		0.03
	37≤kW (56	5.0	4.7(NMHC+NOx)		0.03
	56≤kW (130	5.0	0.19	0.40	0.02
	130≤kW (560	3.5	0.19	0.40	0.02

주 : NRTC 시험방법(가감속 운전)에서는 기존 시험방법(정속운전)에 따른 시험결과보다 오염물질 배출량이 30% 가까이 증가하기 때문에 Tier-4 기준 강화율은 더욱 증가한다고 볼 수 있음
 자료 : 환경부 보도자료(2011. 12. 30)

를 배출한 것으로 분석됨. 이와 함께 대형 화물차는 PM10 29kg/대 , NOx 0.03kg/대 정도를 배출함.

32) 자료 : 환경부 보도자료, 2011. 12. 30, “나노입자 등 위해물질 관리 유럽수준으로 강화, 건설기계 관리대상 확대 - 자동차, 건설기계 차기 배출허용기준 확정 -

이와 함께 기존 3종 자동차형 건설기계에만 적용되어 왔던 배출가스 검사를 다른 기종까지 점진적으로 확대 적용할 필요가 있는데, 우선적으로 등록대수 비율이 많고 오염물질 과다 배출장비의 엔진정비 및 저공해화를 유도하도록 해야 한다.

그리고 배출가스 검사방법(무부하/부하검사) 및 배출허용기준은 해외사례 및 국내 여건을 고려하여 설정하도록 한다. 현재는 무부하 검사방법에 따른 여지 반사식 매연측정기가 이용되고 있으나, 향후에는 매연 선별성이 높고 대부분의 선진국에서 사용하고 있는 광투과식 매연측정기를 도입하여 사용할 필요가 있다. 다만, 부하검사는 건설기계의 특수성(차대동력계 이용 불가능)으로 인하여 단기간에 도입 및 적용이 어려울 것으로 보이나 자동차형 건설기계에는 대형 자동차에 적용하는 부하검사를 단계적으로 적용하는 것이 바람직하다.

또한 건설기계의 배출관리를 효율적으로 모니터링할 수 있도록 건설기계에 대한 전산관리시스템을 구축하고, 현재 구조변경검사 대상에 포함되지 않는 건설기계에 대한 DPF 장착을 구조변경 심사 대상에 포함하여 DPF 장착 기록을 전산관리시스템에 입력해 관리하여야 한다.

저공해 사업 추진과 함께 대형건설사업장에 대해서는 수시 배출가스 점검제도를 도입하여 오염물질 과다 배출 장비에 대한 사전정비·점검을 유도하고, 공사장, 비산먼지 관리감독 시 건설기계 배출가스를 모니터링하도록 한다.

한편 운행 건설기계의 오염물질 저감방안은 엔진교체, DPF 장착, 엔진정비 등을 고려할 수 있다. 자동차형 건설기계(덤프·콘크리트믹스·콘크리트펌프 트럭)에 대해 DPF 장착은 PM₁₀ 80%, 엔진교체는 PM₁₀ 80%, NO_x 45%의 저감효과가 있으며, 엔진 정비는 PM₁₀·NO_x 모두 30% 이하의 저감효과가 있는 것으로 보고되고 있다.

〈표 5-4〉 건설기계의 저감사업 추진에 따른 오염물질별 저감효과

구분	대상 배출허용기준 및 저감수준	저감율			
		PM	NOx	CO	HC
저감장치 (DPF)	EURO-1&2 Tier-0	83.6%	-	99.5%	90%
엔진교체 (Repower)	건설용 화물자동차 EURO-1&2→EURO-4	80%	45%	25%	40%
엔진정비 (Rebuild)	-	~30%	~25%	~20%	~25%

주 : NRTC 시험방법(가속측 운전)에서는 기존 시험방법(정속운전)에 따른 시험결과보다 오염물질 배출량이 30% 가까이 증가하기 때문에 Tier-4 기준 강화율은 더욱 증가한다고 볼 수 있음.

자료 : 환경부 보도자료, 대기질 개선을 위해 건설기계 배출가스 관리를 강화한다(2010. 8. 12)

이에 따라 민간 소유의 건설기계에 저감방안 사업을 적용할 경우, 저감대상 건설기계 소유주가 원하는 방안을 선택할 수 있도록 하고, 저감방안별 경제적 지원규모는 소유주들의 적극적 참여를 유도하기 위하여 도입 초기에는 지원규모를 높게 설정한 후 단계적으로 축소해 나가는 방안을 검토하여야 할 것이다.

마지막으로 저공해사업 대상을 ① 관용 건설기계, ② 공공주관 건설사업장, ③ 민간주관 대형 건설사업장, ④ 민간주관 중형 건설사업장으로 단계적으로 확대하여야 할 것이다.

2. 법적 · 제도적 장치 도입

1) 경유자동차의 NOx 및 NO₂ 배출가스 검사 기준 추가

현행 운행차 배출허용 기준(대기환경보전법 시행규칙 별표 21)에는 휘발유(알코올 포함)사용 자동차 또는 가스사용 자동차는 일산화탄소, 탄화수소, 공기과잉률, 경유사용 자동차는 매연 기준만이 규정되어 있으며, 운행차의 배출가스 검사항목에서도 일산화탄소, 탄화수소, 질소산화물, 매연에 대한 검사 기준과 방법만이 규정되어 있다(대기환경보전법 시행규칙 별표 26).

향후 경유 자동차의 NO_x의 관리를 위해서는 NO_x 및 NO₂ 배출허용기준이 마련되고, 이에 따라 운행차 정밀검사에서도 매연뿐만 아니라 NO_x, NO₂ 검사 항목도 추가되어야 할 것이다.

배출허용 기준, 관리항목 추가 등을 위해서는 대기환경보전법, 수도권 대기환경 개선에 관한 특별법과 자치단체의 조례 개정이 필요하며, 이는 중앙정부와 수도권 광역자치단체의 협력을 기반으로 이루어져야 할 것이다.

2) 자동차 검사제도의 Off-cycle 모드 관리 절차 개선

운행차에 대한 배출가스 정밀검사에서 문제가 없다는 판정을 받은 차량도 실제 운행 시에는 오염물질이 배출허용기준보다 더 많이 배출되고 있다. 현재의 검사 제도는 중저속 중저출력 구간에서 배출되는 대기오염물질량을 기준으로 하고 있어 고속구간이나 고출력 구간에서 대기오염물질 배출 실태를 충분히 반영하고 있지 못한 실정이다.

미국은 배출가스 저감장치·구조 일부가 배출가스 검사에서는 작동하면서 실제 주행 상황에서는 기능하지 않도록 제작하는 것을 ‘Defeat Device’로 규정하고, 반사회적 행위로 법령으로 금지하고 있다. 최근 일본의 자동차 업계도 Defeat Device를 금지하는 자주적 가이드라인을 작성하고, 국가는 경유차를 대상으로 Defeat Device를 금지하는 제도를 마련하고 있다. 이와 함께 자동차 배출가스 인증시험과는 별도로 실제 운행 조건을 반영한 추가적인 배출가스 검사 기준을 만들어 운행 경유차로 인한 대한 대기오염을 관리하고 있다. 향후 배출가스 검사 시 실제 운행상황이 반영되도록 제도 개선을 해야 할 것이다.

3) DPF 인증제도 보완

미세먼지 저감이 주요 목적인 저감장치 가운데 필터에 쌓인 미세먼지를 산화시키고 필터를 재생하기 위한 산화제로 NO₂를 사용하는 DPF는 NO를 NO₂로 산화시켜 필터를 재생하게 되고, 결과적으로 배출되는 NO₂의 양 또는 비율이

증가하게 된다(최유진 · 김운수, 2011).

수도권 대기환경개선 특별법 제26조 1에 근거한 [별표 8] 배출가스 저감장치 및 저공해엔진 저감효율에서는 배출가스 저감장치의 저감효율이 규정되어 있다. 그리고 배출가스 저감장치를 부착한 자동차의 출력 및 연비가 해당 장치를 부착하기 전보다 5% 이상 감소하거나, 배출가스 저감장치를 부착한 자동차에서 배출되는 가스상 오염물질(CO, HC, NO_x)이 해당 장치를 부착하기 전보다 5% 이상 증가해서는 안 된다고 규정되어 있다.

이와 같이 저감장치 기준에 NO₂ 배출 증가에 대한 규정이 빠져 있으므로, 저감장치 인증기준에 NO₂ 배출증가에 대한 제한치의 추가를 고려해야 한다. 이를 위해서는 기존 인증 DPF에 대한 NO₂ 배출수준을 측정 · 조사하여 장치 설치로 인한 NO₂ 배출 증가분에 대한 제한치를 설정하도록 해야 한다.

제 6 장 결론

제1절 요약

제2절 정책제언

제 6 장

결론

제1절 요약

1. 경유자동차의 생애주기(life-cycle)별 특화관리 방안

세계도시 서울의 환경 경쟁력을 배가하기 위해서는 여전히 선진도시에 비해 상대적으로 높은 수준인 미세먼지 저감정책 추진이 요구되고 있다. 또한 선택과 집중 전략에 의한 미세먼지 개선성과에 비해 질소산화물 오염농도 수준은 정체현상을 보여 한계상황에 직면하고 있다. 이러한 문제는 ‘선택과 집중’ 전략의 개선과제로 인식되고 있다. 그리고 소득증대, 시민의식 성숙에 따라 청결하고 쾌적한 생활환경수요가 증대되어, 초미세먼지(PM2.5), 질소산화물 등에 대한 정책적 관심이 더욱 커지고 있다.

이러한 대기환경 관리여건의 변화는 PM10 이외에 인체 위해성이 큰 PM2.5, NO₂의 관리 강화 등 경유자동차 대상 맞춤형 정책 마련과 같은 대기환경 개선 전략의 업그레이드 조건이 되고 있다.

이에 따라 서울 지역의 PM과 NO₂ 오염도 개선과 함께 시민의 건강 위해도 개선을 위해서는 대기오염물질 배출량이 많은 경유자동차에 대한 관리방안 모색이 요구되고 있다. 즉 경유자동차의 PM·NO_x 배출특성을 고려한 생애주기별 특화관리 방안이 마련되어야 한다.

2. 주요연구 성과

1) 경유자동차의 PM · NO_x 배출특성 분석

자동차 등록대수의 증가 및 통행량 증대로 인하여 배출허용기준 강화 및 저공해화 사업 추진에 따른 저감효과가 반감되고 있으며, 최근 경유 레저(RV) 자동차와 노후 차량의 증가는 미세먼지와 이산화질소 농도 개선의 한계요인으로 작용하고 있음은 유의할 대목이다.

특히 미세먼지와 질소산화물의 주 배출원인 경유자동차는 규모가 대형일수록, 노후도가 클수록 오염물질이 더 많이 배출되는 특성을 보이고 있다. 이러한 배출특성은 자동차 배출가스 정기검사와 종합검사 결과자료에서 제작연도가 오래될수록 부적합 비율이 높은 것에서도 확인할 수 있다. 이는 결과적으로 향후 노후 경유자동차의 초과배출 PM₁₀ · NO_x 관리를 위한 생애주기별 관리가 필요함을 대변하고 있다.

이에 따라 서울시가 미세먼지, 이산화질소 평균농도 개선의 한계상황을 벗어나기 위해서는 경유자동차의 운행특성, PM · NO_x 배출특성을 고려한 생애주기별 특화관리 방안이 필요하다.

2) 경유자동차 PM · NO_x 관리현황

‘선택과 집중’ 전략을 바탕으로 입자상물질(PM₁₀)의 오염도는 서울에서 다소 뚜렷한 개선 경향을 보이고 있으나, 질소산화물의 오염도는 특별대책 시행 이후에도 정체 또는 미약한 개선 수준에 그치고 있다.

수도권 대기환경 개선의 가장 큰 쟁점은 입자상물질(PM)의 배출 저감이다. 이를 위해 정부는 제작차 배출허용기준 강화 등 제작차 관련 배출량 저감 대책을 지속적으로 추진하고 있다. 그러나 경유자동차의 등록비율과 노후 경유자동차의 운행비율이 증가하고 있는 상황에서, 상쇄효과(offset effects)에 의해 저감효과가 반감되고 있다. 이에 따라 실제 운행 경유자동차가 배출하는 입자상물

질 등에 대한 획기적인 저감대책 없이는 수도권 대기환경 개선에는 한계가 있음이 지적되고 있다.

그리고 경유자동차 배출가스 관리의 내재적 문제는 판매에 앞서 신차의 배출가스 인증시험이나 운행자동차 대상 배출가스 정밀검사에서 문제가 없다는 판정을 받은 차량도 실제 운행 시에는 오염물질이 배출허용기준을 상회하여 배출되고 있다는 사실이다.

유럽, 미국이 이미 자동차 배출가스 인증시험과는 별도로 실제 운행 조건을 반영한 추가적인 배출가스 검사 기준을 만들어 운행 경유자동차로 인한 대기오염을 관리하고 있음은 유의할 대목이다. 따라서 배출가스 검사 시 실제 운행 상황이 반영되도록 제도를 개선하고, PM·NOx 동시저감을 위해 운행자동차 배출허용기준에 PM/NOx 동시규제 방안과 정밀검사에 필요한 장비 및 검사방법 등의 개선이 요구되고 있다.

또한 수도권 PM·NOx 동시저감을 위한 기술적 논쟁에 대한 검토가 필요하다. 운행 경유자동차 저공해화 사업을 추진할 경우, NO₂ 문제를 고려하여 LPG·CNG 차량으로의 교체, 조기폐차, 친환경 저공해차 구입 유도 등에 보다 비중을 두는 접근법이 고려되어야 할 것이다. 이와 함께 NO₂ 배출 증가를 야기하지 않는 수준에서 DPF 장착을 유도하는 정책의 우선순위 조정이 바람직하다.

수도권 대기환경 개선을 위해 추진되고 있는 정책적 수단의 효율성을 둘러싼 논쟁에 대한 폭넓은 판단이 요구되고 있다. 수도권 3개 광역자치단체가 상호 협력하여 제도 적용의 효율성을 확보하고, 비수도권에 등록된 노후 경유자동차에 대한 저공해화 지원, 운행대상 확인 및 도로운행 제한과 관련된 법적 한계 검토를 통해 운행제한제도의 실효성을 확보할 수 있는 방안이 모색되어야 할 것이다.

3) 해외 경유자동차 특화관리 사례분석

해외 선진도시들의 미세먼지, 이산화질소 대기환경 현황, 인벤토리, 관리전략을 종합하여 분석한 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 주요 선진도시의 미세먼지와 이산화질소의 주요 배출원은 도로/비도로 이동 오염원인 것으로 파악되고 있다. 특히 이동오염원의 배출 저감을 기대할 수 있는 대부분의 정책 및 방안은 경유자동차 대상 특화관리에 집중되어 있음을 알 수 있다.

둘째, 주요 선진도시들은 제작자동차의 배출허용기준을 단계적으로 강화하고 있으며, 지속가능한 환경과 녹색경제와의 공존을 바탕으로 하이브리드, 전기자동차 등 차세대 그린카 보급을 역점적으로 추진하고 있다.

셋째, 운행자동차 관리와 관련하여 저감장치 부착, CNG 버스로의 교체, 엔진 개조 등 저공해화 사업이 주류를 이루고 있다. 특히 경유자동차 저공해화 사업의 오염물질 배출량 감소효과를 극대화하기 위한 정책적 대안으로 운행제한 제도를 병행 시행하거나 계획하고 있다.

넷째, 선진도시들은 대기오염물질의 배출 및 확산을 감안하여, 영향범위 내 지역의 환경관리대책을 공동으로 수립·이행하고 있으며, 최소한의 공동노력으로 최대효과를 내기 위해 지역 상호 간 협력 방안을 마련하고 있다. 환경지역을 통합적으로 지정하여 운행제한을 시행하고 있는 것이 대표적 사례로서, 도쿄, 런던 등이 대도시 대기환경 관리를 위해 이 제도를 행정구역 전역을 대상으로 시행하고 있음에서 알 수 있다.

다섯째, PM 위주의 경유자동차 관리대책 때문에 NO₂ 개선이 정체되고, NO₂ 기준 달성이 용이하지 않은 도시들은 NO_x 배출이 대폭 강화된 Euro5 & Euro 6 기준의 채택 또는 전기차 등 저공해 자동차의 도입을 확대하고 있다. Euro 4 이하의 기존 공해차량에 대해서는 PM₁₀-NO_x 동시 저감장치 개발 및 보급대책이 추진되고 있다. 2012년 4단계 환경지역 기준을 시행 중인 런던은 2015년 5단계 환경지역 기준에 NO_x 기준을 추가하기 위한 연구를 수행하고 있다.

여섯째, 선진도시들은 PM 관리방향을 PM₁₀에서 PM_{2.5}로 전환하여 대기환경 개선과 더불어 인체건강 유해성 관리를 도모하고 있다.

제2절 정책제언

1. 공해차량제한지역의 운영시스템 재설계

공해차량제한지역(LEZ)의 효율적인 운영에 필요한 몇 가지 전제조건은 성숙되지 못한 한계를 보이고 있다. 먼저 서울 지역내부 및 경계 유·출입 노후 경유자동차의 운행 특성에 따른 오염물질 배출량의 관리 정보가 구축되지 못하고 있다. 또한 수도권 및 비수도권 지역의 노후 경유자동차에 대한 매연여과장치 부착 미흡, PM·NOx 통합 감측수요 대응 미흡 등은 수도권 대기환경 개선 특별법에 근거하여 마련된 대기환경 목표농도를 달성하고, 건강 위해도가 큰 초미세먼지, 이산화질소를 관리하는 데 한계요인으로 작용할 수 있다. 따라서 현행 공해차량제한지역(LEZ)의 운영 효율성을 제고할 수 있는 방안이 요구되고 있다.

1) 통합관리시스템 구축

‘공해차량제한지역’의 효율적 운영을 위해서는 일차적으로 수도권 공해차량제한지역(LEZ) 공동 운영과 함께 정밀검사 대상 자동차의 기초자료 및 자동차이력 등 통합관리체계가 구축될 필요가 있다.

이러한 통합관리시스템 운영으로 운행제한 위반여부를 용이하게 확인할 수 있을 뿐만 아니라, 운행제한 위반여부의 확인결과를 저공해화 사업과 연계가 가능한 사후관리 수단으로 활용할 수 있다. 아울러 통합관리시스템의 보조수단으로 배출가스 원격자동차측정장치(Remote Sensing Device) 도입을 검토할 수 있다.

2) 관리대상 및 기준 확대

기존의 2.5톤 이상의 경유자동차에 대한 저공해화 사업은 PM10 배출량과 농

도 개선에는 크게 기여할 수 있지만, NO_x의 배출량 저감에는 한계가 될 수 있다. 이에 따라 2.5톤 이하의 경유자동차가 배출하는 미세먼지와 질소산화물의 통합관리를 위해서는 저공해화 사업 대상범위의 확대를 검토하고, 이를 공해차량제한지역(LEZ) 운영과 연계하는 방향이 바람직하다.

그리고 운행 중인 노후화된 휘발유 및 가스차량도 PM을 배출하지 않지만, NO_x, CO, HC 등 오염물질의 배출원임을 간과할 수 없다. 따라서 NO_x 농도 개선을 위해서는 운행 경유자동차뿐만 아니라 운행 휘발유 및 가스 차량에 대해서도 NO_x 저감사업을 함께 추진하는 것이 필요하다.

공해차량제한지역의 관리기준으로는 PM₁₀ 이외에 NO_x 기준 미달차량을 운행제한 대상으로 확대하고 있는 추세를 반영하여, 수도권의 공해차량제한지역 관리기준에 NO_x의 추가 검토를 고려해야 할 것이다. 특히 서울시는 PM_{2.5} 오염물질의 주 배출원이 이동오염원임을 감안해 공해차량제한지역 관리기준에 초미세먼지(PM_{2.5}) 환경기준을 추가할 필요가 있다.

3) 공간범역 확대 및 지역 세분화

일부 지역에서 경유자동차의 관리대책 시행으로 대기환경 수준이 개선되고 있으나, 관리대상 이외 지역의 대기환경 악화로 인해 평균농도 개선은 한계에 직면할 가능성이 높다. 이에 따라 대기관리권역에서 제외된 나머지 지역을 포함한 수도권 전체를 공해차량제한지역(LEZ)으로 지정·운영하는 방안의 검토가 필요하다.

또한 2단계 수도권 대기환경 개선 기본계획 수립과정에서 수도권과의 광역영향을 고려하여 “영향지역”으로 분류하고, 수도권 특별대책에서 적용하고 있는 저공해화 대책과의 연계를 모색할 필요가 있다.

더불어 공해차량제한지역(LEZ)의 대기환경 개선효과를 극대화하기 위해서는 수도권내 등록차량뿐만 아니라 수도권 외부 등록차량에 대한 운행제한도 병행되어야 할 것이다.

4) 교통 수요관리 대책과 연계 운영

선진도시의 관리대책을 원용하여 차종별 오염물질 배출수준에 따른 배출등급의 분류와 등급별 운행조건의 차별적인 적용을 통해 향후 혼잡통행료, (기후)환경세 부과 등과 같이 친환경 교통대책과의 연계를 검토하는 것이 바람직하다.

5) 참여유인 정보제공

경유자동차 저공해화 유도의 정책 수용성을 확보하고, 노후 경유자동차에 저공해장치 부착을 촉진하기 위해 공해차량제한지역 관련 정보, 저공해화 사업 지원 내용, 저공해화 차량 사후 관리 등의 관련 정보를 온라인 및 오프라인으로 제공하는 것이 필요하다.

2. 자동차 배출가스 검사제도의 실효성 확보

자동차의 점검 및 정비명령의 미이행 차량에 대해 운행정지와 같은 법 규정을 실제 적용하여 친환경 운전조건을 유도할 수 있도록 배출가스 검사제도의 실효성 확보가 필요하다.

3. 경유자동차 배출등급 관리제도 도입

노후단계별 배출특성을 감안할 경우, 운행자동차의 대기오염물질 배출량에 따라 환경등급을 분류하고, 환경등급에 따른 운행제한 여부를 판단할 수 있게 하는 방안을 검토할 수 있다.

향후 배출허용기준을 미달하는 오염물질 과다배출 자동차의 운행제한지역(negative enforcement)인 공해차량제한지역(LEZ)에서 경유자동차의 배출 등급제

도를 도입하고, 배출등급 기준 이상의 적정 배출 자동차만 운행이 가능한(Positive enforcement) 환경지역(EZ)으로 변경을 검토할 수 있다.

이러한 배출등급 관리제도를 도입하게 되면, 시민은 자동차의 환경관리, 자동차 성능을 개선할 수 있으며, 제작사는 차종별·차령별 배출가스 수준에 따른 환경진단 서비스와 장치의 교체 및 수리 서비스를 제공할 수 있다. 그리고 서울시는 자동차 배출 오염물질 배출등급에 따른 할인 인센티브 제공 등 경유 자동차의 차별적 관리를 통해 자동차의 배출량 감소를 유도할 수 있게 된다.

4. 저공해화 사업의 사후관리 강화

경유자동차 대상 저공해화 사업의 사후관리를 위해서는 차량 이력관리와 연 계된 제어장치 관리, 중고품 재사용 기준, 배출가스 보증기간 경과 장치에 대한 관리가 필요하다. 향후 자동차 배출가스 저감장치의 성능관리를 위하여 DPF를 장착한 모든 차량에 청소주기 등 고장의 사전 방지에 필요한 각종 자료를 제공할 수 있는 원격진단장치(TDS, Tele-Diagnosis System)의 부착을 검토할 필요도 있다.

5. 경유자동차 관리요건의 강화방안

1) 자동차형 건설기계의 오염물질 관리방안

기존 3종 자동차형 건설기계에만 적용되어 왔던 배출가스 검사를 다른 기종 까지 점진적으로 확대 적용할 필요가 있는데, 우선적으로 등록대수 비율이 많고 오염물질을 과다 배출하는 장비의 엔진정비 및 저공해화를 유도하도록 해야 한다.

또한 건설기계의 배출관리를 효율적으로 모니터링할 수 있도록 건설기계

대한 전산관리시스템을 구축하고, 현재 구조변경검사 대상에 포함되지 않는 건설기계에 대한 DPF 장작을 구조변경 심사 대상에 포함하여 DPF 장작 기록을 전산관리시스템에 입력해 관리하여야 한다.

그리고 민간 소유의 건설기계에 저감방안 사업을 적용할 경우, 저감대상 건설기계 소유주가 원하는 방안을 선택할 수 있도록 하고, 저감방안별 경제적 지원규모는 소유주들의 적극적 참여를 유도하기 위하여 도입 초기에는 지원규모를 높게 설정한 후 단계적으로 축소해 나가는 방안을 검토하여야 할 것이다.

마지막으로 저공해사업 대상을 ① 관용 건설기계, ② 공공주관 건설사업장, ③ 민간주관 대형 건설사업장, ④ 민간주관 중형 건설사업장으로 단계적으로 확대하여야 할 것이다.

2) 법적·제도적 장치 도입

경유 자동차의 NO_x의 관리를 위해서는 NO_x 및 NO₂ 배출허용기준이 마련되고, 이에 따라 운행차 정밀검사에서도 매년뿐만 아니라 NO_x, NO₂ 검사항목도 추가되어야 할 것이다. 이러한 배출허용기준, 관리항목 추가 등을 위해서는 대기환경보전법, 수도권 대기환경 개선에 관한 특별법과 자치단체의 조례 개정이 필요하며, 이는 중앙정부와 수도권 광역자치단체의 협력을 기반으로 이루어져야 할 것이다.

그리고 배출가스 검사 시 실제 운행상황이 반영되도록 자동차 검사제도의 Off-cycle 모드 관리 절차를 개선하고, 배출가스 저감장치 기준에 NO₂ 배출 증가에 대한 규정이 빠져 있으므로, 저감장치 인증기준에 NO₂ 배출증가 가능성을 고려하여 NO₂ 증가의 제한치를 추가해야 한다.

참 고 문 헌



참 고 문 헌

- 김동영, 2011, 『2단계 수도권 대기환경관리계획 수립을 위한 정책방향』, 경기개발연구원
- 김동영, 2011, 『운행차 저공해화 사업 성과분석 및 발전방안』, 경기개발연구원
- 김용우 · 민준석, 2008, “일본의 경유차 PM · NO_x규제동향 및 저감기술”, *Auto Journal*
- 김운수 · 최유진, 2011, 『서울시 대기환경 개선목표 달성을 위한 오염물질 저감대책 수립연구』, 서울시정개발연구원
- 김운수, 2010, 『서울시 고농도 미세먼지 오염현상의 원인분석 및 지역별 맞춤형 관리대책』, 서울시정개발연구원
- 김운수, 2010, 『세계 대도시 서울의 환경경쟁력 확보 방안 연구』, 서울시정개발연구원
- 최유진 · 김운수, 2011, 『서울의 대기 중 이산화질소(NO₂) 저감 둔화 원인 분석 및 대응방안』, 서울시정개발연구원
- 박경옥, 2011, “ASI 전략을 위한 규제정책과 정책사례”, 2011 지속가능 교통브리프, Vol.2 No.3
- 이태우 · 이종태 · 김정수, 2012, “이동식 배출가스 측정장비를 이용한 소형 경유 자동차의 실도로 질소산화물 배출특성 분석”, 한국대기환경학회지 제 28권 제1호
- 이윤미, 2010, “유럽 친환경혼잡통행료(밀라노 ECOPASS, 런던 LEZ, 스톡홀름 EZ) 운영실태 및 효과”, 도로정책 Brief Vol.28
- 교통안전공단, 2012, 『2010년 자동차검사 결과』
- 교통안전공단, 2011, 『2010년도 자동차 주행거리 실태분석 연구』
- 국립환경과학원, 2011, 『2009 대기오염물질 배출량』

국립환경과학원, 2009, 「자동차 배출가스 저감장치 인증 및 검사 현황과 개선방안 (I)」

국립환경과학원, 2007, 「도심 대기질 개선을 위한 차량 통행제한 설정 등을 위한 연구」
수도권교통본부, 2012, 「2012년 여객 기종점 통행량(O/D) 전수화 및 장래수요예측 공동조사」

수도권 대기환경청, 2011, 「수도권 대기환경개선 시행계획 추진실적 작성지침」
서울특별시·서울지방경찰청, 2012, 「2011년 서울특별시 교통량 조사자료, 2012」
서울특별시, 2012, 「2011 서울 대기질 평가보고서」

서울시 기후환경본부친환경교통과, 2011, 「2011년도 정책 자료집 운행경유차저공 해사업」

서울특별시, 2010, 「서울시 대기 중 미세먼지의 상세모니터링을 통한 미세먼지 특성조사 연구」

서울특별시, 2007, 「대기질 개선을 위한 노후경유차 처리방안 기본연구」

서울특별시, 2007, 「수도권 저공해화 미이행 노후경유차 운행제한 실행방안 연구」

Berlin, Berlin's Environmental Zone Information for Foreign Tourists

Berlin, 2007, Better Air for Berlin, Berlin Umweltzone

Berlin, 2012, *Luftgütemessdaten 2011*

Berlin, 2013, *Entwurf Luftreinhalteplan 2011 bis 2017 für Berlin*

Berlin Environmental Atlas, 2012, “Long-Term Development of Air-Quality”

Kilian Frey, 2010, “The Low Emission Zone(Umweltzone) in Berlin”

Mayor of London, 2010, *Cleaning the air-The Mayor's Air Quality Strategy*

Martin Lutz, 2009, “The Low Emission Zone in Berlin - Results of a First Impact Assessment”

Richard B. Ellison, Stephen Greaves, David A. Hensher, 2010, “Medium term effects of London’ low emission zone”

SCAQMD, 2012, *Air Quality Management Plan*

Transport for London, 2012, “Emissions standards have changed. Have you taken action?”

Transport for London, 2011, *Stricter emissions standards for central or inner London : a provisional assessment of potential feasibility and effectiveness*

도쿄도, 2012, 『동경의 환경 2012』

<https://stat.mltm.go.kr/portal> (국토해양누리통계)

<http://www.metro.tokyo.jp> (도쿄도 홈페이지)

<http://www.lowemissionzones.eu> (유럽 환경지역 홈페이지)

<http://www.who.int> (WHO 홈페이지)

부 록

【부록 1】 3개 시·도 공해차량제한지역 지정 및
운행제한에 관한 조례

【부록 2】 경유자동차 차종별·연식별 PM·NO_x
배출계수

1. 서울특별시 공해차량제한지역 지정 및 운행제한에 관한 조례

[시행 2010.11.1] [서울특별시조례 제5026호, 2010.9.30, 제정]

제1조(목적) 이 조례는 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」 제28조의2에 따라 운행이 제한되는 자동차의 범위 및 지역 등을 규정하여 대기환경을 개선함을 목적으로 한다.

제2조(정의) 이 조례에서 사용하는 용어의 뜻은 다음 각 호와 같다.

1. “공해차량제한지역(Low Emission Zone)”이란 대기오염이 심각하여 자동차의 운행제한 등 특별관리가 필요한 지역으로 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」(이하 ‘특별법’이라 한다.) 제2조제2호 및 같은 법 시행령 제2조에서 정한 대기관리권역 중 서울특별시 전 지역을 말한다.

2. “배출가스저감장치”란 자동차에서 배출되는 대기오염물질을 줄이기 위하여 자동차에 부착하는 장치로서 「대기환경보전법」(이하 “대기법”이라 한다.) 제60조 또는 특별법 제26조에 따라 인증 받은 장치를 말한다.

3. “저공해엔진”이란 자동차에서 배출되는 대기오염물질을 줄이기 위한 엔진(엔진 개조에 사용하는 부품을 포함한다)으로서 대기법 제60조 또는 특별법 제26조에 따라 인증을 받은 장치를 말한다.

4. “저공해 조치”란 배출가스저감장치의 부착, 저공해엔진으로의 개조 또는 교체, 대기법 제58조 또는 특별법 제27조에 따라 조기에 폐차하는 것을 말한다.

제3조(공해차량제한지역 운행제한 대상) ① 서울특별시장(이하 “시장”이라 한다)은 공해차량제한지역에서 특별법 제28조의2에 따라 다음 각 호의 어느 하나에 해당되는 자동차에 대하여 운행을 제한할 수 있다. 다만, 해당 자동차에 적합한 배출가스저감장치 또는 저공해엔진이 인증·보급되지 아니한 경우에는

그 기간 동안 운행제한 대상에서 제외한다.

1. 특별법 제25조제1항 및 제4항에 따른 배출허용기준을 초과한 자동차로서 배출가스저감장치를 부착하지 아니하였거나 저공해엔진으로 개조 또는 교체하지 아니한 대기관리권역에 등록된 특정경유자동차

2. 대기법 제58조제1항에 따라 대기관리권역에 소재한 시·도 조례로 정한 저공해조치 명령을 받은 자동차로서 이행기한 내에 배출가스저감장치 부착하지 아니하였거나 저공해엔진으로 개조 또는 교체하지 아니한 자동차

3. 특별법 제25조제6항제2호에 따라 대기관리권역 외의 지역을 관할하는 지방자치단체에 등록된 사업용 경유자동차 중 대기법 제46조제3항에 따른 배출가스보증기간이 지난 자동차로서 배출가스저감장치를 부착하지 아니하였거나 저공해엔진으로 개조 또는 교체하지 아니한 자동차

② 제1항제3호에 따른 운행제한은 배출가스저감장치 부착 또는 저공해엔진 개조·교체에 따른 보조금 지원여부 등을 고려하여 시장이 별도로 시기를 정하여 시행할 수 있다. 이 경우 시장은 이를 고시하여야 한다.

제4조(운행제한 대상 자동차의 단속) ① 시장은 공해차량제한지역에서 운행제한 대상 자동차의 단속을 위하여 무인단속시스템을 설치·운영할 수 있으며, 단속 담당공무원(이하“단속공무원”이라 한다)을 임명하여 위반 자동차를 단속하게 할 수 있다.

② 시장은 무인단속시스템 또는 단속공무원에 의하여 운행제한 위반사실이 확인된 경우 별지 서식에 따른 운행제한 위반 통지서를 작성하여 자동차 소유자에게 교부하여야 한다.

③ 단속공무원이 해당 업무를 수행하는 때에는 일반인이 쉽게 단속업무 수행중임을 식별할 수 있도록 모자 착용 또는 표지물 등을 부착하여야 하며 촬영카메라 등 단속에 필요한 장비를 휴대하여야 한다.

제5조(위반차량에 대한 과태료 부과 등) ① 시장은 제3조에 따른 공해차량제한지역 운행제한 규정을 위반한 자동차 소유자에 대하여 과태료를 부과할 수

있다. 다만, 처음 1회 위반 시에는 과태료를 부과하지 아니하고 위반사실을 통지하여 그 자동차 소유자가 운행제한 대상임을 알 수 있도록 하여야 한다.

② 제1항 단서에 따라 통지일부터 30일이 지난 후에는 매 위반 시마다 20만원의 과태료를 부과할 수 있다. 이 경우 부과한 과태료의 총액은 200만원을 초과할 수 없다.

③ 제2항에 따른 과태료의 부과는 1일 위반횟수가 1회를 초과하더라도 1회에 한하여 부과한다.

부칙 < 제5026호, 2010.09.30>

이 조례는 공포 후 1개월이 경과한 날부터 시행한다.

일련번호 :

운행제한 위반 통지서

소유자	성 명 (상호)		생년월일 (사업자등록번호)	
	주 소			
위반내 용	차량번호		최초등록일	
	차 명		차대번호	
	총중량(kg)		배기량(cc)	
	운행장소		운행일시	
	단속방법	무인단속시스템, 단속공무원 단속		

『수도권 대기환경개선에 관한 특별법』 제28조의 2 및 『서울특별시 공해차량제한지역 지정 및 운행제한에 관한 조례』 제4조에 의거 서울특별시 공해차량제한지역에서 운행하다가 단속되었기에 「운행제한 위반 통지서」를 발부합니다.

※ 처음 1회 위반시에는 저공해조치 기간 등을 고려하여 30일 동안 행정지도하나 그 이후 위반시에는 매 위반시마다 20만원의 과태료가 부과됨을 알려드립니다.

※ 이 통지에 이의가 있으시면 관련 증빙자료를 첨부하여 년 월 일까지 서울특별시 대기관리담당관으로 제출(또는 FAX 02-2115-7759)바랍니다.

☎ 문의전화 : 서울특별시 대기관리담당관실 (02-2115-7763)

년 월 일

서 울 특 별 시 장

※ 첨부 : 위반사실 근거자료

210mmx297mm[일반용지 60g/㎡(재활용품)]

2. 경기도 공해차량제한지역 지정 및 운행제한에 관한 조례

[시행 2012.5.11] [경기도조례 제4380호, 2012.5.11, 일부개정]

제1조(목적) 이 조례는 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」 제28조의2에 따라 운행이 제한되는 자동차의 범위와 지역 등을 규정함으로써 대기환경 개선을 통한 주민의 삶의 질 향상에 기여하는 것을 목적으로 한다.

제2조(정의) 이 조례에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. “공해차량제한지역(Low Emission Zone)”이란 대기오염이 심각하여 자동차의 운행제한 등 특별관리가 필요한 지역으로 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」(이하 “특별법”이라 한다) 제2조제2호 및 같은 법 시행령 제2조에서 정한 대기관리권역 중 경기도 소재 24개 시(市)를 말한다.

2. “배출가스저감장치”란 자동차에서 배출되는 대기오염물질을 줄이기 위하여 자동차에 부착하는 장치로서 「대기환경보전법」(이하 “법”이라 한다) 제60조 또는 특별법 제26조에 따라 인증을 받은 장치를 말한다.

3. “저공해엔진”이란 자동차에서 배출되는 대기오염물질을 줄이기 위한 엔진(엔진 개조에 사용하는 부품을 포함한다)으로서 법 제60조 또는 특별법 제26조에 따라 인증을 받은 장치를 말한다.

4. “특정경유자동차”란 대기관리권역에 등록된 경유자동차 중 법 제46조에 따른 배출가스 보증기간이 지난 자동차를 말한다.

5. “저공해 조치”란 배출가스저감장치의 부착, 저공해엔진으로의 개조 또는 교체, 법 제58조 또는 특별법 제27조에 따라 조기에 폐차하는 것을 말한다.

제3조(운행제한 대상) ① 경기도지사(이하 “도지사”라 한다)는 공해차량제한 지역 내에서 특별법 제28조의2에 따라 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자동차에 대하여 운행을 제한할 수 있다. 다만, 해당 자동차에 적합한 배출가스저감장치 또는 저공해엔진이 인증·보급되지 아니한 경우에는 그 기간 동안 운행제한 대상에서 제외한다.

1. 특별법 제25조제1항에 따른 배출허용기준을 초과한 자동차로서 배출가스 저감장치를 부착하지 아니하였거나 저공해엔진으로 개조 또는 교체하지 아니한 대기관리권역에 등록된 특정경유자동차

2. 법 제58조에 따른 시·도에서 정한 「경유자동차 저공해 조치 및 지원에 관한 조례」에 따라 저공해 조치 명령을 받은 자동차로서 저공해 조치 이행 기한 이내에 배출가스저감장치를 부착하지 아니하였거나 저공해 엔진으로 개조 또는 교체하지 아니한 자동차

3. 특별법 제25조제6항제2호에 따라 대기관리권역 외의 지역을 관할하는 지방자치단체에 등록된 사업용 경유자동차 중 법 제46조에 따른 배출가스 보증기간이 지난 자동차로 배출가스저감장치를 부착하지 아니하였거나 저공해엔진으로 개조 또는 교체하지 아니한 자동차

② 제1항제3호에 의한 운행제한은 배출가스저감장치 부착 또는 저공해엔진 개조·교체에 따른 보조금 지원 여부 등을 고려하여 도지사가 별도로 시기를 정하여 시행할 수 있다. 이 경우 도지사는 이를 고시하여야 한다.

제4조(운행제한 대상 자동차의 단속)

① 도지사는 공해차량제한지역에서 운행제한 대상 자동차의 단속을 위하여 무인단속시스템을 설치·운영할 수 있으며, 단속 담당공무원(이하 “단속공무원”이라 한다)을 임명하여 위반 자동차를 단속하게 할 수 있다.

② 도지사는 무인단속시스템 또는 단속공무원에 의하여 위반사실이 확인된 경우에는 별지 제1호서식에 따라 위반 사항을 자동차 소유자에게 통보하여야 한다.

③ 단속공무원이 해당 업무를 수행하는 때에는 일반인이 쉽게 단속업무 수행 중임을 알 수 있도록 표지물을 부착 또는 착용하여야 하며 촬영카메라 등 단속에 필요한 장비를 휴대하여야 한다.

제5조(위반행위에 대한 과태료의 부과 등)

① 도지사는 공해차량제한 지역에서 운행제한 규정을 위반한 자동차에 대하

여 과태료를 부과할 수 있다. 다만, 처음 1회 위반한 때에는 과태료의 부과 없이 위반사실을 통지하여 그 자동차 소유자가 운행제한 대상임을 알 수 있도록 하여야 한다.

② 제1항 단서에 따라 통지한 날부터 30일이 지난 후에는 위반한 때마다 그 자동차의 소유자에게 20만원의 과태료를 부과할 수 있다. 이 경우 부과한 과태료의 총액은 200만원을 초과할 수 없다.

③ 제2항에 따른 과태료의 부과는 1일 위반 횟수가 1회를 초과하더라도 한 차례만 부과한다. <개정 2012.5.11.>

④ 제2항에 따른 과태료의 부과와 징수 및 감면 등에 관한 사항은 「질서위반 행위규제법」 및 같은 법 시행령이 정하는 바에 따른다.

⑤ 과태료의 부과 대상자가 「질서위반행위규제법」 제20조제1항에 따라 과태료 부과 통지를 받은 날부터 60일 이내에 이의를 제기하지 아니하고 같은 법 제24조제1항에 따른 가산금을 납부하지 아니한 때에는 지방세 체납처분의 예에 따라 이를 징수한다.

제6조(권한의 위임) 도지사는 다음 각 호의 권한을 시장·군수에게 위임한다.

1. 제4조에 따른 운행제한 대상 자동차의 단속
2. 제5조에 따른 위반행위에 대한 과태료의 부과 등

부칙 <2009.12.31.>

이 조례는 공포한 날부터 3개월이 경과한 날부터 시행한다.

3. 인천광역시 공해차량제한지역 지정 및 운행제한에 관한 조례

[시행 2010.3.29] [인천광역시조례 제4410호, 2010.3.29, 제정]

제1조(목적) 이 조례는 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」 제28조의2에 따라 공해차량제한지역의 지정 및 공해차량제한지역 안에서 운행이 제한되는 자동차의 범위 등을 규정함으로써 대기질을 개선하고 나아가 시민의 삶의 질 향상에 기여하는 것을 목적으로 한다.

제2조(정의) 이 조례에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. “공해차량제한지역(Low Emission Zone)”이란 도심 대기질 개선을 위하여 대기오염물질을 다량으로 배출하는 차량의 통행을 제한하는 지역으로 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」(이하 “특별법”이라 한다) 제2조제2호 및 같은 법 시행령 제2조에서 정한 대기관리권역을 말한다.

2. “저공해 조치”란 배출가스저감장치의 부착, 저공해엔진으로의 개조 또는 교체, 「대기환경보전법」 제58조 또는 특별법 제27조에 따라 조기에 폐차하는 것을 말한다.

3. “배출가스저감장치”란 자동차에서 배출되는 대기오염물질을 줄이기 위하여 자동차에 부착하는 장치로서 「대기환경보전법」 제60조 또는 특별법 제26조에 따라 인증을 받은 장치를 말한다.

4. “저공해엔진”이란 자동차에서 배출되는 대기오염물질을 줄이기 위한 엔진(엔진 개조에 사용하는 부품을 포함한다)으로서 「대기환경보전법」 제60조 또는 특별법 제26조에 따라 인증 받은 장치를 말한다.

제3조(공해차량제한지역의 지정) 제2조제1호의 공해차량제한지역(이하 “제한지역”으로 한다) 중 인천광역시 제한지역은 옹진군(영흥면은 제외)을 제외한 인천광역시 전 지역으로 한다.

제4조(운행제한 대상 자동차) 인천광역시장(이하 “시장”이라 한다)은 인천광역시 제한지역 안에서 특별법 제28조의2에 따라 다음 각 호의 차량에 대하여

운행을 제한할 수 있다. 다만, 「대기환경보전법」 제60조 또는 특별법 제26조에 따라 인증을 받은 배출가스저감장치 또는 저공해엔진이 없거나 인증을 받은 배출가스저감장치 또는 저공해엔진의 보급이 이루어지지 않은 자동차는 운행제한 대상에서 제외한다.

1. 특별법 제25조제1항에 따른 배출허용기준을 초과한 자동차로서 배출가스저감장치를 부착하지 아니하였거나 저공해엔진으로 개조 또는 교체하지 아니한 대기관리권역에 등록된 특정경유자동차

2. 「대기환경보전법」 제58조에 따라 저공해 조치 명령을 받은 자동차로서 해당 기간 내 배출가스저감장치를 부착하지 아니하였거나 저공해엔진으로 개조 또는 교체하지 아니한 자동차

제5조(운행제한 대상 자동차 관리)

① 시장은 인천광역시 제한지역 안의 운행제한 대상 자동차의 단속을 위하여 무인단속시스템을 설치·운영할 수 있으며, 단속 담당공무원(이하 “단속공무원”이라 한다)을 임명하여 제한지역 안에서 운행제한 위반 자동차를 단속하게 할 수 있다.

② 시장은 무인단속시스템 또는 단속공무원에 의하여 운행제한 위반이 확인된 경우 별지 제1호 서식의 운행제한 위반 통지서를 작성하여 자동차 소유주에게 교부하여야 한다.

③ 단속공무원이 해당 업무를 수행하는 때에는 일반인이 쉽게 단속업무 수행중임을 식별할 수 있도록 표지물(모자 등)을 부착 또는 착용하여야 하며 촬영카메라 등 단속에 필요한 장비를 휴대하여야 한다.

제6조(운행제한 위반차량에 대한 과태료 부과 등)

① 시장은 인천광역시 제한지역 안에서 운행제한을 위반한 차량에 대하여 처음 1회 위반 시에는 과태료 부과 없이 위반사실을 통지하여 차량소유주가 운행제한 대상 차량임을 인지할 수 있도록 하고, 통지일부터 30일이 경과한 후부터 매 위반 시마다 20만원씩 최대 200만원까지 과태료를 부과할 수 있다. 다만, 1

일 위반 횟수가 1회 이상이더라도 1회로 한정하여 과태료를 부과한다.

② 과태료의 부과·징수 절차는 「질서위반행위규제법」에 따른다.

부칙

이 조례는 2010년 7월 1일부터 시행한다.

부록2

경유자동차 차종별 · 연식별 PM · NOx 배출계수

차종	세부 차종	오염 물질	연식																		단위 : g/km	
			96년식	97년식	98년식	98년식	99년식	00년식	01년식	02년식	03년식	04년식	05년식	06년식	07년식	08년식	09년식	10년식	11년식	12년식	13년식	14년식
승용차	중형	PM	0.1365	0.1365	0.1365	0.1365	0.1365	0.1138	0.1138	0.1138	0.0931	0.0931	0.0931	0.0931	0.0259	0.0259	0.0259	0.0103	0.0103	0.0103	0.0103	0.0103
		NOx	0.9407	0.9407	0.9407	0.9407	0.9407	0.8395	0.7819	0.7819	0.6173	0.6173	0.6173	0.6173	0.2058	0.2508	0.2058	0.1070	0.1070	0.1070	0.1070	0.1070
	대형	PM	0.1365	0.1365	0.1365	0.1365	0.1365	0.1138	0.1138	0.1138	0.0931	0.0931	0.0931	0.0931	0.0259	0.0259	0.0259	0.0159	0.0159	0.0159	0.0159	0.0159
		NOx	0.9407	0.9407	0.9407	0.9407	0.9407	0.8395	0.7819	0.7819	0.6173	0.6173	0.6173	0.6173	0.2058	0.2058	0.2058	0.1070	0.1070	0.1070	0.1070	0.1070
승합차	경형	PM	0.2141	0.2141	0.1726	0.1726	0.1726	0.0967	0.0967	0.0967	0.0691	0.0691	0.0691	0.0691	0.0192	0.0192	0.0192	0.0077	0.0077	0.0077	0.0077	0.0077
		NOx	1.2135	1.2135	1.1880	1.1880	1.1880	0.8995	0.8995	0.8995	0.6619	0.6619	0.6619	0.6619	0.2206	0.2206	0.2206	0.1147	0.1147	0.1147	0.1147	0.1147
	소형	PM	0.2026	0.2026	0.1634	0.1634	0.1634	0.0915	0.0915	0.0915	0.0915	0.0654	0.0654	0.0654	0.0392	0.0392	0.0392	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131	0.0131
		NOx	1.1226	1.1226	1.0991	1.0991	1.0991	0.8322	0.8322	0.8322	0.5888	0.5888	0.5888	0.5888	0.3062	0.3062	0.3062	0.2041	0.2041	0.2041	0.2041	0.2041
	중형	PM	0.4136	0.4136	0.4136	0.4136	0.4136	0.1149	0.1149	0.1149	0.0766	0.0766	0.0766	0.0766	0.0153	0.0153	0.0153	0.0153	0.0153	0.0153	0.0153	0.0153
		NOx	4.0424	4.0424	3.3102	3.3102	3.3102	3.3102	3.3102	3.3102	2.2088	2.2088	2.2088	1.5447	1.5447	1.5447	0.8827	0.8827	0.8827	0.8827	0.8827	0.8827
	고속 버스	PM	0.6671	0.6671	0.3706	0.3706	0.3706	0.2224	0.2224	0.2224	0.1482	0.1482	0.1482	0.1482	0.0296	0.0296	0.0296	0.0296	0.0296	0.0296	0.0296	0.0296
		NOx	13.9308	13.9308	11.3978	11.3978	7.5986	7.5986	7.5986	7.5986	6.3322	6.3322	6.3322	4.4325	4.4325	4.4325	2.5329	2.5329	2.5329	2.5329	2.5329	2.5329
승합 대형	시내 버스	PM	0.7444	0.7444	0.4136	0.4136	0.4136	0.2481	0.2481	0.2481	0.1654	0.1654	0.1654	0.1654	0.0331	0.0331	0.0331	0.0331	0.0331	0.0331	0.0331	0.0331
		NOx	15.6229	15.6229	12.7823	12.7823	12.7823	8.5216	8.5216	8.5216	8.5216	7.1013	7.1016	4.9709	4.9709	4.9709	2.8405	2.8405	2.8405	2.8405	2.8405	
	시외 버스	PM	0.7046	0.7046	0.3915	0.3915	0.2349	0.2349	0.2349	0.1566	0.1566	0.1566	0.1566	0.0313	0.0313	0.0313	0.0313	0.0313	0.0313	0.0313	0.0313	
		NOx	14.7500	14.7500	12.0681	12.0681	8.0455	8.0455	8.0455	8.0455	6.7046	6.7046	6.7046	4.6932	4.6932	4.6932	2.6818	2.6818	2.6818	2.6818	2.6818	
	전세 버스	PM	0.7211	0.7211	0.4006	0.4006	0.2403	0.2403	0.2403	0.1602	0.1602	0.1602	0.1602	0.0320	0.0320	0.0320	0.0320	0.0320	0.0320	0.0320	0.0320	0.0320
		NOx	15.1106	15.1106	12.3632	12.3632	8.2422	8.2422	8.2422	8.2422	6.8685	6.8685	6.8685	4.8079	4.8079	4.8079	2.7474	2.7474	2.7474	2.7474	2.7474	2.7474

(단위 : g/km)

차종	세부 차종	오염 물질	96연식	97연식	98연식	99연식	00연식	01연식	02연식	03연식	04연식	05연식	06연식	07연식	08연식	09연식	10연식	11연식	12연식	13연식	14연식
특수차	구난·레카	PM	1,7602	1,7602	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867
		NOx	23,7678	23,7678	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607
	기타	PM	1,7602	1,7602	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867
		NOx	23,7678	23,7678	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607
	소형차	PM	1,7602	1,7602	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867
		NOx	23,7678	23,7678	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607
	중형차	PM	1,7602	1,7602	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867
		NOx	23,7678	23,7678	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607
	대형차	PM	1,7602	1,7602	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867	0.5867
		NOx	23,7678	23,7678	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607	14,2607
화물차	경소형	PM	0.1363	0.1363	0.1193	0.1193	0.0937	0.0937	0.0937	0.0937	0.0937	0.0937	0.0937	0.0937	0.0937	0.0937	0.0937	0.0937	0.0937	0.0937	0.0937
		NOx	1,2548	1,2548	1,2281	1,2281	0.8927	0.8927	0.8927	0.8927	0.8927	0.8927	0.8927	0.8927	0.8927	0.8927	0.8927	0.8927	0.8927	0.8927	0.8927
	중형	PM	0.6688	0.6688	0.3246	0.3246	0.3246	0.3246	0.3246	0.3246	0.3246	0.3246	0.3246	0.3246	0.3246	0.3246	0.3246	0.3246	0.3246	0.3246	0.3246
		NOx	8,9459	8,9456	4,8248	4,8248	4,8248	4,8248	4,8248	4,8248	4,8248	4,8248	4,8248	4,8248	4,8248	4,8248	4,8248	4,8248	4,8248	4,8248	4,8248
	대형	PM	1,6434	1,6434	0.5478	0.5478	0.5478	0.5478	0.5478	0.5478	0.5478	0.5478	0.5478	0.5478	0.5478	0.5478	0.5478	0.5478	0.5478	0.5478	0.5478
		NOx	22,3772	22,3772	13,4263	13,4263	13,4263	13,4263	13,4263	13,4263	13,4263	13,4263	13,4263	13,4263	13,4263	13,4263	13,4263	13,4263	13,4263	13,4263	13,4263
	소형	PM	0.1365	0.1365	0.1365	0.1365	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138	0.1138
		NOx	0.9407	0.9407	0.9407	0.9407	0.8395	0.7819	0.7819	0.7819	0.7819	0.7819	0.7819	0.7819	0.7819	0.7819	0.7819	0.7819	0.7819	0.7819	0.7819
	대형	PM	0.2026	0.2026	0.1634	0.1634	0.0915	0.0915	0.0915	0.0915	0.0915	0.0915	0.0915	0.0915	0.0915	0.0915	0.0915	0.0915	0.0915	0.0915	0.0915
		NOx	1,1226	1,1226	1,0991	1,0991	0.8322	0.8322	0.8322	0.8322	0.8322	0.8322	0.8322	0.8322	0.8322	0.8322	0.8322	0.8322	0.8322	0.8322	0.8322

영문 요약 (Abstract)



A Study on the Policy Options Considering Life Cycle Management for PM · NO_x Emissions of Diesel Vehicles in Seoul

WoonSoo Kim · Yu-Jin Choi · Jeong-Ah Kim

There is growing evidence of the health hazards of a distinct set of air pollutants such as particulate matters(PM₁₀), oxides of nitrogen(NO_x) arises from studies. Taken as a whole, the health studies show elevated risk for possible development of asthma and reduced lung function.

According to the WHO estimation(2008), urban outdoor air pollution was responsible for 1.3 million annual deaths, representing 2.4% of the total deaths. Worldwide, urban air pollution is estimated to cause about 9% of the lung cancer deaths, 5% of cardiopulmonary deaths and about 1% of respiratory infection deaths.

In 2009, based on the clean air policy supporting system(CAPSS inventory), road transport, one of the major sources of urban air pollution, especially accounted for around 65% of all PM₁₀ emissions and 32.9% of NO_x emissions in Seoul.

This gives the motives to the decision-maker of Seoul city government for preparing general PM₁₀ and NO_x reduction plans, with focusing on provision of low emission vehicles such as attachment of DPF control device, accelerated retirement of old vehicles, conversion of diesel buses to CNG buses. Due to the implementation of such reduction plans, the level of PM₁₀ concentrations in Seoul are dramatically showing yearly declining pattern. In 2011, the average PM₁₀ level was $47\mu\text{g}/\text{m}^3$, compared to the level of $76\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2002. However, the concentration of NO₂ has not been reduced as much as we expected.

Without dramatic reductions of NOx emissions from transportation sources, the on-going clean air initiatives would not be successful.

Thus, the purpose of this study mainly given to preparing the policy options considering life cycle management for PM and NOx emissions from diesel vehicles in Seoul, thereby efficiently reducing the PM10 and NOx emissions in a customized management way. The basic framework of life cycle management for PM and NOx emissions from diesel vehicles consists of two approaches : 1) adoption of more stringent emission criteria of new vehicle with provision of low-emission vehicles, and 2) car I/M system, attachment of DPF · p-DPF · PM/NOx reduction devices, engine conversion, operation of low-emission zone, retirement of dirty vehicles, and sticking of emission certification with model years of diesel vehicles.

This study might be used as a ‘lively practical guideline’ to assist Seoul city deal with PM10 and NOx emissions from the viewpoints of life cycle management of emissions from diesel vehicles.

Table of Contents

Chapter 1 Introduction

1. Background and Purpose
2. Framework of Research

Chapter 2 Analysis on PM · NOx Emissions of Diesel Vehicles

1. Critical Issues in Air Quality Management
2. Car Ownership and Operation of Diesel Vehicles
3. Characteristics of PM · NOx Emissions of Diesel Vehicles

Chapter 3 Management of Diesel Vehicles

1. New Car Management
2. Vehicles-in-Use Management
3. Summary

Chapter 4 Case Studies of Foreign Cities' Management of Diesel Vehicles

1. Foreign Cities' Management Strategies
2. Comparative Implications

Chapter 5 Life Cycle Management for Emissions of Diesel Vehicles

1. Framework of Life Cycle Management
2. Life Cycle Management of PM · NOx Emissions
3. Further Requirements for PM · NOx Emissions

Chapter 6 Conclusions

1. Summary
2. Policy Recommendations

References

Appendices

서울연 2012-PR-58

서울시 경유자동차 배출특성(PM · NO_x)을 고려한 단계별 관리방안

발 행 인 이 창 현

발 행 일 2013년 1월 31일

발 행 처 서울연구원

137-071 서울특별시 서초구 남부순환로 340길 57

전화 (02)2149-1234 팩스 (02)2149-1025

값 6,000원 ISBN 978-89-8052-960-5 93530

본 출판물의 판권은 서울연구원에 속합니다.