

# 서울시 행정 경계 유출입 시내버스 배출량 분석과 저공해화 협력 방안

김운수 김승준 김정아

A Win-Win Approach for PM and NO<sub>x</sub> Emissions Reduction from City Buses in the Seoul Metropolitan Area

서울시 행정 경계 유출입  
시내버스 배출량 분석과  
저공해화 협력 방안

## \ 연구책임

김운수      안전환경연구실 선임연구위원

## \ 연구진

김승준      교통시스템연구실 연구위원

김정아      안전환경연구실 연구원

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서  
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

## 요약

CNG 버스 구입보조금 지원 유지  
대기환경 목표관리제도 도입 필요

## 수도권 대기질 개선하려면 '공기는 유한한 공유재' 인식 확산 필요

'맑은 공기는 남용과 고갈의 비극에서 자유로울 수 없는 공유재'로 인식이 확산되고 있다. 근본적인 해결책이 없으면 향후 공기재앙(airpocalypse)이 우려된다. 그동안 수도권 대기환경은 최소한의 환경규제만으로 관리 가능한 공유재로 인식해 왔으나 공유의 비극을 막기 위해 수도권 대기질 개선의 공동책임 인식 확산에 대응하여야 한다.

서울 시내버스는 지난 2014년 100% 압축천연가스(Compressed Natural Gas, CNG) 버스로 전환된 반면 서울에 진입하는 경기인천 버스(5,027대) 중 약 35%(1,756대)가 경유 버스로 운행 중인 만큼 서울시 외부유입 경유 버스 운행으로 인한 추가 오염이 발생됨에 따라 PM·NOx 배출감축 성과가 반감될 가능성이 매우 높다.

또한 경유자동차 배출 PM·NOx 오염물질 노출에 따른 시민 건강영향의 예방 차원에서 경유 시내버스를 CNG 버스로 전환하는 정책여건 변화에 대한 탄력적 대응의 미흡이 우려되고 있다.

특히 수도권의 CNG 버스 전환율이 일정 수준에 오르자 2014년부터 준공영제가 시행되고 있는 특·광역시 시내버스에 대하여 CNG 버스 도입 시 구입보조금 지급을 제한하고 있다. 또한 CNG 시내버스의 연료비가 경유 버스보다 상대적으로 높을 뿐만 아니라 경유 버스에만 보조금(유가보조금)이 지급되고 있어 CNG 버스의 운행단계에서 경제성을 확보하기가 어려운 실정이다. 이러한 여건들은 재정여건이 좋지 않은 수도권 자치단체의 경우 CNG 버스 전환에 한계요인으로 작용하고 있어 이를 극복하기 위한 수도권 3개 시도 시내버스 저공해화 협력방안 도출이 필요하다.

## 경유버스 저공해화 전환정책은 경제성 확보 곤란 등 '구조적 문제'

2002년부터 대기오염물질 배출이 많은 경유 버스를 CNG 버스로 전환함으로써 수도권의 대기 질은 크게 개선된 상황이다. 그러나 최근 국제유가의 급락에 따른 CNG 연료의 상대적인 가격 경쟁력 저하, 영업용 차량의 경우 경유에 대한 지속적인 유가보조금 지급, CNG에 대한 미수금 정산단가 가산 등으로 CNG 시내버스 운행회사는 대폐차의 상당수를 경유 버스로 교체하고 있다. 이는 경유자동차 저공해화 전환의 우수사례에 걸맞지 않은 정책의 지속가능성 저해요인으로 인식된다.

경유 시내버스의 저공해화 전환 정책이 차량 교체 관련 지원금의 중단과 운행단계의 적자 등의 경제성 확보의 어려움, 신규 노선의 사업자 선정 시 CNG 버스 보급률 항목에 대한 낮은 점수 배점, CNG 충전소 등 인프라 부족, 그리고 수도권 대기질 공유자산 보전을 위한 행정 경계 유출입 시내버스의 저공해화 협의를 위한 협력체계 구축 미흡 등 경유 버스의 저공해화 전환 추진동력을 약화시키는 구조적인 문제에 직면하고 있다.

## 행정 경계 유출입 경유버스가 수도권 대기질 '공유의 비극' 유발

행정 경계를 유출입하는 시내버스의 경우, 서울시 등록 버스회사의 노선별 NOx 전체 배출량은 연간 467.79톤으로 분석되었다. 서울시 시내버스가 서울 지역 내부에 미치는 NOx 기여도는 55.22% 수준이며, 44.78%는 경기도와 인천시에서 배출되고 있다.

서울시 행정구역을 유출입하는 경기 시내버스에서 배출되는 PM10 배출량은 연간 8.21톤/년이며, 2.35톤(28.6%) 정도가 서울 지역에서 배출되는 것으로 분석되었다. NOx는 전체지역에서 1,694톤이 배출되며, 이 가운데 서울 지역 노선에서의 배출량은 505.77톤(29.7%)이다.

또한 인천 시내버스의 연간 PM10 배출량은 0.33톤으로 추정되었다. 이 가운데 40.3% 수준인 0.13톤이 서울 시내를 운행하면서 배출되는 것으로 나타났다. NOx는 전체지역에서 240.84톤, 서울지역에서 약 63.45톤이 배출되어 약 26.3% 배출에 기여하고 있는 것으로 분석되었다.

[표 1] 행정 경계 유출입 시내버스의 대기오염물질 배출량

(단위 : 톤/년)

구분		전체 노선 배출량			서울지역 배출량			서울지역 기여도(%) (B/A)
		합계 (A)	CNG	경유	합계 (B)	CNG	경유	
서울시	NOx	467.79	467.79	-	258.83	258.83	-	55.2%
	VOC	142.65	142.65	-	77.65	77.65	-	44.5%
경기도	PM10	8.21	-	8.21	2.35	-	2.35	28.6%
	PM2.5 <sup>1)</sup>	7.56	-	7.56	2.16	-	2.16	28.6%
	NOx	1,694.16	761.67	932.49	503.72	239.63	264.09	29.7%
	VOC	355.89	253.27	102.62	116.64	86.93	29.71	32.8%
인천시	PM10	0.33	-	0.33	0.13	-	0.13	40.3%
	PM2.5 <sup>2)</sup>	0.30	-	0.30	0.12	-	0.12	40.3%
	NOx	240.84	197.39	43.44	63.45	44.26	19.19	26.3%
	VOC	26.87	21.88	5.00	11.36	9.19	2.17	42.3%

주 1) PM2.5는 경기도 CAPSS(2013) 배출량 중 버스의 PM10, PM2.5 배출 비중을 각각 적용

2) PM2.5는 인천시 CAPSS(2013) 배출량 중 버스의 PM10, PM2.5 배출 비중을 각각 적용

분석 결과, 행정 경계 유출입 시내버스가 서울지역에서 배출하는 PM10은 경기 경유 버스 2.35 톤/년, 인천 경유 버스 0.13톤/년 수준으로 시내버스 저공해화율이 다소 낮은 경기도의 배출 기여도가 큰 것으로 나타났다.

수도권 대기질 ‘공유의 비극’ 유발요인인 행정 경계 유출입 인천, 경기의 경유 버스를 모두 CNG로 교체하게 되면 수도권 전체 PM10 7.25톤, NOx 532.03톤/년, 서울 지역에서는 PM10 2.00톤/년, NOx 218.33톤/년 정도 삭감이 가능한 것으로 나타났다.

## 외국은 저공해버스 전용지역, PM·NOx 삭감목표 설정 등 정책 다양

해외 도시들은 시내버스의 저공해화 유도 촉진을 위해 조례를 통해 일정 규모 이상의 사업자에 대해 저공해저연비 자동차 구입·운행을 의무화하고 있으며, PM·NOx 삭감목표를 설정하고 자주적인 대처를 통해 삭감목표를 달성하도록 자동차환경관리 계획서 제출을 의무화하는 등 민간부문 역할을 강조하고 있다.

그리고 도시지역의 자동차 배출 기여도와 이동성을 고려하여 단독의 대기환경 대책 수립시행 만으로는 한계를 인식하고 대기환경 개선을 위해 저공해 자동차 인증, 경유차 규제 등과 같이 인근 자치단체와 네트워크를 구축하여 공동대처를 실시하고 있다.

한편 전용지역 설정과 연계하여 일정 기준 이상의 자동차만 운행이 가능하도록 하거나 저공해 버스 전용지역을 설정하여 향후 저공해 또는 무공해 버스의 구매, 친환경 자동차로의 대체를 유도하고 있어, 수도권 3개 광역자치단체의 오염차량 운행제한지역(LEZ) 운영과 연계하여 저공해 자동차로의 빠른 전환에 대한 참고사례가 될 수 있다.

서울시도 CNG, 프로판, 메탄올, 수소, 바이오디젤 또는 에탄올, 전기를 주요 동력원으로 사용하는 자동차 등 하이브리드 자동차를 포함하여 경유 자동차의 Upgrade에 대한 보조금 제도를 통해 자금을 지원하고 있으며, 이외에도 관광버스, 화물운송 자동차에 대한 그린인증 제도를 통해 저공해화 대상을 다양하게 유도하는 정책이 필요하다. 특히 수도권 행정 경계 유출입이 많은 관광버스, 택배 화물차의 관리 확대를 위해 적극 검토하여야 한다.

## 수도권 3개 시도, 대기환경관리 상생협력체계 구축 등 정책 공조를

수도권 대기질 공유자산 보전을 위해 경유 시내버스 저공해화 한계요인의 분석결과를 바탕으로 지원금 제도 개선, 오염물질 배출량 관리 강화, 협력적 노선관리 등 시내버스의 저공해화 유도정책 등 3가지 측면에서의 협력방안 마련이 필요하다.

CNG 시내버스 지원금 관련 정책으로는 전환 지원금, Upgrade 지원금, 환경개선비용 부담금 개선 등을 검토할 필요가 있다.

① CNG 시내버스 전환이 100% 이루어지지 않는 특광역시의 CNG 버스 구입 보조금 지원을 중단하는 것이 아니라 지속적인 지원 유지와 함께 운행단계의 경제성 확보 차원의 연료보조금 지원이 조속히 시행될 수 있도록 수도권 3개 시·도가 공동으로 관련 법령의 조기 개정 등을 환경부, 국토교통부에 지속적으로 요구할 필요가 있다.

② 행정 경계 유출입 시내버스를 우선 대상으로 신차 구입의 부담을 완화하기 위하여 모델연식의 물리적 기준이 아니라 초과배출 특성을 고려하여 대기오염물질을 보다 적게 배출하는 모델의 Upgrade에도 지원금을 지원하는 방안과 함께 기존 충전용량과 잠재적 CNG 전환의 총

전수요에 비추어 향후 공차 운행거리의 재조정에 대한 검토가 필요하다.

③ 환경개선비용 부담금 산정 기준을 개정하여 행정 경계 유출입 광역 노선버스에 한하여 지역 배출 기여도를 반영하여 경유자동차에 환경개선비용 부담금 부과, 그리고 징수된 환경개선부담금 일부를 수도권 대기환경개선 기금으로 조성하여 대기관리권역의 대기환경 개선에 필요한 비용으로 사용이 가능하도록 규정 마련을 검토한다. 그리고 PM과 NOx의 동시 저감을 위한 선택적 촉매산화 저감(SCR, Selective catalytic reduction) 장치 부착 차량으로 한정하여 환경개선부담금 면제가 이루어져야 할 것이다.

그리고 시내버스의 대기오염물질 배출량 관리 강화를 위한 정책으로는 배출검사 및 사후관리, 배출가스 인증제도, PM·NOx 평균배출량 도입, 환승주차장 조성 및 충전시설 확대 등이다.

① 운행 경유자동차 배출 질소산화물 감축을 위해서는 운행 시내버스 대상 정밀검사 항목에 NOx 추가가 고려되어야 한다. 차고지, 터미널 등에서 배출가스 수시점검, 운행차 배출가스 원격측정(RSD) 수시점검 확대를 통해 초과배출을 확인하고, NOx 관리를 유도해 나간다.

② 운행 시내버스 배출가스의 수시점검, 정기점검 형태의 배출 농도를 정기적으로 평가하여 그 결과를 운수회사의 경영 및 서비스 평가에 반영하도록 한다. 이와 함께 시내버스 배출가스 측정 자료를 활용하여, 경유 시내버스 배출가스 기준 초과 수준을 고려한 '환경등급' 적용, 운행 시내버스의 환경 성능 인증제도 도입을 검토한다.

③ 여객자동차운수사업에 의한 일정규모 이상의 시내버스 운송사업자(택시, 택배회사 포함)를 대상으로 PM·NOx 평균 배출량 제도를 도입하고, 사업자의 자발적인 PM·NOx 감축 정도를 경영 및 서비스 평가에 반영하는 대기환경 목표관리제 도입을 적극 검토할 필요가 있다.

④ 경유 시내버스의 진입을 제한하여 CNG 시내버스로 환승하여 도심으로 이동할 수 있도록 광역버스 환승시설을 정비하고, 이에 대한 사업화 재원을 공동으로 부담하도록 한다. 재원 부담에 따른 수익의 재배분을 통해 수도권 행정 경계 유출입 시내버스의 저공해 재원으로 충당할 수 있다.

⑤ 충전소 설치의 최대 난제인 부지 확보문제, 충전소에 대한 인식전환, 관련 법규 정비를 비롯한 지원을 확대해야 한다. 현재의 하루 100대 전후를 충전하는 대형 충전소 설치에서 벗어나 하루 20~50대를 충전할 수 있는 중형 충전소 건설방안 마련 등 운송업체의 CNG 충전소 설치 확대 유인책이 필요하다.

마지막으로 시내버스의 저공해화 협력적 노선관리 방안으로는 노선 결정 시 클린버스 도입 강화, 3개 시도 협의기능 확대 방안이다.

① 신규 노선 결정 시 평가 항목 중에서 CNG 버스 도입률에 대한 배점을 상향 조정하거나 클린버스(Clean Bus) 운행 조건을 의무화하는 방안을 고려할 수 있다. 그리고 매년 실시하는 버스회사 평가 항목 중에서 경유 사용 시내시외버스 등의 CNG 버스 도입을 촉진하기 위해서는 “CNG 버스 도입률”에 대한 배점을 상향 조정할 필요가 있다.

② 광역자치단체의 자체적 관리능력에 의한 개별 대응보다 자동차의 이동성, 공간 확산 영향분석과 위해성, 그리고 저공해화 지원 부담, 자치단체 상호 간 이견 조정, 효과적인 정책수단의 수립·시행, 예산 확보 등을 함께 논의하고 협의 시행할 수 있는 수도권 대기환경관리 상생협력 체계 구축·운영이 필요하다.

**[표 2] 수도권 3개 시도 시내버스 저공해화 정책 협력방안**

지원금 제도 개선	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CNG 버스 전환 지원금</li> <li>• 신차구입 지원금</li> <li>• 경유 시내버스 환경개선 부담금</li> </ul>
오염물질 배출량 관리 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 배출검사 사후관리</li> <li>• 배출가스 인증제도</li> <li>• PM/NOx 평균배출량 도입</li> <li>• 환승주차장 조성 및 충전시설 확대</li> </ul>
협력적 노선 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 노선결정 시 클린버스(Clean Bus) 도입 강화</li> <li>• 3개 시도 협의 기능 확대</li> </ul>

# 목차

01 연구개요	2
1_연구배경 및 목적	2
2_연구내용 및 방법	4
02 서울시 행정 경계 유출입 시내버스의 운행특성 분석	8
1_서울시 행정 경계 유출입 시내버스 등록현황	8
2_서울시 행정 경계 유출입 시내버스 운행현황	16
03 행정 경계 유출입 시내버스의 시공간 배출량 산정	24
1_수도권 3개 사도의 대기오염물질 배출현황	24
2_행정 경계 유출입 시내버스 배출량 산정	30
04 수도권 시내버스의 저공해 유도 정책수요 진단	42
1_수도권 대기환경 특별대책 수립 배경	42
2_중앙정부의 CNG 시내버스 관련 지원	45
3_수도권 3개 사도의 시내버스 저공해 전환 계획	49
4_시내버스 저공해 관련 언론보도 동향	52
5_수도권 시내버스의 저공해화 유도/극복 요인	54
05 해외사례 분석	60
1_주요 도시별 저공해화 유도 사례	61
2_시사점	67

06 행정 경계 유출입 시내버스 저공해화 정책 협력방안	70
1_시내버스 저공해화 유도정책 협력방안 기준	70
2_지원금 제도 개선	72
3_오염물질 배출량 관리 강화	76
4_협력적 노선 관리	80
참고문헌	83
부록	85
Abstract	97



**표**

[표 2-1] CNG 버스 등록현황	11
[표 2-2] 인천시 CNG 시내버스 보급현황(2014년 기준)	12
[표 2-3] 경기도 CNG 자동차 보급현황(2014년 12월 31일 기준)	13
[표 2-4] 수도권 3개 시도 연료별 시내버스 등록현황(2015년 기준)	14
[표 2-5] 수도권 3개 시도 차종별 연료별 시내버스 등록현황(2015년 기준)	14
[표 2-6] 수도권 3개 시도 연식별 시내버스 등록현황(2015년 기준)	15
[표 2-7] 수도권 3개 시도 차종별 연식별 시내버스 등록현황(2015년 기준)	15
[표 2-8] 수도권 3개 시도 사용연수별 노후차 대체현황(2015년 기준)	16
[표 2-9] 수도권 3개 시도 차종별 사용연수별 노후차 대체현황(2015년 기준)	16
[표 2-10] 기종점 통행량(OD) 통행수단별 유출입 자료(2013년)	17
[표 2-11] 서울시 등록 시내버스의 인천경기 운행현황(2016년 1월 1일 기준)	19
[표 2-12] 인천시경기도 등록 시내버스의 서울 운행현황(2016년 1월 1일 기준)	19
[표 2-13] 서울시 행정구역 시계 교통량 지점의 권역구분	20
[표 2-14] 시내버스 유형별 서울시 행정구역 시계권역 운행현황	20
[표 3-1] 수도권 3개 시도 배출원별 (초)미세먼지 배출현황(2013년 기준)	24
[표 3-2] 수도권 3개 시도 배출원별 질소산화물 배출현황(2013년 기준)	25
[표 3-3] 도로이동오염원 차종별 대기오염물질 배출현황(2013년 기준)	27
[표 3-4] CNG 버스와 경유 버스 인증 시 배출허용 기준 변화	29
[표 3-5] 행정 경계 유출입 시내버스의 대기오염물질 배출량(서울시 등록 버스회사 기준)	34
[표 3-6] 행정 경계 유출입 시내버스의 대기오염물질 배출량(경기도 등록 버스회사 기준)	35

[표 3-7] 행정 경계 유출입 시내버스의 대기오염물질 배출량(인천시 등록 버스회사 기준)	36
[표 3-8] 행정 경계 유출입 인천시경기도 경유 시내버스 저공해화 전환 삭감량	39
[표 4-1] 중앙정부 및 3개 광역자치단체의 미세먼지 특별대책(자동차 환경관리 중심)	44
[표 4-2] CNG 시내버스 관련 지원 정책 변화	45
[표 4-3] CNG 자동차 구입 보조금	46
[표 4-4] 시내버스 연료별 차량현황 변화	48
[표 4-5] 인천시 경유 버스의 CNG 전환 예산	51
[표 4-6] 경기도 알프스 프로젝트 친환경 교통기반 확대 소요예산	52
[표 4-7] 광역 급행버스(M버스) 운영의 안전성 평가기준(40점)	55
[표 5-1] 파리시 차량별 통행 금지 계획	66
[표 6-1] 수도권 시내버스 저공해화 유도정책 협력방안 검토 기준 평가	71
[표 6-2] 경유 버스, CNG 버스 연료비 비교	73
[표 6-3] 운행차 배출가스 점검대상 항목	77
[표 6-4] 서울시 회사 평가 기준의 CNG 버스 도입률에 따른 부여점수	81
[표 6-5] 수도권 3개 시도 시내버스 저공해화 정책 협력방안	82

## 그림

[그림 1-1] 연구 설계과정(Design Process)	6
[그림 2-1] 여객자동차 운수사업 체계	8
[그림 2-2] 시내버스 종류	10
[그림 2-3] 서울시 CNG 버스 보급현황	12
[그림 2-4] 서울시 행정 경계 유출입 시내버스 노선도 현황	18
[그림 2-5] 권역별 시내버스 행정 경계 유출입 운행현황	21
[그림 2-6] 서울로의 통근자 유출입 지역	22
[그림 3-1] 수도권 3개 시도 차종별 PM10 배출현황 비교(2013년 기준)	26
[그림 3-2] 수도권 3개 시도 차종별 PM2.5 배출현황 비교(2013년 기준)	26
[그림 3-3] 수도권 3개 시도 차종별 NOx 배출현황 비교(2013년 기준)	27
[그림 3-4] CNG 시내버스 대기환경 개선 기대효과	30
[그림 3-5] CNG 하이브리드 버스 대기환경 개선 기대효과	30
[그림 3-6] 서울 행정 경계 유출입 시내버스 배출량 산정 설계(Design)	31
[그림 3-7] 광역버스의 서울시 내부 운행거리 추출(예시)	32
[그림 3-8] 행정 경계 유출입 서울시 시내버스의 대기오염물질 배출량	34
[그림 3-9] 행정 경계 유출입 경기도 시내버스의 대기오염물질 배출량	35
[그림 3-10] 행정 경계 유출입 인천시 시내버스의 대기오염물질 배출량	36
[그림 3-11] 서울지역에 미치는 3개 시도 행정 경계 유출입 시내버스의 PM10 배출량	37
[그림 3-12] 서울지역에 미치는 3개 시도 행정 경계 유출입 시내버스의 NOx 배출량	37
[그림 4-1] 연도별 CNG 자동차 구입 및 연료비 보조금 예산변화	47

[그림 4-2] 행정 경계 유출입 시내버스 노선과 CNG 충전소 현황	56
[그림 5-1] 세계 대도시의 미세먼지 농도 비교	60
[그림 5-2] 초저공해지역(Ultra Low Emission Zone)의 경계	66
[그림 6-1] 경유 시내버스 저공해화 유도정책 협력방안 고려요소	71
[그림 6-2] 3개 시도 CNG 충전소 현황	79
[그림 6-3] 수도권 대기환경관리 상생협력 체계 구축	82



# 01

---

## 연구개요

1\_연구배경 및 목적

2\_연구내용 및 방법

# 01 | 연구개요

## 1\_연구배경 및 목적

최근 해외언론에서 공기(air)와 종말(apocalypse)의 합성어 ‘airpocalypse’ 표현으로 북경시의 심각한 대기오염에 빗대어 경종을 울리고 있다. 대기오염의 인체건강 위해성 논의가 활발한 가운데, 세계보건기구(WHO)는 전 세계적으로 도시지역 인구의 80% 이상이 한계치를 초과하는 대기오염 수준에 노출된 것으로 평가하고 있다. 이는 대기오염을 측정하고 건강영향을 인식하고 있는 103개 국가 3,000여 도시를 대상으로 구축된 데이터 정보를 통하여 확인할 수 있다(WHO, 2016). 특히 미세먼지(PM10, PM2.5) 오염은 인체건강의 가장 큰 환경적 리스크 요인으로, 매년 세계적으로 3백만 이상 조기사망 원인으로 작용하고 있다. 또한 도시지역의 주요 오염원인 경유자동차가 배출하는 질소산화물(NO<sub>2</sub>)과 미세먼지가 환경부담(environmental burden of disease)으로 부각됨에 따라, 환경복지 증진을 위한 관리수요가 새롭게 대두되고 있다.

이와 관련하여 해외 대기환경 정책 흐름은 대기오염물질의 환경기준 달성에서 대기오염의 건강피해 예방으로 전환하고 있다. 즉 ‘사전 진단과 처방 원칙’을 바탕으로 비용 효율적 개선, 지역 단위의 환경후생(Environmental Welfare)의 최대화를 모색하는 추세이다. 이는 21세기 글로벌 경쟁사회에서 기후환경 가치의 중요성이 부각됨에 따라 국가의 환경경쟁력 브랜드 가치를 높이기 위한 전략 마련에 관심을 집중하는 배경이다. 기후환경 변화에 따른 국민건강 영향에 유의하고, 적절한 해법을 찾는 과정이야말로 국가의 환경복지 향상과 국민의 건강한 삶의 질을 확보할 수 있다는 발상의 전환으로 연계되고 있다.<sup>1)</sup>

이러한 최근 대기환경 관리 패러다임의 변화를 바탕으로 서울시를 비롯한 수도권 대기환경 관리도 이슈와 논점에 맞게 새롭게 전개될 필요가 있다.

무엇보다 ‘맑은 공기는 남용과 고갈의 비극에서 자유로울 수 없는 공유재’로 인식이 확산

1) 김운수, 2016, “미세먼지 해외사례 분석”, 『도시문제』, 대한지방행정공제회

되고 있다. 근본적인 해결 없이는 향후 공기재앙(airpocalypse)에 버금가는 재앙이 우려된다.<sup>2)</sup> 그동안 수도권 대기환경은 최소한의 환경규제만으로 관리 가능한 공유재로 인식해 왔으나 공유의 비극을 막기 위해 수도권 대기질 개선의 공동책임 인식 확산에 대응하여야 한다. 수도권 대기환경 개선에 관한 특별법을 제정·시행하는 근본이유는 수도권 대기질 보전을 3개 사·도가 공동 목적을 갖고 협력적으로 추진하는 것이다.<sup>3)</sup>

또한 수도권 대기환경 개선을 위해 맞춤형 전략의 지속적 추진이 필요하다. 서울의 대기환경 수준은 2000년대 초기부터 저공해 자동차 보급, 디젤매연저감장치(DPF, Diesel Particulate Filter) 부착, 운행자동차 배출가스 관리, 노후차량 조기폐차 유도 등 ‘선택과 집중’ 전략을 바탕으로 개선추세를 보여 왔다. 특히 서울의 미세먼지 오염수준은 그동안 경유자동차 저공해화 정책을 바탕으로 괄목할만하게 개선되었다. 또한 2차 수도권 대기환경관리 기본계획(2015~2024)에서는 “맑은 공기로 건강한 100세 시대 구현”이라는 비전을 설정하고, 2024년까지 초미세먼지  $20\mu\text{g}/\text{m}^3$  이하의 달성 목표를 수립하였다. 수도권 대기질을 개선하기 위해 수도권에서 배출기여도가 큰 자동차 환경관리의 선택과 집중으로 성과를 기대하고 있다. 다만 서울 시내버스는 지난 2014년 100% CNG 버스로 전환된 반면 서울에 진입하는 경기인천 버스(5,027대) 중 약 35%(1,756대)가 경유 버스로 운행 중인 만큼 서울시 외부유입 경유 버스 운행으로 인한 추가 오염이 발생됨에 따라 PM·NOx 배출감축 성과가 반감될 가능성이 매우 높다. 이는 수도권 대기질 공유자산 보전을 위해 행정 경계 유출입 시내버스 대상 저공해화 협력방안 마련이 요구되는 이유이다.

특히 미세먼지와 질소산화물의 주된 배출원인 이동오염원 가운데, 경유 시내버스를 CNG 시내버스로 전환하는 정책여건 변화에 대한 탄력적 대응이 미흡하다. 최근 들어 국제유가의 급락에 따른 CNG 연료의 상대적인 가격경쟁력 저하, 영업용 차량의 경우 경유에 대한 지속적인 유가보조금 지급, CNG에 대한 미수금 정산단가 가산 등으로 CNG 시내버스 운행회사는 대폐차의 상당수를 경유 버스로 교체하고 있다. 이는 경유 자동차 저공해화

2) 최현정, 2016, 한국에서 맑은 공기 마시기 : 쉽지 않은 미션, EAF PD, 제54호

3) 현행 대기환경보전법으로는 수도권 지역의 대기환경을 개선하는 데 한계가 있어 오염총량관리제도를 도입하는 등 필요한 제도를 마련하기 위한 것이며, 목적은 대기오염이 심각한 수도권 지역의 대기환경을 개선하기 위하여 종합시책을 추진하고 대기오염원을 체계적으로 관리함으로써 지역 주민의 건강을 보호하고 쾌적한 생활환경을 조성하는 것임(2003년 12월 31일 법률 제7041호로 제정).

전환의 우수사례에 걸맞지 않은 정책의 지속가능성 저해요인으로 인식된다. 또한 경유 자동차 배출 PM·NO<sub>x</sub> 오염물질 노출에 따른 시민 건강영향 예방 차원에서, 정책의 지속가능성 미흡이 우려되고 있다.

본 연구에서는 수도권 대기질 공유자산 보전과 관련된 최근 이슈와 논점을 바탕으로 경유 자동차 저공해화 촉진과 유도 관점에서 3개 시·도의 협력방안을 모색하고자 한다. 연구 설계 단계는 우선 서울시 행정 경계 유출입 시내버스의 운행현황 자료를 수집분석하여 배출특성을 파악하고, 한편으론 관련 언론보도 동향, 전문가담당 공무원 등과의 의견교환을 통하여 정책수요를 진단한다. 연후에 행정 경계 유출입 시내버스의 저공해화 시행, 법·제도, 그리고 노선운영 부문으로 구분하여 시내버스 저공해화 유도를 위한 3개 시·도의 정책 협조방안을 도출하는 데 관심을 두고 있다. 이 연구는 수도권 대기환경 관리의 ‘상생 효과’ 기대를 위한 협력적 사례연구로서 수도권 대기환경 관리 특별법 입법 취지, 수도권 공기 질 공유자산 인식 기반 자치단체 간 환경가치 제고 방안을 모색하여 상생 역량 확보의 계기를 마련할 수 있을 것이다.

## 2\_연구내용 및 방법

서울시 행정 경계 유출입 시내버스의 저공해화 촉진을 위한 협력방안을 도출하기 위해 행정 경계 유출입 시내버스의 운행정보, 노선별 버스 연식 분포, 대기오염물질 배출량 및 배출계수, CNG 충전소 현황 등 기초자료를 수집하여 서울시 행정 경계 유출입 시내버스의 배출특성을 분석한다. 또한 해외 도시나 국가의 저공해화 유도 사례를 조사하여 시사점을 도출한다.

서울시 행정 경계 유출입 시내버스의 운행특성, 대기오염물질의 공간 배출특성, 해외 사례를 바탕으로 수도권 대기환경관리의 ‘형평’ 유지, 수도권 3개 시·도의 ‘상생협업’ 촉진을 고려한 서울시 행정 경계 유출입 시내버스 저공해화 방안 도출의 기초정보로 활용한다.

### (1) 서울시 행정 경계 유출입 시내버스 기초자료 DB 구축

서울 외부 유입 대기오염 영향을 고려한 서울시 행정 경계 유출입 시내버스의 노선별 기본정보(3개 사도의 광역노선 운수업체의 운행대수, 시내버스 연료별연식별 등록대수, 노선별 운행거리 및 운행횟수 등)를 구축한다.

### (2) 서울시 행정 경계 유출입 시내버스의 PM·NO<sub>x</sub> 사공간 배출기여도 분석 및 해석

서울시 행정 경계 유출입 시내버스 사공간 오염물질 산정 및 분포특성을 분석하여, 향후 경유 시내버스의 CNG 시내버스로의 전환 관련 3개 사도의 협력 필요조건을 확인한다.

### (3) 선진도시 저공해화 유도사례 조사

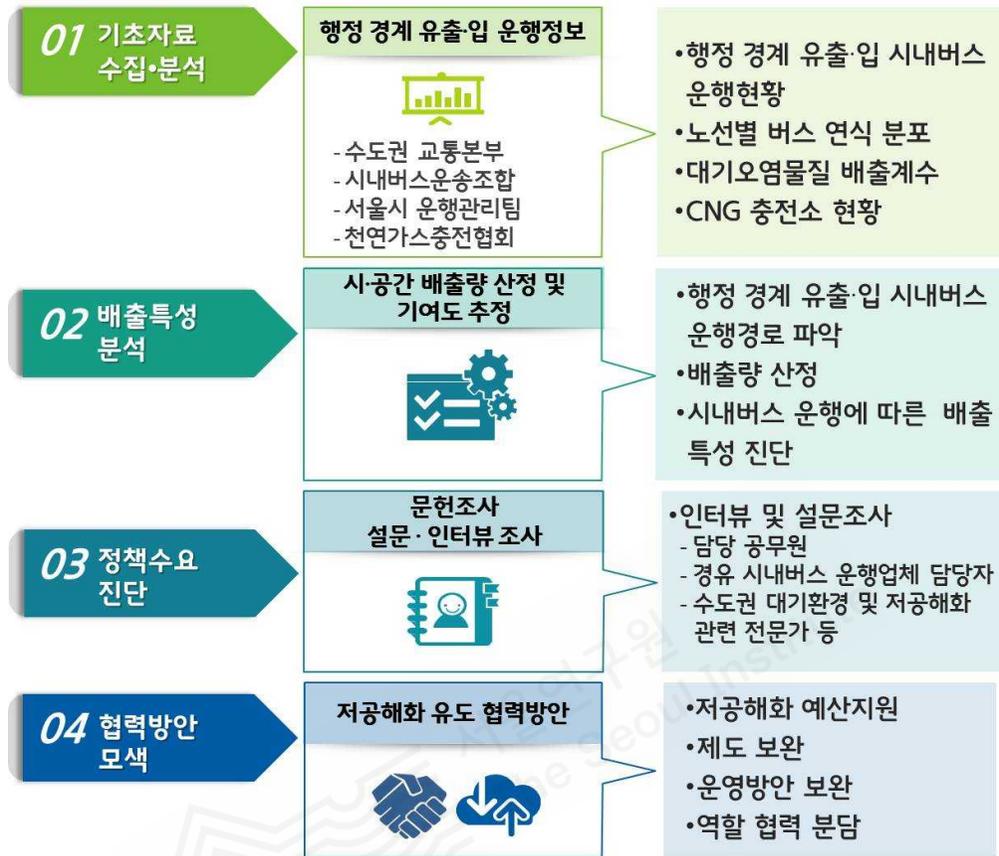
저공해화 관련 조례와 민간부문의 역할분담, 재정 및 인센티브 지원 등 관련 사례를 조사 및 정리하여, 수도권 협력방안 마련의 기초정보로 활용한다.

### (4) 수도권 시내버스의 저공해화 한계/극복요인 분석

수도권 시내버스 저공해화 한계/극복요인을 분석하기 위해 중앙정부의 지원제도, 3개 사도의 관련 정책 등을 우선적으로 검토한다. 한편으로 관련 언론보도 동향을 파악하고, 서울시·경기도·인천시 담당자, 경유 시내버스 운행업체 담당자, 전문가 등을 대상으로 인터뷰하며, 3개 사도의 경유 시내버스의 저공해화 협력대안 모색에 기초자료를 구축한다.

### (5) 행정 경계 유출입 시내버스 저공해화 유도정책 협력방안 도출

경유 시내버스 저공해화 협력방안 고려요소로 지원금, 배출량 관리, 협력적 노선관리 측면에서 중앙정부와 수도권 3개 광역자치단체, 시내버스 운수회사 등 시내버스의 PM·NO<sub>x</sub> 배출영향 저감을 위한 수도권 대기질 공유자원 보전을 위한 시내버스 저공해화 유도정책 협력방안을 마련한다.



[그림 1-1] 연구 설계과정(Design Process)

# 02

---

## 서울시 행정 경계 유출입 시내버스의 운행특성 분석

1\_서울시 행정 경계 유출입 시내버스 등록현황

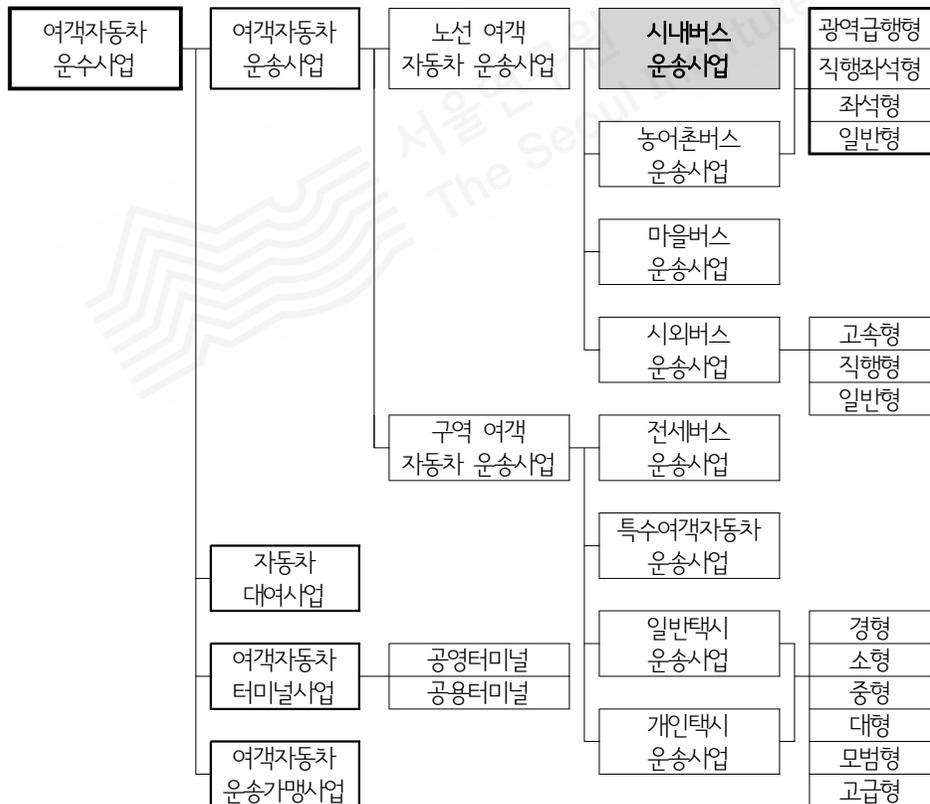
2\_서울시 행정 경계 유출입 시내버스 운행현황

## 02 | 서울시 행정 경계 유출입 시내버스의 운행특성 분석

### 1\_서울시 행정 경계 유출입 시내버스 등록현황

#### 1) 서울시 행정 경계 유출입 버스 유형

여객자동차 운수사업법 제2장에 노선여객자동차 운송사업은 자동차를 정기적으로 운행하려는 구간(이하 “노선”이라 한다)을 정하여 여객을 운송하는 사업으로 규정되어 있다. 시내버스 운송사업은 주로 특별시·광역시 또는 시의 단일 행정에서 운행계통을 정하고 국토해양부령으로 정하는 자동차를 사용하여 여객을 운송하는 사업으로 서울시 행정 경계를 유출입하는 버스가 포함된다.



[그림 2-1] 여객자동차 운수사업 체계

그리고 시내버스 운송사업의 운행형태는 여객자동차 운수사업법 시행규칙 제8조(시내버스 운송사업 등의 노선구역 등)에 따라 광역급행형, 직행좌석형, 좌석형, 일반형으로 분류되며, 여객자동차운송사업에 사용되는 자동차의 종류는 시행규칙 제7조와 관련하여 별표 1에 규정되어 있다. 다만, 여객자동차운송사업에 사용되는 자동차 종류에는 연료와 연식에 대한 기준은 규정되어 있지 않다.<sup>4)</sup>

#### 시내버스 운송사업의 운행형태

- 1) **광역급행형** : 별표 1 제1호가목에 따른 시내좌석버스를 사용하고 주로 고속국도, 도시고속도로 또는 주간선도로를 이용하여 기점 및 종점으로 부터 5킬로미터 이내의 지점에 위치한 각각 4개 이내의 정류소에만 정차하면서 운행하는 형태. 다만, 관할관청이 도로상황 등 지역의 특수성과 주민편의를 고려하여 필요하다고 인정하는 경우에는 기점 및 종점으로 부터 7.5킬로미터 이내에 위치한 각각 6개 이내의 정류소에 정차할 수 있다.
- 2) **직행좌석형** : 별표 1 제1호가목에 따른 시내좌석버스를 사용하여 각 정류소에 정차하되, 둘 이상의 시·도에 걸쳐 노선이 연장되는 경우 지역주민의 편의, 지역 여건 등을 고려하여 정류구간을 조정하고 해당 노선 좌석형의 총 정류소 수의 2분의 1 이내의 범위에서 정류소 수를 조정하여 운행하는 형태
- 3) **좌석형** : 별표 1 제1호가목에 따른 시내좌석버스를 사용하여 각 정류소에 정차하면서 운행하는 형태
- 4) **일반형** : 별표 1 제1호나목에 따른 시내일반버스를 주로 사용하여 각 정류소에 정차하면서 운행하는 형태

#### 여객자동차운송사업에 사용되는 자동차의 종류(제7조 관련)

시내버스운송사업 및 농어촌버스운송사업 : 중형 이상의 승합자동차(관할관청이 필요하다고 인정하는 경우 농어촌버스운송사업에 대해서는 소형 이상의 승합자동차). 이 경우 영 제3조제1호가목 후단 및 나목 후단에 따른 운행형태에 따라 자동차의 종류를 다음과 같이 구분한다.

- 가. 시내좌석버스** : 제8조제3항제1호부터 제3호까지에 규정된 광역급행형, 직행좌석형 및 좌석형에 사용되는 것으로 좌석이 설치된 것
- 나. 시내일반버스** : 제8조제3항제4호에 따른 일반형에 사용되는 것으로서 좌석과 입석이 혼용 설치된 것

4) 노선운행 경우 시내버스의 저공해화 유도 촉진과 관련하여, 관할관청이 노선 여객자동차 운수사업자를 선정할 경우, 사업계획서에 제시된 자동차의 종류별 총 대수, 승차 정원, 형식, 연식(年式)과 상용차의 대수 가운데 저공해 자동차 비율 등이 선정에 대한 가산점 형태로 평가되고 있음.

그런데 광역급행형 버스(M버스, Metropolitan Bus)의 노선 인허가는 국토교통부가 담당하고 있다. 입석이 금지되고 차량 출고 시 CNG 버스연료를 사용하는 중문이 없는 전문형 버스는 45석을, 그리고 중문이 있는 버스는 39석을 의무적으로 투입하도록 규정하고 있다. 기점 및 종점에서 7.5km 내에 정류장 6곳 정도를 설치하고 있다.

이와 달리 직행 좌석버스의 인허가는 관할 자치단체에서 담당하고 있으며, 입석은 금지이며 주로 고급형 좌석버스(대우버스 로얄 럭셔리, 크루징 애로우, 현대자동차 에어로 스페이스, 유니버스 스페이스 등)를 투입하고 있다. 좌석버스는 직행좌석 버스보다 버스정류소가 훨씬 많고 일반버스는 좌석과 입석이 혼용 설치된 버스이다.



[그림 2-2] 시내버스 종류

## 2) 수도권 3개 시도 시내버스 등록현황

CNG 버스의 도입은 2002년 월드컵 개최를 앞두고 도시대기오염의 주원인인 시내버스의 연료를 경유에서 CNG로 전환하기 위해 시작되었다. 대형 경유 자동차 중에서 운행 빈도가 가장 많은 시내버스를 대상으로 CNG 버스 보급을 우선적으로 추진하였다.<sup>5)</sup>

CNG 버스는 2000년에 58대 도입을 시작으로 매년 신규 도입이 급증하면서 2008년에는 3,981대까지 보급을 확대하여 최고점에 이르렀다. 이후 CNG 버스의 신규 도입대수는 감소세를 보이고 있으나 총 보급대수는 지속적으로 증가하여 2015년 3만 대 이상 보급되었다.

5) 김태현(2015)

[표 2-1] CNG 버스 등록현황

(단위 : 대)

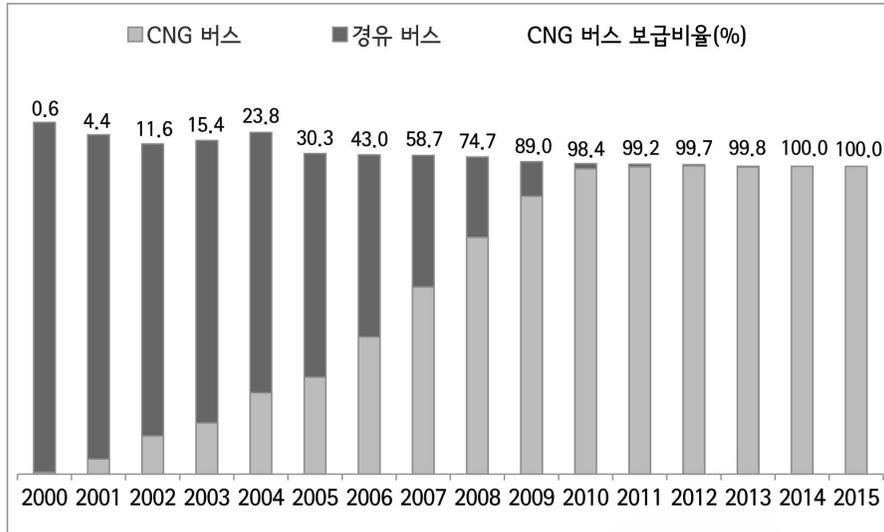
구분	연도별 CNG 버스 보급현황				연도별 CNG 버스 누적 보급현황			
	전국	서울	인천	경기	전국	서울	인천	경기
2000년	58	43	2	2	58	43	2	2
2001년	686	265	35	111	744	308	37	113
2002년	2,002	624	224	356	2,746	932	261	469
2003년	1,566	318	246	196	4,312	1,250	507	665
2004년	1,809	711	148	340	6,121	1,961	655	1,005
2005년	2,544	453	458	530	8,665	2,414	1,113	1,535
2006년	3,323	1,090	394	824	11,988	3,504	1,507	2,359
2007년	3,109	1,418	268	611	15,097	4,922	1,775	2,970
2008년	3,981	1,574	254	682	19,078	6,496	2,029	3,652
2009년	3,792	995	216	1,149	22,870	7,491	2,245	4,801
2010년	3,126	892	65	1,138	25,996	8,383	2,310	5,939
2011년	2,831	511	130	814	28,827	8,894	2,440	6,753
2012년	2,853	432	60	756	31,680	9,326	2,500	7,509
2013년	2,617	231	136	973	34,297	9,557	2,636	8,482
2014년	1,865	252	116	373	36,162	9,809	2,752	8,855
2015년	2,072	572	192	394	38,234	10,381	2,944	9,249

주 : 누적 보급현황은 대폐차 물량이 포함되지 않고, 보급대수만을 누적 합산한 대수임.

자료 : 환경부 환경통계포털(<http://stat.me.go.kr>)

### (1) 서울시

서울시에서는 2000년부터 시범운행을 거쳐 2001년 6월부터 본격적으로 보급을 추진하였다. 환경부와 서울시는 고압가스안전관리법 등 관련법령 및 제도의 제개정을 추진하는 등 충전소 보급기반 시설을 구축하여 보급 촉진에 노력한 결과, 2015년 현재 7,482대의 CNG 시내버스(전기버스 9대 포함)가 운행 중으로 100% 교체를 완료하였다.



자료 : 서울통계(<http://stat.seoul.go.kr>)

[그림 2-3] 서울시 CNG 버스 보급현황

(2) 인천시

인천시에서는 저공해 자동차로 대체하기 위해 CNG 연료공급시설인 충전소 13개소 설치 등 보급기반시설을 구축하고, 우선적으로 경유 시내버스를 대상으로 저공해 자동차인 CNG 시내버스로 대체 보급하고 하이브리드 전기자동차 등 친환경자동차를 확대 보급하여 왔다. 2014년 기준으로 총 시내버스 2,358대 가운데 2,108대를 CNG 시내버스로 교체하였다.

[표 2-2] 인천시 CNG 시내버스 보급현황(2014년 기준)

총 시내버스 대수	CNG 시내버스 대수	보급률(%)
2,358	2,108	89.40

자료 : 인천광역시, 2015 인천통계연보

(3) 경기도

경기도에서는 CNG 버스의 보급을 확대하기 위하여 국비 및 지방비를 포함하여 버스 1대 당 1,850만 원을 보조하고, 환경개선부담금과 취득세등록세를 감면해 주고 있으며, 연료

도 경유보다 저렴한 가격에 안정적으로 공급되도록 지원하고 있다. 2015년까지 CNG 버스 9,552대를 지속적으로 보급하고, 청소차량도 CNG 차량으로 대체 보급하고 있다.

[표 2-3] 경기도 CNG 자동차 보급현황(2014년 12월 31일 기준)

구 분	계			버스			청소차		
	계	'01~'14년	'15년	소계	'01~'14년	'15년	소계	'01~'14년	'15년
계	9,552	9,091	461	9,455	9,005	450	97	86	11
수원	1,634	1,539	95	1,628	1,533	95	6	6	
성남	1,065	1,032	33	1,060	1,027	33	5	5	
부천	898	857	41	886	849	37	12	8	4
안양	333	326	7	332	325	7	1	1	
안산	699	661	38	698	660	38	1	1	
용인	384	353	31	384	353	31			
평택	182	174	8	179	171	8	3	3	
광명	26	26		26	26				
시흥	130	124	6	119	113	6	11	11	
군포	28	26	2	28	26	2			
화성	113	107	6	113	107	6			
김포	800	745	55	795	742	53	5	3	2
광주	288	283	5	288	283	5	0	0	
안성	59	57	2	50	48	2	9	9	
하남	313	303	10	306	296	10	7	7	
의왕	3	0	3	3		3			
오산	27	24	3	27	24	3			
과천	7	7		5	5		2	2	
고양	659	602	57	653	596	57	6	6	
의정부	359	350	9	355	346	9	4	4	
남양주	724	702	22	724	702	22			
파주	470	445	25	450	430	20	20	15	5
구리	88	86	2	85	83	2	3	3	
포천	149	149		147	147		2	2	
양주	60	60		60	60				
동두천	34	33	1	34	33	1			
연천군	20	20		20	20				

자료 : 경기도청 홈페이지(<http://www.gg.go.kr>), CNG 자동차 보급현황

#### (4) 종합정리

3개 시도 자치단체의 시내버스 보급현황 자료를 구축한 결과, 조사 시점 및 자치단체별로 차이가 있어, 본 연구에서는 전국버스운송조합에서 발간한 2015 버스통계편람을 기초자

료로 하여 2015년을 기준연도로 비교·정리하였다.

CNG 시내버스 보급률은 서울시의 경우 100.0% 전량 교체하였으며, 인천시 88.3%, 경기도 55.2% 정도로 경기도의 CNG 버스 전환 비율이 다소 낮은 것을 알 수 있다. 시내버스 유형별로 살펴보면 인천시와 경기도의 경우, 일반버스의 저공해 보급률이 좌석버스의 보급률보다 약간 높은 것으로 나타났다.

**[표 2-4] 수도권 3개 시도 연료별 시내버스 등록현황(2015년 기준)**

구분	총 대수	CNG 버스	저공해 보급률(%)
서울시	7,482	7,482	100.0%
인천시	2,285	2,017	88.3%
경기도	12,467	6,878	55.2%

자료 : 전국버스운송조합연합회, 2016, 2015 버스통계편람

**[표 2-5] 수도권 3개 시도 차종별 연료별 시내버스 등록현황(2015년 기준)**

구분	유형	총 대수	CNG 버스	저공해 보급률(%)
서울시	직행좌석	250	250	100.0%
	일반	7,232	7,223	99.9%
	계	7,482	7,473	99.9%
인천시	좌석	555	477	85.9%
	일반	1,730	1,540	89.0%
	계	2,285	2,017	88.3%
경기도	직행좌석	2,366	1,436	60.7%
	좌석	448	263	58.7%
	일반	7,855	5,119	65.2%
	계	10,669	6,818	63.9%

자료 : 전국버스운송조합연합회(2016)

연식별 시내버스 등록현황을 살펴보면, 경기와 인천보다 CNG 시내버스를 앞서 보급하여 전량 교체한 서울시의 경우 버스 제한 차령인 9년 이상의 비율이 10.4%로 경기, 인천보다 노후차 비율이 높은 것을 알 수 있다. 시내버스 유형별로는 일반 시내버스가 좌석, 직행좌석보다 노후비율이 다소 높게 나타나고 있다.<sup>6)</sup> 그리고 서울시는 9년, 10년 이상의 시내버스 659대를 대폐차하여 인천(280대), 경기(187대)보다 많이 대폐차한 것으로 나타났다.

이는 인천, 경기보다 앞서 CNG 시내버스를 보급한 서울시의 CNG 시내버스 교체주기가 도래한 것으로 판단된다.

[표 2-6] 수도권 3개 시도 연식별 시내버스 등록현황(2015년 기준)

구분	계	2015	2014 (1년)	2013 (2년)	2012 (3년)	2011 (4년)	2010 (5년)	2009 (6년)	2008 (7년)	2007 (8년)	2006 (9년)	2005~ (10년~)
서울시	7,482 (100.0)	652 (8.7)	3,920 (52.4)	560 (7.5)	365 (4.9)	406 (5.4)	985 (13.2)	1,002 (13.4)	1,187 (15.9)	1,158 (15.5)	651 (8.7)	124 (1.7)
인천시	2,285 (100.0)	360 (15.8)	292 (12.8)	209 (9.1)	134 (5.9)	131 (5.7)	125 (5.5)	291 (12.7)	273 (11.9)	303 (13.3)	105 (4.6)	62 (2.7)
경기도	12,739 (100.0)	1,342 (10.5)	993 (7.8)	1,211 (9.5)	1,068 (8.4)	1,035 (8.1)	1,597 (12.5)	1,509 (11.8)	1,270 (10.0)	1,443 (11.3)	820 (6.4)	451 (3.5)

자료 : 전국버스운송조합연합회(2016)

[표 2-7] 수도권 3개 시도 차종별 연식별 시내버스 등록현황(2015년 기준)

구분	유형	계	2015	2014 (1년)	2013 (2년)	2012 (3년)	2011 (4년)	2010 (5년)	2009 (6년)	2008 (7년)	2007 (8년)	2006 (9년)	2005~ (10년~)
서울시	직행좌석	250	10	4	11	59	28	70	30	18		14	6
	일반	7,232	642	388	549	306	378	915	972	1,169	1,158	637	118
	계	7,482	652	392	560	365	406	985	1,002	1,187	1,158	651	124
인천시	좌석	555	68	63	35	53	29	48	101	48	88	22	
	일반	1,730	292	229	174	81	102	77	190	225	215	83	62
	계	2,285	360	292	209	134	131	125	291	273	303	105	62
경기도	직행좌석	2,366	263	162	195	249	228	309	384	229	258	50	39
	좌석	448	42	69	51	29	18	46	46	48	74	19	6
	일반	7,855	731	631	857	671	633	1,055	917	763	776	498	323
	계	10,669	1,036	862	1,103	949	879	1,410	1,347	1,040	1,108	567	368

자료 : 전국버스운송조합연합회(2016)

6) 서울시의 경우 전체 CNG 버스의 연식별 등록현황이나, 인천시와 경기도의 경우는 CNG와 경유연료의 시내버스를 모두 포함한 연식별 등록현황임.

[표 2-8] 수도권 3개 시도 사용연수별 노후차 대체현황(2015년 기준)

구분	계	2015	2014 (1년)	2013 (2년)	2012 (3년)	2011 (4년)	2010 (5년)	2009 (6년)	2008 (7년)	2007 (8년)	2006 (9년)	2005~ (10년~)
서울시	666	1						1		5	344	315
인천시	291									11	166	114
경기도	933	2	9	29	44	96	190	124	128	124	117	70

자료 : 전국버스운송조합연합회(2016)

[표 2-9] 수도권 3개 시도 차종별 사용연수별 노후차 대체현황(2015년 기준)

구분	유형	계	2015	2014 (1년)	2013 (2년)	2012 (3년)	2011 (4년)	2010 (5년)	2009 (6년)	2008 (7년)	2007 (8년)	2006 (9년)	2005~ (10년~)
서울시	직행좌석												
	좌석	10											10
	일반	656	1						1		5	344	305
	계	666	1						1		5	344	315
인천시	좌석	65									5	45	15
	일반	226									6	121	99
	계	291									11	166	114
경기도	직행좌석	134		3	6	9	15	37	29	15	12	6	2
	좌석	35		1	3	4	6	11	4	2	2	1	1
	일반	538	2	2	5	17	57	106	82	94	67	56	70
	계	707	2	6	14	30	78	154	115	111	81	63	53

자료 : 전국버스운송조합연합회(2016)

## 2\_서울시 행정 경계 유출입 시내버스 운행현황

### 1) 기종점 통행량(O/D) 수단별 통행량 자료 분석

광역 지역 간 차종별 유출입량을 기종점 통행량(O/D) 수단별 통행량 자료를 바탕으로 분석하면, 서울과 인천에서는 승용차가 344,305통행/일로 가장 많고, 화물차가 64,356통

행/일, 광역버스는 58,360통행/일로 다른 통행수단과 비교해 많은 교통량을 보이고 있다. 지역 간 유출입 비율에서는 시내버스가 서울로의 유입차량이 유출차량보다 많은 것으로 나타났다. 서울과 경기도 지역에서는 수단별로는 승용차의 통행량이 가장 많았으며, 시내버스가 787,384통행/일, 광역버스가 572,402통행/일로 조사되었다. 특히 마을버스는 서울로의 유입 통행량이 유출 통행량보다 많음을 알 수 있다.

서울과 수도권 이외 지역 간의 통행량을 살펴보면, 승용차, 시외/고속버스, 기타버스 순서로 통행량이 많고, 마을버스, 시내버스, 택시, 승용차는 서울에서 나가는 통행량보다 서울로 유입되는 통행량이 많은 것으로 나타났다. 또한 전체적으로 서울-인천 간의 통행량보다 서울-경기 간의 통행량이 많은 특징을 보이고 있다.

[표 2-10] 기종점 통행량(OD) 통행수단별 유출입 자료(2013년)

(단위 : 통행/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	4,473,678	173,161	171,144	0.99	1,216,447	1,172,073	0.96	111,403	116,763	1.05
<b>시내버스</b>	<b>4,979,987</b>	<b>6,747</b>	<b>10,743</b>	<b>1.59</b>	437,110	350,274	0.80	<b>94</b>	<b>145</b>	<b>1.54</b>
광역버스	38,173	30,890	27,470	0.89	288,281	284,121	0.99	146	146	1.00
<b>마을버스</b>	1,402,190	0	0	0.00	<b>22,995</b>	<b>27,853</b>	<b>1.21</b>	<b>6</b>	<b>144</b>	<b>24.00</b>
시외/고속버스	0	1,517	812	0.54	7,554	5,094	0.67	60,071	60,655	1.01
기타버스	315,510	24,670	23,556	0.95	162,472	162,260	1.00	39,248	42,961	1.09
택시	2,015,224	6,289	4,143	0.66	100,438	92,706	0.92	397	448	1.13
화물차	197,494	34,067	30,289	0.89	167,174	159,036	0.95	42,196	34,020	0.81
오토바이	721,013	1,538	1,212	0.79	14,519	13,978	0.96	1,276	770	0.60
합계	25,733,054	436,129	439,822	1.01	3,257,212	3,134,443	0.96	328,348	327,238	1.00

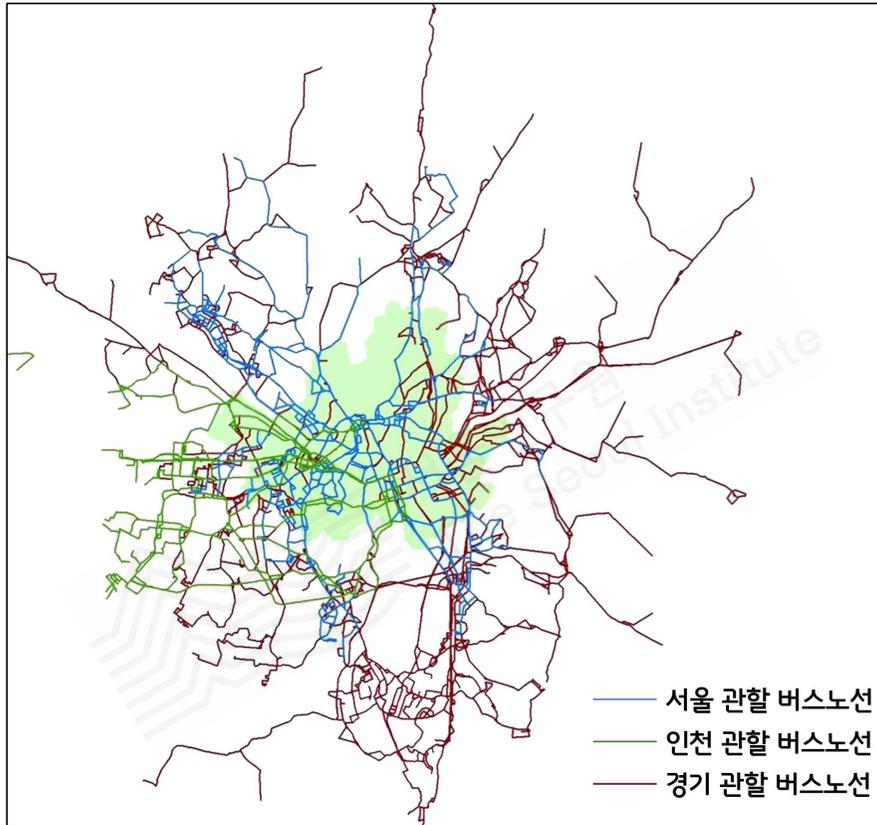
주 : 전체 통행 합계에는 도보, 지하철/전철, 일반/고속철도, 자전거의 수단 통행 모두 포함됨.

## 2) 서울시 행정 경계 유출입 시내버스 운행현황

수도권교통본부의 광역버스 유출입 노선현황 자료를 바탕으로 시내버스 유형별로 운행현황 자료를 정리한 결과는 [표 2-11], [표 2-12]와 같다. 서울시 등록 시내버스의 인천경기 운행 노선 수는 66개, 운행대수는 1,409대이며, 경기도 등록으로 서울시에 유출입하는

노선 수는 312개, 운행대수는 5,514대, 인천시 등록 시내버스의 노선 수는 23개, 운행대수 335대이다.

즉 서울시 행정 경계를 유출입하는 시내버스는 경기도에서 관할하는 시내버스의 노선 수와 운행대수가 가장 많고, 운행거리가 긴 것을 알 수 있다.



[그림 2-4] 서울시 행정 경계 유출입 시내버스 노선도 현황

[표 2-11] 서울시 등록 시내버스의 인천경기 운행현황(2016년 1월 1일 기준)

구분	계				서울 ↔ 인천				서울 ↔ 경기			
	업체 수	노선 수	운행 대수	연장 (km)	업체 수	노선 수	운행 대수	연장 (km)	업체 수	노선 수	운행 대수	연장 (km)
계	21	76	1,634	4,026	1	1	21	61	20	75	1,613	3,965
직행좌석	5	10	225	809	0	0	0	-	5	10	225	809
일반	21	66	1,409	3,216	1	1	21	61	20	65	1,388	3,155

주 : 업체 수는 직행좌석과 일반 시내버스를 함께 운영하는 업체가 포함되어 있음

자료 : 수도권교통본부 자료협조

[표 2-12] 인천시경기도 등록 시내버스의 서울 운행현황(2016년 1월 1일 기준)

구분	인천시				경기도			
	인천 → 서울				경기 → 서울			
	업체 수	노선 수	운행대수	연장 (km)	업체 수	노선 수	운행대수	연장 (km)
계	9	23	335	2,200	46	312	5,514	12,229
M버스	3	3	5	296	8	19	311	1,580
직행좌석	5	17	254	1,606	25	127	1,760	5,537
좌석	1	1	12	78	5	14	203	514
일반	2	2	24	220	31	152	3,240	4,598

주 : 업체 수는 M버스, 직행좌석, 좌석버스, 일반 시내버스를 함께 운영하는 업체가 포함되어 있음

자료 : 수도권교통본부 자료협조

2015년 서울특별시서울지방경찰청의 교통량 조사 자료의 권역 구분을 바탕으로(서울시 계 유출입 지점을 6개 권역으로 구분) 시계 유출입 지점에 해당되지 않는 김포, 성남 권역을 추가하여 총 8개 권역으로 구분하여 권역별 유출입 운행현황을 분석하였다.

[표 2-13] 서울시 행정구역 시계 교통량 지점의 권역구분

권역 구분	구리, 남양	인천, 광명	파주, 고양	의정, 양주	하남, 광주	안양, 과천
지점	광장동 시계 망우리고개 삼육대 입구 신내C	개봉교, 유한공고 광명대교, 오쇠리시계 철산대교 시흥대로시계 공수교차로 철산대교, 신월C	서오능 입구 국방대 입구 난지도시계	도봉로시계 동일로시계	상일C 서하남C 강일C	남태령고개

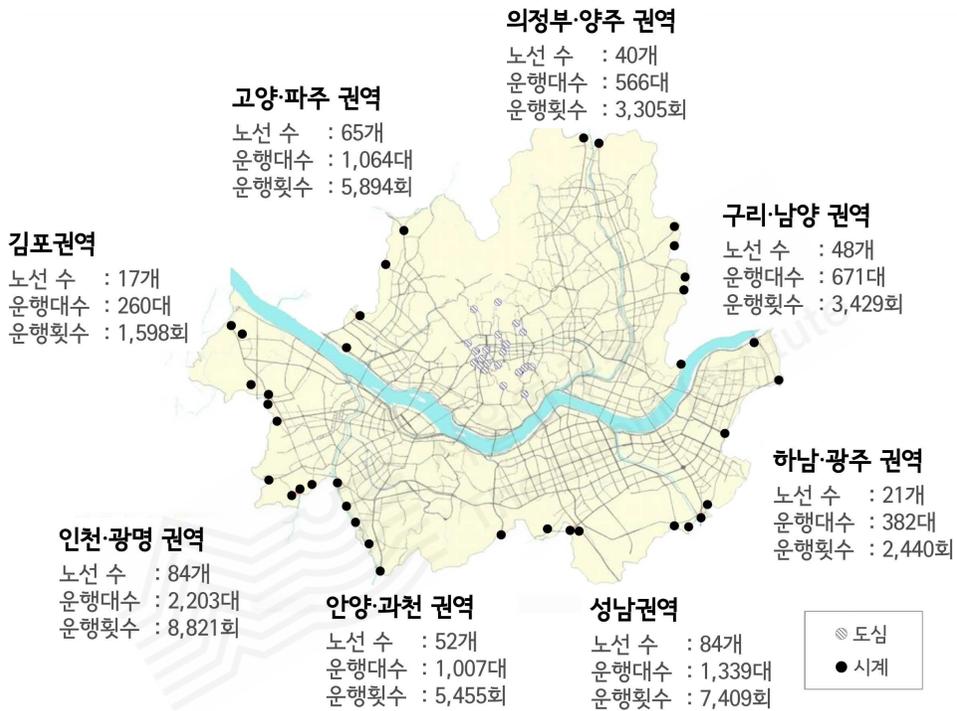
자료 : 서울시서울지방경찰청, 2016, 2015 서울특별시 교통량 조사 자료

권역별로는 인천·광명 권역에 해당되는 노선 수와 운행대수, 운행횟수가 가장 많으며 다음으로 성남 권역, 파주·고양 권역 순서로 나타나고 있다. M버스와 직행 좌석버스는 성남, 좌석버스는 파주·고양, 일반버스는 인천·광명 권역이 운행 빈도가 높은 것을 알 수 있다.

[표 2-14] 시내버스 유형별 서울시 행정구역 시계권역 운행현황

구분	M버스			직행좌석			일반좌석			일반			전체		
	노선 수	운행 대수	운행 횟수	노선 수	운행 대수	운행 횟수	노선 수	운행 대수	운행 횟수	노선 수	운행 대수	운행 횟수	노선 수	운행 대수	운행 횟수
구리 남양	2	19	126	10	81	446				36	571	2,857	48	671	3,429
안양 과천	2	35	190	24	442	2,037	2	40	176	24	490	3,052	52	1,007	5,455
의정 양주				13	143	893	1	10	44	26	413	2,368	40	566	3,305
인천 광명	2	25	137	9	119	630	5	69	338	<b>68</b>	<b>1,990</b>	<b>7,716</b>	<b>84</b>	<b>2,203</b>	<b>8,821</b>
파주 고양	6	96	570	21	357	1,966	<b>7</b>	<b>96</b>	<b>543</b>	31	515	2,815	<b>65</b>	<b>1,064</b>	<b>5,894</b>
하남 광주				6	82	463				15	300	1,977	21	382	2,440
김포	1	27	136	10	144	782	2	28	325	4	61	355	17	260	1,598
성남	<b>9</b>	<b>154</b>	<b>866</b>	<b>61</b>	<b>880</b>	<b>5,247</b>				14	305	1,296	<b>84</b>	<b>1,339</b>	<b>7,409</b>
합계	22	356	2,025	154	2,248	12,464	17	243	1,426	218	4,645	22,436	411	7,492	38,351

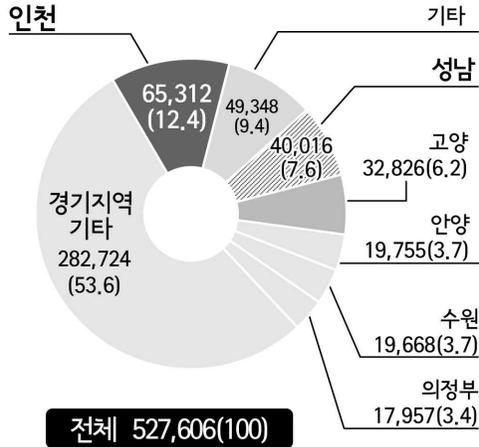
한편 통계청의 생애주기별 주요 특성 분석 결과(2014)에 따르면, 인천과 경기 성남, 고양, 부천에서 서울로 통근하는 인구는 각각 10만 명을 넘어섰으며, 인천-서울 통근자는 13만 9,080명, 성남에서는 13만 7,510명, 고양은 12만 9,701명, 부천 10만 9,501명 등으로 조사된 바 있다. 이와 같이 인천, 성남, 고양 지역에서 서울로 유입지역 통근자 수가 많아, 이를 수송하는 시내버스의 운행빈도가 높은 것을 알 수 있다.



[그림 2-5] 권역별 시내버스 행정 경계 유출입 운행현황

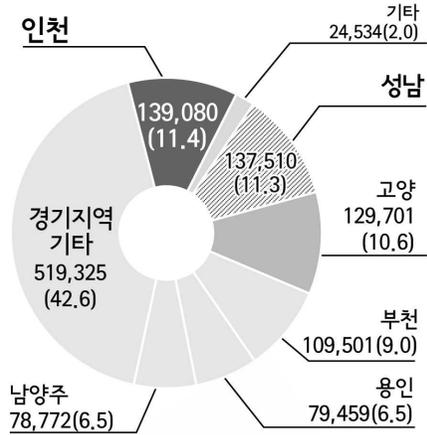
### 서울 거주 통근자(유출지역)

단위 : 명, ( ) 안은 비중 %



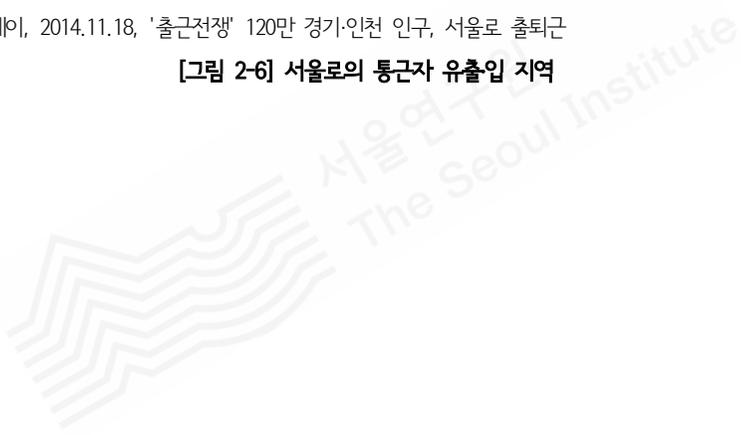
### 서울로의 통근자(유입지역)

단위 : 명, ( ) 안은 비중 % **전체 1,217,882(100)**



자료 : 머니투데이, 2014.11.18, '출근전쟁' 120만 경기·인천 인구, 서울로 출퇴근

[그림 2-6] 서울로의 통근자 유출입 지역



# 03

---

## 행정 경계 유출입 시내버스의 시공간 배출량 산정

- 1\_수도권 3개 사도의 대기오염물질 배출현황
- 2\_행정 경계 유출입 시내버스 배출량 산정

### 03 | 행정 경계 유출입 시내버스의 시·공간 배출량 산정

#### 1\_수도권 3개 시·도의 대기오염물질 배출현황

##### 1) 전체 배출현황

서울시, 경기도, 인천시 배출원별 (초)미세먼지와 질소산화물 배출량은 [표 3-1], [표 3-2]와 같다. 미세먼지 배출량을 배출원별로 살펴보면, 비산먼지를 제외할 경우 서울과 경기도에서는 도로이동오염원의 배출비중이 가장 높고, 인천시는 비도로이동오염원, 에너지산업연소 다음으로 도로이동오염원의 배출비중이 높음을 알 수 있다.

2013년 미세먼지(PM10) 배출량(비산먼지 제외)은 서울은 1,862톤, 경기도 8,705톤, 인천 2,190톤이고, 도로이동오염원의 배출비중은 서울 39.5%, 경기도 34.3%, 인천시 17.2%의 비중을 차지하고 있다.

[표 3-1] 수도권 3개 시도 배출원별 (초)미세먼지 배출현황(2013년 기준)

(단위 : 톤, %)

구분	PM10			PM2.5		
	서울	경기도	인천	서울	경기도	인천
기타 면오염원	34(0.4)	55(0.2)	10(0.2)	31(1.2)	50(0.5)	9(0.4)
도로이동오염원	736 (9.3)	2,983(10.6)	377(6.4)	677(25.4)	2,744(25.8)	347(14.2)
비도로이동오염원	650(8.2)	2,363(8.4)	605(10.2)	598(22.4)	2,174(20.5)	556(22.8)
비산먼지	6,093(76.6)	19,478(69.1)	3,711(62.9)	1,025(38.4)	3,127(29.4)	623(25.5)
비산업 연소	287(3.6)	218(0.8)	41(0.7)	201(7.5)	149(1.4)	33(1.3)
생물성 연소	127(1.6)	2,272(8.1)	153(2.6)	113(4.2)	1,887(17.8)	122(5.0)
생산공정	0(0.0)	53(0.2)	229(3.9)	0(0.0)	46(0.4)	160(6.6)
에너지산업 연소	13(0.2)	210(0.7)	527(8.9)	13(0.5)	200(1.9)	485(19.9)
제조업 연소	1(0.0)	500(1.8)	239(4.1)	1(0.0)	200(1.9)	99(4.1)
폐기물처리	13(0.2)	52(0.2)	10(0.2)	10(0.4)	44(0.4)	8(0.3)
합계(A)	7,955(100.0)	28,182(100.0)	5,901(100.0)	2,670(100.0)	10,621(100.0)	2,441(100.0)
합계(B)	1,862	8,705	2,190	1,645	7,494	1,819

주 : 합계(A)는 비산먼지를 포함한 전체 배출량이며, 합계(B)는 비산먼지를 제외한 전체 배출량임

자료 : 국립환경과학원, 2016, 2013 국가대기오염물질 배출량

초미세먼지(PM2.5) 배출량도 비산먼지를 제외하면, 서울, 경기도에서 도로이동오염원의 배출 기여도는 각각 41.2%, 36.6% 수준으로 배출기여도가 가장 크게 나타나고 있으며, 인천은 19.1% 수준으로 비도로이동오염원, 에너지산업 연소 다음으로 세 번째로 기여도가 크게 나타나고 있다.

[표 3-2] 수도권 3개 시도 배출원별 질소산화물 배출현황(2013년 기준)

(단위 : 톤, %)

구분	서울	경기도	인천
기타 면오염원	20(0.0)	32(0.0)	6(0.0)
도로이동오염원	27,663(43.2)	90,213(51.2)	11,985(26.9)
비도로이동오염원	13,374(20.9)	42,317(24.0)	12,664(28.4)
비산업 연소	21,611(33.7)	16,740(9.5)	4,372(9.8)
생물성 연소	13(0.0)	955(0.5)	105(0.2)
생산공정	0(0.0)	2,895(1.6)	1,161(2.6)
에너지산업 연소	480(0.8)	13,305(7.5)	10,621(23.8)
제조업 연소	254(0.4)	7,959(4.5)	3,294(7.4)
폐기물처리	619(1.0)	1,910(1.1)	415(0.9)
합계	64,034(100.0)	176,327(100.0)	44,622(100.0)

자료 : 국립환경과학원, 2016, 2013 국가대기오염물질 배출량

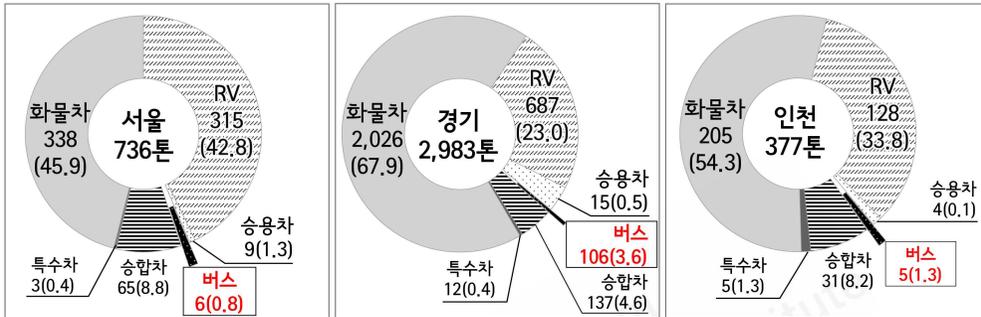
그리고 질소산화물(NOx) 배출량은 서울 64,034톤, 경기도 176,327톤으로 이 가운데 도로이동오염원이 27,663톤(43.2%), 경기도 90,113톤(51.2%)으로 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 인천은 전체 질소산화물 배출량 44,622톤 가운데 비도로이동오염원이 28.4% 수준으로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 도로이동오염원이 26.9%로 두 번째로 배출기여도가 큰 것으로 나타나고 있다.

## 2) 도로이동오염원 배출현황

도로이동오염원의 배출량을 기준으로 차종별 (초)미세먼지, 질소산화물, VOC 배출량은 [표 3-3]과 같다. 서울시의 경우 버스의 (초)미세먼지 배출량은 0.8%, 질소산화물 배출량은 17.0% 수준이다. 경기도와 인천시는 (초)미세먼지는 각각 3.6%, 1.3%의 배출비율을

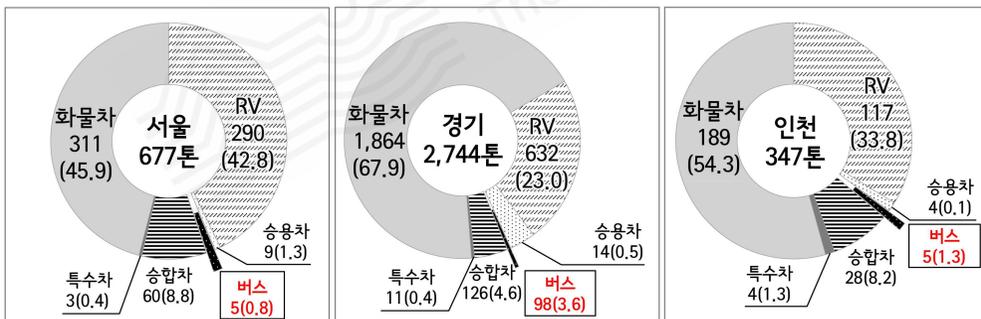
보이고 있으며, 질소산화물은 경기도 14.9%, 인천시 9.4% 수준으로 도로이동오염원 배출에 기여하는 것으로 나타났다.

도로이동오염원의 차종별 (초)미세먼지 배출비율을 비교하여 살펴보면 경기도, 인천에서의 버스 배출비율은 서울과 비교하여 다소 높은 비중을 차지하고 있으며, 질소산화물은 서울의 버스 배출비율이 높게 나타나고 있다.



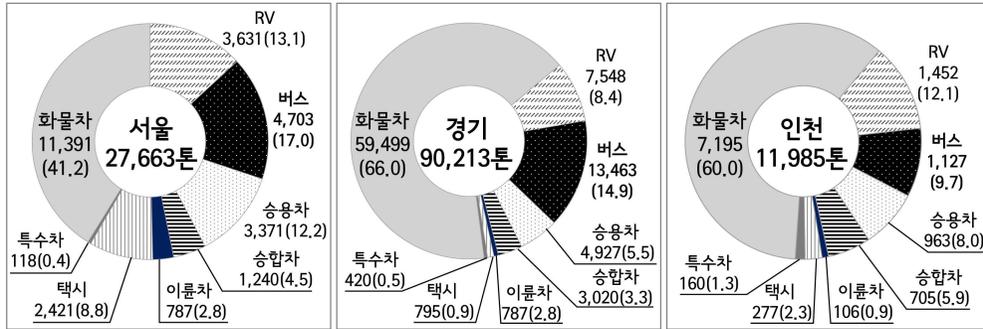
주 : 단위는 톤, ( ) 안은 비중 %

[그림 3-1] 수도권 3개 시도 차종별 PM10 배출현황 비교(2013년 기준)



주 : 단위는 톤, ( ) 안은 비중 %

[그림 3-2] 수도권 3개 시도 차종별 PM2.5 배출현황 비교(2013년 기준)



주 : 단위는 톤, ( ) 안은 비중 %

[그림 3-3] 수도권 3개 시도 차종별 NOx 배출현황 비교(2013년 기준)

[표 3-3] 도로이동오염원 차종별 대기오염물질 배출현황(2013년 기준)

(단위 : 톤(%))

구분	PM10	PM2.5	NOx	VOC
서울	RV	315 (42.8)	290 (42.8)	3,631 (13.1) 441 (3.7)
	버스	6 (0.8)	5 (0.8)	4,703 (17.0) 3,425 (29.1)
	승용차	9 (1.3)	9 (1.3)	3,371 (12.2) 3,410 (29.0)
	승합차	65 (8.8)	60 (8.8)	1,240 (4.5) 112 (1.0)
	이륜차	0 (0.0)	0 (0.0)	787 (2.8) 3,271 (27.8)
	택시	0 (0.0)	0 (0.0)	2,421 (8.8) 405 (3.4)
	특수차	3 (0.4)	3 (0.4)	118 (0.4) 10 (0.1)
	화물차	338 (45.9)	311 (45.9)	11,391 (41.2) 693 (5.9)
	합계	736 (100.0)	677 (100.0)	27,663 (100.0) 11,767 (100.0)
경기	RV	687 (23.0)	632 (23.0)	7,548 (8.4) 676 (4.8)
	버스	106 (3.6)	98 (3.6)	13,463 (14.9) 3,609 (25.5)
	승용차	15 (0.5)	14 (0.5)	4,927 (5.5) 3,837 (27.1)
	승합차	137 (4.6)	126 (4.6)	3,020 (3.3) 252 (1.8)
	이륜차	0 (0.0)	0 (0.0)	543 (0.6) 2,291 (16.2)
	택시	0 (0.0)	0 (0.0)	795 (0.9) 112 (0.8)
	특수차	12 (0.4)	11 (0.4)	420 (0.5) 42 (0.3)
	화물차	2,026 (67.9)	1,864 (67.9)	59,499 (66.0) 3,345 (23.6)
	합계	2,983 (100.0)	2,744 (100.0)	90,213 (100.0) 14,164 (100.0)

[표 3-3 계속] 도로이동오염원 차종별 대기오염물질 배출현황(2013년 기준)

(단위 : 톤(%))

구분	PM10	PM2.5	NOx	VOC	
인 천	RV	128 (33.8)	117 (33.8)	1,452 (12.1)	144 (5.7)
	<b>버스</b>	<b>5 (1.3)</b>	<b>5 (1.3)</b>	<b>1,127 (9.4)</b>	<b>588 (23.3)</b>
	승용차	4 (1.1)	4 (1.1)	963 (8.0)	848 (33.6)
	승합차	31 (8.2)	28 (8.2)	705 (5.9)	63 (2.5)
	이륜차	0 (0.0)	0 (0.0)	106 (0.9)	44 (17.7)
	택시	0 (0.0)	0 (0.0)	277 (2.3)	44 (1.7)
	특수차	5 (1.3)	4 (1.3)	160 (1.3)	18 (0.7)
	화물차	205 (54.3)	189 (54.3)	7,195 (60.0)	374 (14.8)
	합계	377 (100.0)	347 (100.0)	11,985 (100.0)	2,528 (100.0)

자료 : 국립환경과학원 국가대기오염물질배출량서비스(<http://airemiss.nier.go.kr>)

### 3) 시내버스의 대기오염물질 배출 수준

우리나라는 1984년 7월부터 경유자동차의 배출가스에 대한 규제를 시행하기 시작했으며 배출기준을 단계적으로 강화하여 왔다. 1996년 중량 경유자동차에 대한 대기오염물질 배출허용기준을 살펴보면, NOx의 경우 미국 1990년 수준의 약 40%, 유럽연합(EU) 1993년 수준의 약 22% 정도 완화된 수준에 머물렀다.<sup>7)</sup> 하지만 2002년 이후에는 미국 및 EU와 같은 선진국 수준으로 규제가 강화되고, 시내버스의 경우 2014년부터는 EURO-6이 적용되고 있다. 경유에만 존재하는 미세먼지(PM)의 배출량 기준은 2002년 7월 1일 이후 0.15g/kWh에서 2013년 1월 1일 이후 0.01g/kWh로 단위당 배출량을 93.3% 감소시키는 것으로 강화되었다.

그리고 CNG 버스의 탄화수소(HC)의 배출량 기준은 2002년 7월 1일 이후 0.9g/kWh에서 2013년 1월 1일 이후 0.14g/kWh로 단위당 배출량을 84% 감소시키는 것으로 강화되었다. 질소산화물(NOx)의 배출량 기준은 2002년 7월 1일 이후 3.5g/kWh에서

7) 환경부, 2013, 경유 및 CNG 버스 노후화(연식)가 대기오염에 미치는 영향 연구

2013년 1월 1일 이후 0.4g/kWh로 단위당 배출량을 89% 감소시키는 것으로 강화되었다.<sup>8)</sup>

**[표 3-4] CNG 버스와 경유 버스 인증 시 배출허용 기준 변화**

구분		CO	HC	NOx	PM	비고(측정방법/EURO 기준)
CNG 버스	2002.7.1 이후	4.0	0.90	3.50	-	D-13 모드
	2006.1.1 이후	4.0	0.55	3.50	-	ETC 모드
	2009.1.1 이후	4.0	0.55	2.00	-	ETC 모드
	2013.1.1 이후	4.0	0.14	0.40	-	WHTC 모드
경유 버스	2001.1.1 이후	3.0	1.00	6.00	0.15	D-13 모드
	2006.1.1 이후	4.0	0.55	3.50	0.03	ETC 모드 / EURO 4
	2009.9.9 이후	4.0	0.55	2.00	0.03	ETC 모드 / EURO 5
	2014.1.1 이후	4.0	0.16	0.46	0.01	WHTC 모드 / EURO 6

자료 : 김태현(2015)

#### 4) 시내버스의 연료전환 환경개선 기대효과

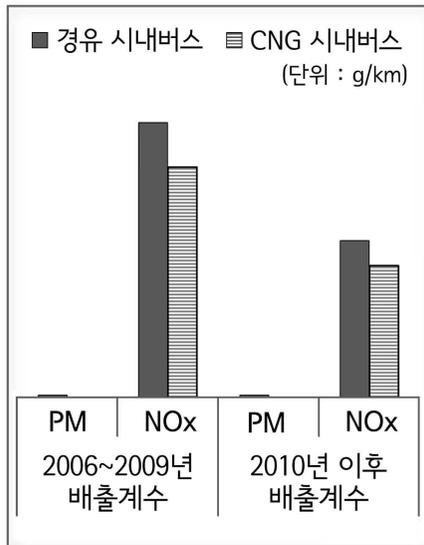
운행 중인 경유 시내버스를 제3종 저공해자동차 유형에 해당되는 CNG 버스로 연료 전환할 경우 기대되는 환경개선 효과를 「수도권 대기환경개선 시행계획 추진실적 작성지침(2011)의 삭감량 산출에 사용되는 복합 배출계수를 이용하여 분석하면, 미세먼지는 100%, 질소산화물은 16% 정도 저감할 수 있다.<sup>9)</sup>

그리고 CNG 하이브리드버스는 연료비를 CNG 버스 대비 34.5% 줄일 수 있으며, 운행기간(9년) 동안 연료비를 대당 108백만 원 절감하는 효과가 있으며, 대기오염물질은 CNG 버스와 비교하여 약 30%의 감소 효과가 있는 것으로 조사된 바 있다(환경부, 2012). CNG 버스보다 한 단계 더 친환경적으로 진화되었다고 평가되는 CNG 하이브리드 버스의

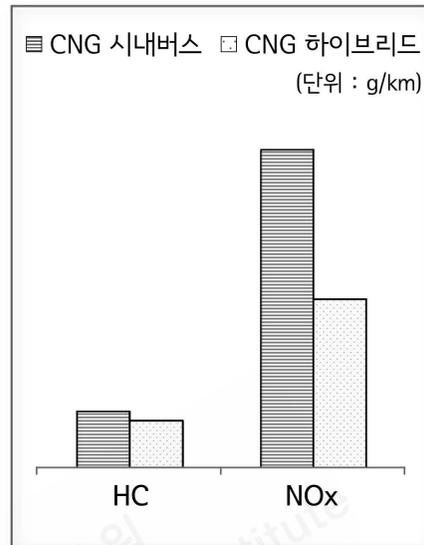
<sup>8)</sup> 김태현(2015)

<sup>9)</sup> 환경부, 2011, 수도권 대기환경개선 시행계획 추진실적 작성지침

환경개선 효과는 NOx 47.0%, HC 17.9% 수준으로 평가되고 있다.<sup>10)</sup>



[그림 3-4] CNG 시내버스 대기환경 개선 기대효과



[그림 3-5] CNG 하이브리드 버스 대기환경 개선 기대효과

## 2\_ 행정 경계 유출입 시내버스 배출량 산정

### 1) 배출량 산정 설계과정

서울시 행정 경계 유출입 시내버스의 배출량을 산정하고, 수도권 3개 사도의 배출 기여도를 추정하기 위해 3단계의 설계과정(Design Process)으로 분석하고 있다.

<sup>10)</sup> CNG 버스와 CNG 하이브리드 버스의 연간 주요 대기오염물질 배출량을 비교하면, CNG 버스 1대의 경우 HC 79.87kg/대년, NOx 352.04kg/대년을 배출하며, CNG 하이브리드 버스는 HC 65.59kg/대년, NOx 186.75kg/대년을 배출함(자료 : 환경부, 2012, CNG 하이브리드 버스 운행 시범사업 효과분석 및 실증연구).



[연료별 연식별 대기오염물질 배출계수 자료구축]

차종	연료	오염물질	00연식	01연식	02연식	03연식	04연식	05연식	06연식	07연식	08연식	09연식	10연식	11연식	12연식	13연식	14연식	15연식	16연식
시내버스	CNG	CO	5.7896	5.7896	5.7896	0.6913	0.6913	0.6913	0.0691	0.0691	0.0691	0.0691	0.0691	0.0691	0.0691	0.0691	0.0691	0.0691	0.0691
		NOx	6.5559	6.5559	6.5559	4.1719	4.1719	4.1719	4.1719	4.1719	4.1719	2.384	2.384	2.384	2.384	2.384	2.384	2.384	2.384
		VOC	5.5299	5.5299	5.5299	3.8284	3.8284	3.8284	0.8508	0.8508	0.8508	0.8508	0.8508	0.8508	0.8508	0.8508	0.8508	0.8508	0.8508
기타버스	경유	CO	3.863	3.863	3.863	3.863	2.7041	2.7041	1.9315	1.9315	1.9315	1.9315	1.9315	1.9315	1.9315	1.9315	1.9315	1.9315	1.9315
		NOx	8.5216	8.5216	8.5216	8.5216	7.1013	7.1013	4.9709	4.9709	4.9709	2.8405	2.8405	2.8405	2.8405	2.8405	2.8405	2.8405	2.8405
		PM	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	0.0331	0.0331	0.0331
		VOC	1.1317	1.1317	1.1317	1.1317	0.7469	0.7469	0.5206	0.5206	0.5206	0.5206	0.5206	0.5206	0.5206	0.5206	0.5206	0.5206	0.5206

(2) 운행거리 배분

자동차의 대기오염물질 배출량을 산정하는 데 기초자료인 노선별 기종점 사이의 운행거리는 1차 기초자료 구축에 포함되어 있으나, 행정 경계 유출입 시내버스의 운행거리는 2개의 행정구역을 이동하는 것이므로 이를 분리할 필요가 있다. 즉 광역 시내버스의 전체 운행거리와 서울지역 내부 운행거리로 구분할 수 있다. 이러한 과정은 버스노선 검색 (<http://map.naver.com>) 길이재기를 활용하여 추출이 가능하다. 예를 들어 8002번 버스의 전체 운행거리는 37.3km이며, 이 가운데 서울 행정구역에서의 운행거리는 11.4km 정도이다.

모든 노선에서 서울 지역에서의 운행거리를 추출하고, 추출된 거리자료는 다시 기초자료 DB에 연계하여 구축한다.



[그림 3-7] 광역버스의 서울시 내부 운행거리 추출(예시)

(3) 배출량 산정 및 기여도 추정

노선별 시내버스의 대기오염물질 배출량 산정 공식은 다음과 같다. 외부 유입 버스의 전체 대기오염물질 배출량(A)과 외부 유입 버스의 서울지역 대기오염물질 배출량(B)을 비교하여 연료별 지역별 배출 기여도를 추정할 수 있다.

경유 시내버스는 PM10, NOx, VOC, CNG 버스는 NOx, VOC를 산정하였다. 다만 PM2.5는 수도권 3개 사도의 CAPSS(2013) 배출량 중 버스의 PM10, PM2.5 배출 비중을 적용하였다.

$$\begin{aligned} & \text{외부 유입 버스의 전체 대기오염물질 배출량(kg)(A)} \\ & = \sum_{i=\text{연료}}^{\text{노선별}} (\text{운행횟수(회/대)} \times \text{운행대수(대/일)} \times \text{전체 운행길이(km/회)} \times \text{대기오염배출계수(kg/km)} \times 365\text{일}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{외부 유입 버스의 서울지역 대기오염물질 배출량(kg)(B)} \\ & = \sum_{i=\text{연료}}^{\text{노선별}} [\text{운행횟수(회/대)} \times \text{운행대수(대/일)} \times \text{서울지역 운행길이(km/회)} \times \text{대기오염배출계수(kg/km)} \times 365\text{일}] \end{aligned}$$

관할지역	유형	업체명	노선번호	운행거리(km)	운행횟수(회/일)	NOx 배출량						
						계(1)+(2)	경유 버스(1)		CNG 버스(2)		기여도(%) (B)/(A)	
							전체 지역(kg)(A)	서울 지역(kg)(B)	전체 지역(kg)(A)	서울 지역(kg)(B)		
서울	좌석	○○○										

2) 행정 경계 유출입 시내버스 배출량 산정 결과

(1) 서울시 시내버스의 행정 경계 유출입 대기오염물질 배출총량

서울시의 시내버스는 모두 CNG 버스로 교체하여 운행 중에 있으므로, 미세먼지의 배출량은 없으며 질소산화물과 VOC만 배출되고 있다.

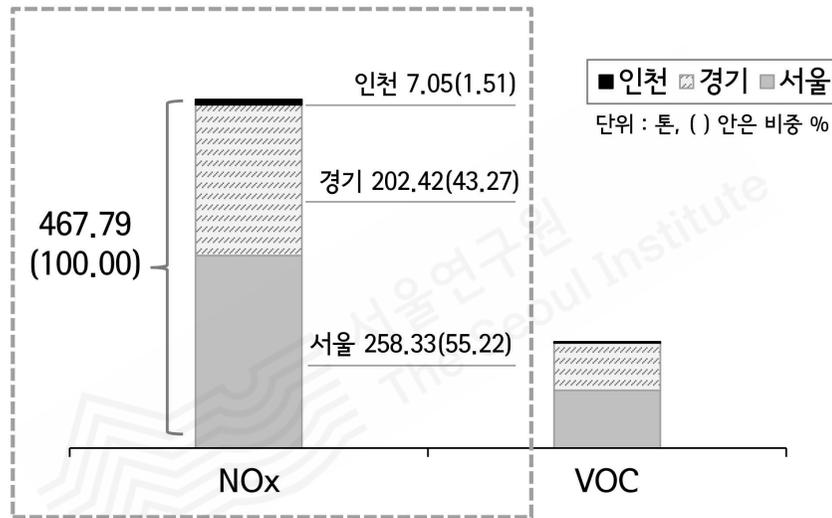
행정 경계를 유출입하는 서울시 시내버스의 NOx 전체 배출량은 연간 467.79톤으로 분석되었다. 지역별로 배출기여 수준을 살펴보면 서울 지역에서 연간 258.33톤(55.22%)이 배출되며, 경기 202.42톤(43.27%), 인천 7.05톤(1.51%)을 배출하고 있는 것으로 나타났다.

즉 서울시 시내버스가 서울 지역 내부에 미치는 NOx 기여도는 55.22% 수준이며, 44.78%는 경기도와 인천시에서 배출되고 있다.

[표 3-5] 행정 경계 유출입 시내버스의 대기오염물질 배출량(서울시 등록 버스회사 기준)

(단위 : 톤/년)

구분	서울	경기	인천	전체
NOx	258.33 (55.22%)	202.42 (43.27%)	7.05 (1.51%)	467.79 (100.00%)
VOC	77.65 (54.44%)	63.48 (44.50%)	1.52 (1.06%)	142.65 (100.00%)



[그림 3-8] 행정 경계 유출입 서울시 시내버스의 대기오염물질 배출량

(2) 경기도 시내버스의 행정 경계 유출입 대기오염물질 배출총량

서울시 행정구역을 유출입하는 경기 시내버스에서 배출되는 PM10 배출량은 연간 8.21톤/년이며, 2.35톤(28.6%) 정도가 서울 지역에서 배출되는 것으로 분석되었다.

NOx는 전체지역에서 CNG 버스에서 1,694.16톤/년이 배출되며, 연료별로 살펴보면 경유 버스에서 932.49톤/년, CNG 버스에서 761.67톤/년 정도가 배출되는 것으로 나타났다. 이 가운데 서울 지역에서의 배출량은 503.72톤/년으로 전체 배출량의 약 30% 정도의 기

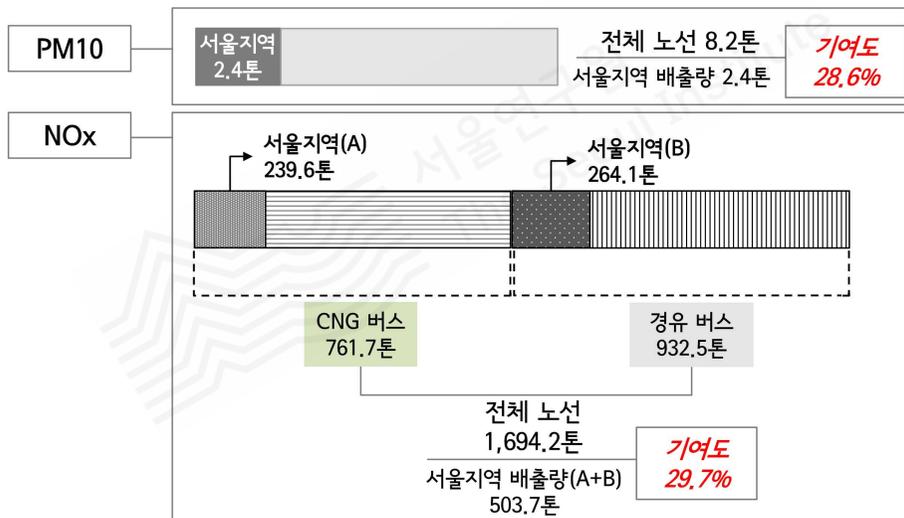
여수준을 나타내고 있다. 서울 지역에서의 NOx 배출량 503.72톤/년 중 CNG 시내버스는 239.63톤/년, 경유 시내버스는 264.09톤/년이 배출되고 있다.

[표 3-6] 행정 경계 유출입 시내버스의 대기오염물질 배출량(경기도 등록 버스회사 기준)

(단위 : 톤/년)

구분	전체 노선 배출량			서울지역 배출량			서울지역 기여도(%) (B/A)
	합계 (A)	CNG	경유	합계 (B)	CNG	경유	
PM10	8.21	-	8.21	2.35	-	2.35	28.6%
PM2.5	7.56	-	7.56	2.16	-	2.16	28.6%
NOx	1,694.16	761.67	932.49	503.72	239.63	264.09	29.7%
VOC	355.89	253.27	102.62	116.64	86.93	29.71	32.8%

주 : PM2.5는 경기도 CAPSS(2013) 배출량 중 버스의 PM10, PM2.5 배출 비중을 적용함.



[그림 3-9] 행정 경계 유출입 경기도 시내버스의 대기오염물질 배출량

(3) 인천시 시내버스의 행정 경계 유출입 대기오염물질 배출총량

행정 경계 유출입 시내버스의 20% 정도가 경유 버스로 운행 중인 인천 시내버스의 PM10 배출량은 0.33톤/년으로 추정되었다. 이 가운데 40.3% 수준인 0.13톤이 서울 시내를 운행하면서 배출되는 것으로 나타났다.

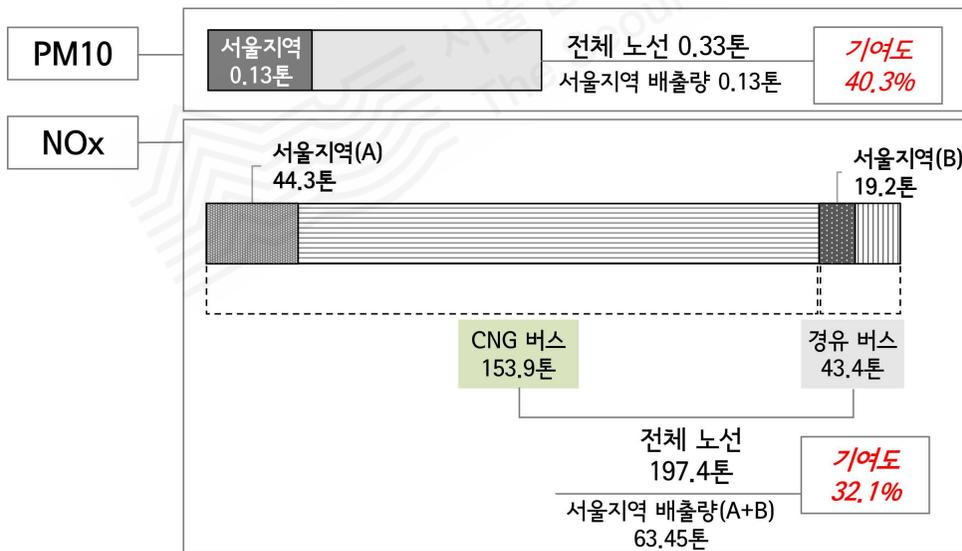
NOx는 전체지역에서 CNG 버스에서 197.39톤/년, 경유 버스 43.44톤/년 정도 배출되어 전체적으로 240.84톤/년이 배출된다. 서울지역의 배출량은 약 63.45톤/년이 배출되어 약 26.3% 배출에 기여하고 있는 것으로 분석되었다.

[표 3-7] 행정 경계 유출입 시내버스의 대기오염물질 배출량(인천시 등록 버스회사 기준)

(단위 : 톤/년)

구분	전체 노선 배출량			서울지역 배출량			서울지역 기여도(%) (B/A)
	합계 (A)	CNG	경유	합계 (B)	CNG	경유	
PM10	0.33	-	0.33	0.13	-	0.13	40.3%
PM2.5	0.30	-	0.30	0.12	-	0.12	40.3%
NOx	240.84	197.39	43.44	63.45	44.26	19.19	26.3%
VOC	26.87	21.88	5.00	11.36	9.19	2.17	42.3%

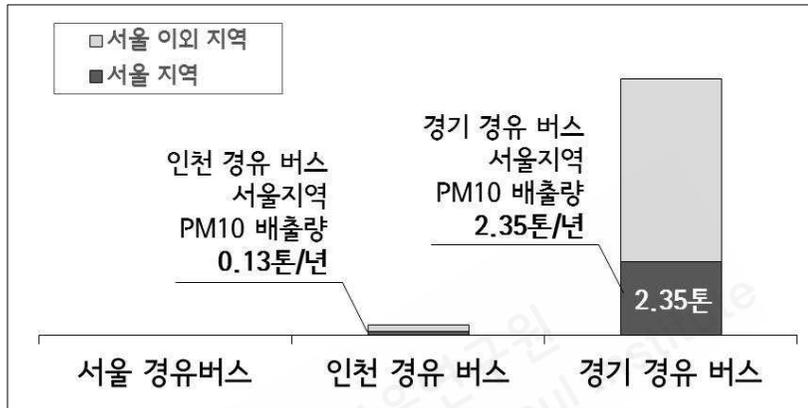
주 : PM2.5는 인천시 CAPSS(2013) 배출량 중 버스의 PM10, PM2.5 배출 비중을 적용함.



[그림 3-10] 행정 경계 유출입 인천시 시내버스의 대기오염물질 배출량

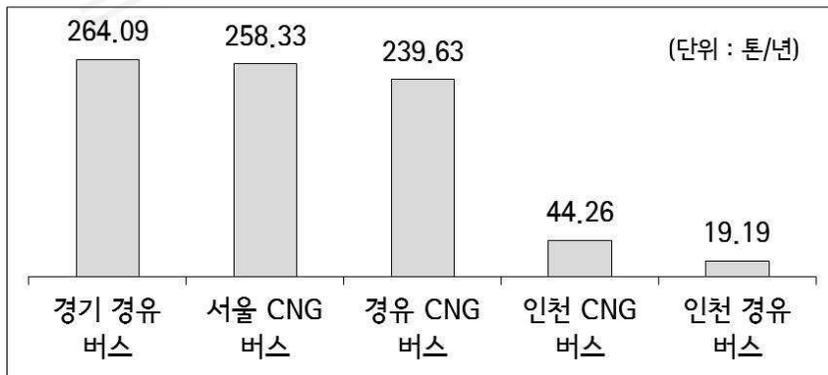
(4) 행정 경계 유출입 대기오염물질 배출총량

행정 경계 유출입 시내버스가 서울지역에서 배출하는 PM10은 모두 경유 버스에서 배출되며, 인천과 경기의 경유 버스에서 배출되고 있다. 경기 경유 버스 2.35톤/년, 인천 경유 버스 0.13톤/년 수준으로 시내버스 저공해화율이 다소 낮은 경기도의 배출 기여도가 큰 것으로 나타났다.



[그림 3-11] 서울지역에 미치는 3개 시도 행정 경계 유출입 시내버스의 PM10 배출량

NOx의 배출량은 경기 경유 버스 266.14톤/년으로 서울지역에 미치는 영향이 가장 크며, 다음으로 서울 CNG 버스, 경기 CNG 버스, 인천 CNG 버스 순서로 나타났다.



[그림 3-12] 서울지역에 미치는 3개 시도 행정 경계 유출입 시내버스의 NOx 배출량

인천의 시내버스가 1년간 행정 경계를 유출입하며 서울 지역에서 배출하는 PM10, NOx 배출총량은 약 63.58톤 수준으로, 2종 대기오염시설 1개에 해당되는 배출량이다. 경기 시내버스는 PM10, NOx 배출만을 고려하면 약 506.07톤/년으로 1종 대기오염시설 약 6.3개의 배출량과 같은 크기의 배출량이다.

	1종 : 대기오염물질 발생량 합계가 연간 80톤 이상인 사업장
	2종 : 대기오염물질 발생량 합계가 연간 20톤 이상 80톤 미만인 사업장



≈  2종 대기배출시설 1개



≈  1종 대기배출시설 6.3개

### 3) 경유 시내버스의 저공해화 전환 기대효과 비교

모델연식 2014년의 경유 시내버스를 제외하고, 인천과 경기도의 경유 시내버스를 2015년 연식의 CNG로 전환할 경우 삭감 가능량을 분석하였다.

인천 경유 버스를 CNG로 교체하면 전체지역에서 PM10 0.3톤/년, 서울 지역에서 0.13톤/년 정도 삭감할 수 있으며, NOx는 전체지역 11.74톤/년, 서울 지역 5.74톤/년 정도 저감을 기대할 수 있는 것으로 나타났다.

서울 지역에 미치는 행정구역 유출입 배출 기여도가 큰 경기 경유 버스를 CNG 버스로 전환하게 되면, 전체지역에서 PM10 6.95톤/년, NOx 520.29톤/년을 삭감할 수 있으며, 서울 지역에서는 PM10 1.87톤/년, NOx 212.59톤/년의 삭감효과가 기대된다.

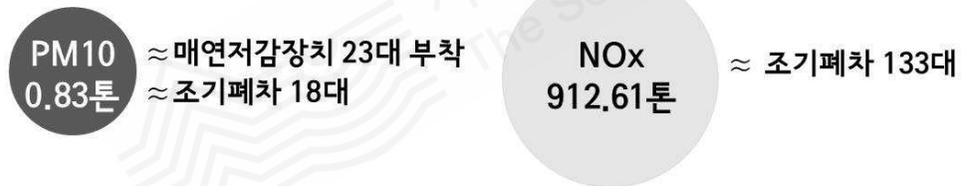
이와 같이 인천시, 경기도의 경유 버스를 모두 CNG 버스로 교체하게 되면 수도권 전체 PM10 7.25톤/년, NOx 532.03톤/년을 삭감할 수 있고, 서울 지역에서는 PM10 2.00톤/년, NOx 218.33톤/년 정도 삭감이 가능한 것으로 분석되었다.

**[표 3-8] 행정 경계 유출입 인천시경기도 경유 시내버스 저공해화 전환 삭감량**

(단위 : 톤/년)

구분	인천시		경기도		수도권	
	전체지역	서울지역	전체지역	서울지역	전체지역	서울지역
PM10	0.30	0.13	6.95	1.87	7.25	2.00
NOx	11.74	5.74	520.29	212.59	532.03	218.33

시내버스 저공해화에 의한 수도권 전체지역의 PM10 저감량 7.25톤은 2007년 모델연식 경유 시내버스 199대에 매연저감장치를 부착했을 경우의 삭감량과 비슷한 수준의 저감량이다.<sup>11)</sup> 또 PM10 기준으로는 조기폐차는 159대, NOx는 78대를 조기폐차할 경우의 기대효과와 같은 수준으로 분석되었다.



<sup>11)</sup> 2007년 모델연식 경유 버스의 PM10 배출계수는 0.0331g/km, 주행거리는 3개 시도 유출입 버스의 평균 운행거리, 매연저감장치 저감효율 80%를 적용하면, 1년 PM10 삭감량은 0.036톤/년 수준임.

# 04

---

## 수도권 시내버스의 저공해 유도 정책수요 진단

- 1\_수도권 대기환경 특별대책 수립 배경
- 2\_중앙정부의 CNG 시내버스 관련 지원
- 3\_수도권 3개 사도의 시내버스 저공해 전환 계획
- 4\_시내버스 저공해 관련 언론보도 동향
- 5\_수도권 시내버스의 저공해화 유도/극복 요인

## 04 | 수도권 시내버스의 저공해 유도 정책수요 진단

### 1\_수도권 대기환경 특별대책 수립 배경

수도권 대기환경관리는 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」(2005년 시행) 규정에 따라 시행되고 있다. 동법 제2조 및 동법 시행령 제2조의 규정에 따라 서울특별시, 인천광역시 및 경기도 지역에서 대기오염이 심각하다고 인정되는 지역이나 해당 지역에서 배출되는 대기오염물질이 수도권지역의 대기오염에 크게 영향을 미친다고 인정되는 지역을 “대기관리권역”으로 설정하여 총량규제 적용 등 대기오염을 관리하고 있다. 또한 운행 경유 자동차 대상 저공해화 조치, 오염차량 운행제한(LEZ) 제도와의 연계 실시 등 수도권 대기환경 관리의 ‘형평’을 유지하고 있다.

다만, 최근 2013년부터 미세먼지 오염도가 정체되고, 고농도의 미세먼지가 자주 발생하여 시민들이 실생활에서 체감하는 오염도는 오히려 높아지는 상황이다. 이에 국무조정실을 중심으로 관계부처(환경부, 기획재정부, 미래창조과학부, 산업통상자원부, 국토교통부 등) 차관회의 등을 거쳐 “미세먼지 관리 특별대책(2016.6.23)”을 발표하였으며, 미세먼지 특별대책 세부이행계획은 2016년 7월 1일에 수립·확정하였다. 기존 기본계획을 앞당겨 시행하고, 신규대책을 추가하여 ① 제2차 수도권대기환경기본계획의 목표를 3년 앞당겨 조기달성하고( $20\mu\text{g}/\text{m}^3$  달성 2024년→2021년), ② 10년 내에 유럽 주요도시의 현재 수준으로 미세먼지를 개선(서울 기준, 2015년  $23\mu\text{g}/\text{m}^3$  → 2026년  $18\mu\text{g}/\text{m}^3$ )한다는 목표를 설정하였다.<sup>12)</sup>

한편 서울시는 3년간 집중 관리대책을 실행하여 2018년까지 서울의 연평균 미세먼지 농도를  $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2015년 기준  $23\mu\text{g}/\text{m}^3$ )까지 낮추는 가시적인 성과를 만든다는 목표로 실효성과 현장성에 초점을 맞춘 ‘서울시 대기질 개선 특별대책’을 발표했다(2016.7.28). 서울 지역 미세먼지 3대 발생원인 자동차(35%), 건설기계(17%), 비산먼지(12%)에 대한 강도 높

12) 유럽 주요도시의 미세먼지 현재 수준 : 파리  $18\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 도쿄  $16\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 런던  $15\mu\text{g}/\text{m}^3$

은 대책으로 미세먼지를 획기적으로 줄이고, 이 중 배출 영향이 가장 큰 교통 부문은 강력한 교통수요 관리를 통해 발생 원인을 원천 차단하는 투트랙(two-track) 전략이 핵심이다.<sup>13)</sup>

인천시의 경우, 미세먼지(PM10)와 초미세먼지(PM2.5)를 국가 환경기준 이내로 낮추는 ‘2020년 미세먼지 저감 종합대책’을 수립(2016.6.26)하였으며, 미세먼지와 초미세먼지 농도를 2015년 각각  $53\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $29\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 2020년 각각  $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $24\mu\text{g}/\text{m}^3$  이하로 낮추는 것이 목표다. 최근 미세먼지 및 초미세먼지가 사회적 이슈로 떠오르자 ‘제2차 수도권 대기 환경관리 기본계획’의 최종연도인 2024년에 앞서 2020년 중간단계 종합대책을 수립하면서 구체적 농도 목표치를 설정하고 있다.

또한 경기도는 연간 4,400톤(PM10 기준)인 미세먼지 배출량을 2020년까지 현재의 1/3 수준으로 감축하여 알프스 수준으로 미세먼지를 개선하는 프로젝트를 추진한다고 발표한 바 있다(2016.9.21).

최근 중앙정부, 수도권 3개 시도 광역자치단체의 미세먼지 특별 관리대책들 가운데 자동차 환경관리를 중심으로 정리하면 [표 4-1]과 같다. 특히 노선버스의 CNG 전환(중앙정부), 서울 진입 경유 버스 저공해화 추진(서울시), 경유 버스 CNG 버스로의 전환(인천시), 2020년까지 경유 시내버스 100% 교체(경기도) 관련 대책들은 중앙정부, 3개 시도 광역자치단체 모두 행정 경계 유출입 경유 시내버스 대상 저공해화 필요성을 공통으로 인식하고 이에 대한 대응책을 마련하고 있다. 향후 수도권 대기의 공유자산을 보호하고, 공동의 책임이라는 인식하에 초과배출 행정구역 유출입 시내버스의 저공해화를 더욱 촉진하고, 미세먼지 특별대책의 시행효과 확대를 위해서는 수도권 3개 시도의 ‘상생협업’ 촉진이 필요하다.

13) 서울시 보도자료, 2016. 7. 28, 노후경유차 등 발생원 집중차단 ‘대기질 특별대책’

[표 4-1] 중앙정부 및 3개 광역자치단체의 미세먼지 특별대책(자동차 환경관리 중심)

<p>중앙정부  미세먼지 관리 특별대책  (2016.6.3)</p>	<p><b>경유차 미세먼지 저감대책</b>                  - 에너지 상대가격 조정방안 검토                  - <u>노선버스 CNG 버스로 전환</u>                  - 노후경유차 수도권 진입제한 시행방안 확정                  - 노후경유차 폐차 후 신차 구매 시 개별소비세 감면                  - 친환경자동차 확대(2020년 신규차량 30% 목표)</p>
<p>서울시  서울시 대기질 개선 특별대책  (2016.7.28)</p>	<p><b>경유차 발생 미세먼지 획기적 감축</b>                  - 노후경유차 저공해화 및 운행제한 강화                  - 전세버스 저공해화 촉진                  - <u>서울 진입 경유 버스 저공해화 추진</u>                  - 노후 건설기계 저공해화                  - 배출가스 수시점검 확대 및 공회전 단속 강화  <b>전기차 등 친환경차 대전환</b>                  - 전기차 1만 2천 대 보급, 급속충전기 200기 확충                  - 관용차 100% 친환경차 전환</p>
<p>인천시  2020 미세먼지 저감 종합대책  (2016.6.26)</p>	<p><b>수송 부문</b>                  - 노후 운행차 저공해화 조치                  - 자동차 운행제한(LEZ)                  - 비도요동오염원 배출저감(건설기계, 선박 등)                  - 운행경유차 배출가스 특별관리                  - 친환경차 보급                  - 경유 버스 CNG 버스로 전환 : 조기폐차 유도 및 CNG 버스로 전환                  • 2007년 이전 차량 조기폐차 유도 : 546백만 원(대당 7백만 원 지원)                  • CNG 버스로 전환(2018~2020) : 7,429백만 원(대당 19백만 원 지원)</p>
<p>경기도  경기도 알프스 프로젝트  (2016.9.21)</p>	<p><b>친환경 교통기반 확대</b>                  - <u>2020년까지 경유 시내버스 100% 교체(2,910대)</u>                  - 노후 경유차 저감장치 비용 전액 지원                  - 에코도로 운영(무가속 운전구간 지정 운영)                  - 통행량 많은 주요 정류장 내부에 공기 정화시설 설치                  - 2020년까지 전기차 5만 대 보급                  - 충전소 560개 구축, 충전소 위치 제공맵                  - 대형건축물 충전시설 설치 의무 도입</p>

## 2\_중앙정부의 CNG 시내버스 관련 지원

### 1) CNG 시내버스 지원제도

대도시 대기질 개선을 목적으로 도입된 CNG 버스 보급을 위해 도입 초기부터 각종 세금을 면제하고 보조금을 지원하였다. 즉, CNG 버스 구입 지원정책으로 부가가치세와 취득세를 면제하고 경유 버스 가격과의 차액분을 보조하였다. 뿐만 아니라 경유와 가스가격의 차액으로 충당하게 하였으며, 환경개선비용 부담금도 면제하였다.<sup>14)</sup>

CNG 시내버스 보급 확산을 위한 차량 구입과 충전소 설치와 관련된 지원 정책은 [표 4-2]와 같이 변화가 있었다. 2011년부터는 기존의 CNG 버스보다 CNG 하이브리드 버스에 대한 지원을 강화하고 있다.

[표 4-2] CNG 시내버스 관련 지원 정책 변화

CNG 차량	재정 지원	대형버스(1,000cc 이상) : 2,250만 원/대 대형 청소차 : 6,000만 원/대	→	대형버스(1,000cc 이상) : 1,200만 원/대 대형 청소차 : 4,200만 원/대
	세제 지원	부가가치세, 취득세 면제(~2015.12.31) 환경개선부담금 면제	→	부가가치세, 취득세 면제(~2018.12.31) 환경개선부담금 면제
	연료 보조금	공차운행 연료보조금(공차거리 4km 이상) - 최대 공차거리 22km	→	공차운행 연료보조금(공차거리 4km 이상) - 최대 공차거리 22km
CNG 충전소	설치 지원	장기저리 용자 지원 - 고정식 7억/기, 이동식 2억/기 - 5년 거치 10년 상환	→	장기저리 용자 지원 - 총사업비 기준 30억 원/업체 - 5년 거치 10년 상환
	연료비 보조	경유와 CNG 가격차액 보조(115원 미만) 시설용량 100대/일 이하 충전소 - (기준대수-충전대수)×1개월 연료사용량 ×CNG 소매공급비용	→	없음 시설용량 100대/일 이하 충전소 - (기준대수-충전대수)×1개월 연료사용량 ×CNG 소매공급비용

주 : CNG 차량 구입 지원금은 국비 50%, 지방비 50%에서 지원

「대기환경보전법」 제47조(기술개발 등에 대한 지원), 「대기환경보전법」 제58조(저공해 자동차의 운행 등), 「보조금 관리에 관한 법률」 및 같은 법 시행령에 근거하여 CNG 자동차 보급정책의 효과적인 추진을 위하여 CNG 자동차 보조금 및 지원금을 「CNG 자동차 보급

14) 김태현(2015)

사업 보조금 업무처리지침에 따라 서울시, 경기도, 인천시는 CNG 시내버스 구입비와 공차운행 연료비를 보조하고 있다.

미세먼지 관리 특별대책 이후 2016 CNG 자동차 보급사업 보조금 업무처리지침이 개정(2016.6.30 개정)됨에 따라 보조금 지급 대상자 중 전세버스운송사업자의 지원범위 확대되었으며, 통학·통근 외에 관광 등이 포함되었다.

또한 2015년까지 일반 CNG 버스 구매보조금은 특광역시를 제외한 사군에 한하여 지원하였으나, 2016년부터 개정된 지침에 따라 일반 CNG 버스(대형버스 및 중형버스)의 경우 모든 지역의 시외버스, 마을버스, 전세버스, 공항출입버스(공항내 운행버스 포함) 및 특광역시 외의 시내버스에 대하여 지원이 가능하다.

그리고 CNG 하이브리드 버스는 특광역시의 시내버스에 한해 지원하며 기타지역도 시내버스에 보급을 희망하는 경우에는 지원이 가능하다. 그리고 구입 보조금을 지원한 CNG 자동차를 폐차하고 다시 CNG 자동차를 구입하는 경우에도 동일한 구입 보조금을 지원할 수 있다.

**[표 4-3] CNG 자동차 구입 보조금**

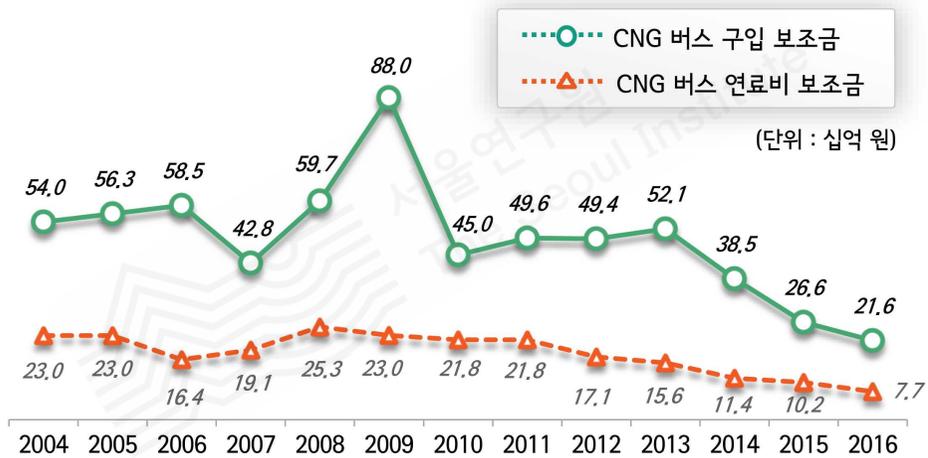
CNG 버스	대형버스(배기량 1,100cc 이상)	1,200만 원 (국비 600, 지방비 600)
	중형버스(배기량 1,100cc 미만)	700만 원 (국비 350, 지방비 350)
	CNG 하이브리드	6,000만 원 (국비 3,000, 지방비 3,000)
CNG 청소차	대형청소차(11톤급, 배기량 1,100cc 이상)	4,200만 원 (국비 2,100, 지방비 2,100)
	중형청소차(11톤급, 배기량 1,100cc 이상)	2,700만 원 (국비 1,350, 지방비 1,350)

자료 : 환경부, 2016. 6, CNG 자동차 보급사업 보조금 업무처리지침

지방자치단체의 장은 해당 지방자치단체의 예산사정 및 보급여건 등을 고려하여 지방비 보조금을 국비 보조금보다 추가 지원할 수 있다. 다만, 추가 지원하는 지방비 보조금은 CNG 자동차 보급이 촉진될 수 있도록 경유 자동차와 차등화하여 지원하여야 한다고 명시되어 있다.

이러한 CNG 버스 구입과 연료비에 대한 보조금 총액은 모두 감소 추세에 있다. CNG 버스 구입 보조금은 2009년에 880억 원으로 증가한 후 2014년에 385억 원으로 감소하였다. 이는 CNG 버스에 대한 지원금의 변화뿐만 아니라 신규 구입대수가 2008년까지는 지속적으로 증가하였으나 이후 감소하였기 때문이다. CNG 버스 연료비 보조금 또한 2008년에 253억 원으로 증가한 후 2014년에 114억 원으로 감소하고 있다.

2014년까지 6대 광역지자체를 대상으로 차량지원비(1대당 1,250만 원)를 지원했으나 이후 CNG 하이브리드 보급 예산 확충을 이유로 수도권 CNG 버스에 대한 보조금 지급을 사실상 중단했다. 이러한 지원금 중단으로 최근에는 CNG 버스를 포기하고 경유 버스를 선택하는 운수업체들이 증가하고 있다.



자료 : 환경부, 각 연도, CNG 자동차 보급사업 보조금 업무처리지침

[그림 4-1] 연도별 CNG 자동차 구입 및 연료비 보조금 예산변화

CNG 버스 회사들의 경유 대비 연료비 손실(1,071만 원/년대)로 인해 CNG 버스를 경유 버스로 교체하고 있다. 2015년 기준 수도권의 서울, 경기, 인천의 경우 신규 버스 등록대수가 314대 증가한 반면, CNG 버스는 전년 대비 200대 감소한 상황이며, 오히려 경유 버스는 514대 증가한 것으로 확인된다. 이는 전국의 경유 버스 전환 수량의 86%에 해당하는 매우 높은 수치이다.

**[표 4-4] 시내버스 연료별 차량현황 변화**

구분		2011년	2012년	2013년	2014년	2015년
서울시	CNG 버스	7,464	7,487	7,460	7,465	7,473
	경유 버스	61	35	25	3	9
인천시	CNG 버스	2,023	2,136	2,144	2,108	2,017
	경유 버스	300	205	189	226	268
경기도	CNG 버스	5,553	5,705	6,924	6,915	6,818
	경유 버스	4,330	4,325	3,450	3,474	3,851

자료 : 전국버스운송조합연합회, 각 연도, 버스통계편람.

특히 수도권외의 CNG 버스 전환율이 일정 수준에 오르자 2014년부터 준공영제가 시행되고 있는 특·광역시 시내버스에 대하여 CNG 버스 도입 시 구입보조금 지급을 제한하고 있어, 재정여건이 좋지 않은 수도권 자치단체의 경우 CNG 버스 전환에 한계요인으로 작용할 수 있다.<sup>15)</sup>

이와 같이 대기질 특별관리 지역인 인천·경기에서 운수사의 경제적 손실로 미세먼지와 질소산화물의 주요 배출원이 되고 있는 경유 버스의 보급이 다시 활성화됨에 따라 대기질은 다시 과거로 회귀 중에 있다.

## 2) 유가보조금 제도

유가보조금은 2001년에 실시된 에너지 세제 개편에 따라 도입되었는데 제1차 에너지 세제 개편(2001.7)은 수송용 에너지의 적정소비 유도와 대기오염 개선에 목적이 있었다. 그 당시 휘발유에 비해 경유와 LPG의 유류세가 상대적으로 낮게 유지되어 유종 간 에너지 수급의 격차가 크게 발생함에 따라 경유·LPG에 부과되는 교통세 등을 단계적으로 인상하기로 결정하였다. 이러한 과정에서 예상되는 조세저항을 최소화하기 위하여 운수업계 및 장애인에 대한 지원책으로 유류세 인상분의 일부를 보조금으로 지원하기로 결정하였다.<sup>16)</sup>

<sup>15)</sup> 미세먼지 관리 특별대책(2016. 6. 3)에 따르면 CNG 버스나 경유 버스를 CNG 버스로 교체하는 경우에 있어 교체비용을 지원 확대하기로 한 바 있음. 환경부는 CNG 자동차 보급사업 보조금 업무처리지침(2016.6.30) 개정을 통해 특광역시의 마을버스, 전세버스, 통학·통근버스의 CNG 버스 도입 시 대당 1,200만 원의 구입 보조금을 지급하기로 하였으나, 준공영제가 시행되고 있는 특·광역시 시내버스에 대하여 CNG 버스 도입 시 구입 보조금 지급을 제한하고 있음.

‘여객자동차 유가보조금 지급지침’ 제8조(유가보조금 지급 대상) 1항에 따르면 ‘유가보조금은 여객자동차 운수사업법에 따라 여객자동차운송사업 면허를 받거나 등록된 노선버스 및 택시에 사용되는 경유 및 액화석유가스(LPG) 연료 사용분에 대하여 지급한다’라고 정의하고 있다.

한편 2001년 6월 에너지 세제 개편으로 중앙정부는 영업용 경유자동차와 LPG 택시 사업자의 세금부담 완화를 위해 유가보조금을 지급하고 있다. 2015년 9월부터는 택시산업 발전 종합대책의 일환으로 LPG 택시를 EURO6 경유 택시로 전환 시 화물자동차와 동일한 380원/ℓ의 경유 유가보조금을 지급하도록 개정하였다. 이에 일반 경유 버스가 380.09원/ℓ, 고속버스와 택시는 345.54원/ℓ, 택시(LPG)는 197.797원/ℓ이다. 반면에 CNG는 2015년부터 경유 대비 CNG의 최소연료가격차 보조규정이 폐지되었을 뿐 아니라, 오히려 연료가격에 미수금정산단가(88원/m<sup>3</sup>)가 가산됨으로써 경유, 다른 연료와의 가격경쟁에서 불리한 여건이다.

이와 같이 경유 유가보조금의 지급이 오히려 경유차 보급을 장려하는 정책으로 추진되고 있어, CNG 시내버스에서 경유 버스로 대체하는 사례 증가의 원인으로 작용하여 유의사항으로 판단된다.

### 3\_수도권 3개 시·도의 시내버스 저공해 전환 계획

#### 1) 서울시 ‘대기질 개선 특별대책’(2016.7.23)

서울시는 2018년까지 서울의 연평균 미세먼지 농도를 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2015년 기준 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )까지 낮추는 가시적인 성과를 만든다는 목표로 실효성과 현장성에 초점을 맞춘 서울시 대기질 개선 특별대책을 발표하였다. 서울 지역 미세먼지 3대 발생원인 자동차(35%), 건설기계(17%), 비산먼지(12%)에 대한 강도 높은 대책으로 미세먼지를 획기적으로 줄이고, 이 중 배출 영향이 가장 큰 교통 부문은 강력한 교통수요 관리를 통해 발생 원인을 원천

16) 정종필, 2014, 주행세 개선 방안에 관한 연구, 한국지방세연구원

차단하는 투트랙(two-track) 전략이 핵심이다.<sup>17)</sup>

경유 버스 관련 주요대책을 살펴보면, 서울에 진입하는 경기, 인천 버스(5,027대) 중 약 35%(1,756대)가 경유 버스로 운행 중인 만큼, 서울시는 환경부 협조를 통해 저공해화를 촉구할 계획이다. 잔여 차량이 2년 미만인 경유 버스(961대)는 조기폐차를 유도하고, 2년 이상(574대)은 미세먼지와 이산화질소 동시 저감장치 부착을 유도한다.

그리고 서울시는 실행력 담보를 위해 2017년 8월부터 저공해 버스를 운행하지 않는 업체와 노선 협의 시에 모두 '부동의' 처리하고, 점검반을 확대, 수시점검을 실시할 계획이다.

또한 현재 서울시 등록 전세버스(3,672대) 중 경유 버스가 97%(3,579대)에 이를 정도로 관리가 절실하지만 그동안 저공해 실적은 매우 저조했다. 서울시는 3,579대 중 10년 이상 된(2007년 이전 등록) 노후버스 659대에 대해 정부의 협조를 얻어 CNG 버스 구입 보조금을 2배로 상향하여 교체를 유도하는 방안을 추진하고 있다. 그리고 시내 CNG 충전소 충전용량을 2018년까지 1,000대분을 추가 확보해 조기폐차와 CNG 버스화를 적극 유도한다. 아울러 지원 대상에서 제외돼 있는 2008년~2014년 등록차량(2,332대)도 미세먼지와 이산화질소를 동시 저감할 수 있는 저공해화 지원을 받을 수 있도록 정부에 법 개정을 건의한 상태다.

이 외에도 서울시는 「서울특별시 대기환경개선 촉진 및 지원 등에 관한 조례」에 따라 CNG 자동차를 구입하는 자에 대하여 예산의 범위 내에서 그 소요자금을 보조 및 용자하고 있다. 재정지원대상은 「대기환경보전법」 제58조 제2항 제1호에 의거하여 ① CNG 버스를 구입하는 시내버스 및 마을버스 운송사업자, ② CNG 청소차를 구입하는 서울특별시 자치구·청소대행기관 또는 사업자, ③ 그 밖에 환경부장관이 정하는 저공해 자동차 중 CNG 자동차를 구입하는 자로 규정하고 있다.

서울특별시 대기환경개선 촉진 및 지원 등에 관한 조례와 CNG자동차 보급사업 보조금 업무처리지침에 의거한 CNG 자동차 구입비 보조, 공차운행 연료비의 보조 이외에 서울시는 버스기사가 근무시간이 아닐 때 CNG 충전소를 이용하는 경우 시비 100%로 충전 격려

17) 서울시 보도자료, 2016. 7. 28, 서울시, 노후경유차 등 발생원 집중차단 '대기질 특별대책'

금을 지급하고 있다. 지급대상은 시내버스의 경우 근무시간(3교대) 외 CNG 충전소 이용 자이고 마을버스는 23시에서 6시 30분 사이에 CNG 충전소를 이용하는 운전자에 한한다. 충전격려금은 공차운행 거리와 평균 소요시간을 산정해 지급 기준이 정해진다. 이때 대기 시간과 충전시간은 제외된다.

## 2) 인천시 '2020 미세먼지 저감 종합대책'(2016.6.24)

인천시는 시민 건강 및 체감환경 위협 요인인 미세먼지 저감 시책을 효과적으로 추진하고, 맑고 깨끗한 대기질 조성을 통해 누구나 살고 싶은 친환경 녹색도시 실현을 목표로 '2020 미세먼지 저감 종합대책'을 발표하였다.

경유 버스 CNG 전환은 2017~2020년 동안 2007년 이전 차량 78대의 조기폐차를 유도하고, CNG 버스로의 전환을 목표로 조기폐차는 대당 7백만 원, CNG 버스 전환은 대당 19백만 원씩 지원할 계획이다.

[표 4-5] 인천시 경유 버스의 CNG 전환 예산

(단위 : 백만 원)

구분	계	2016	20117	2018~2020	비고
경유 버스의 CNG 전환	7,975		546	7,429	391대(국비 50%)

자료 : 인천광역시, 2016, 2020 미세먼지 저감 종합대책(안)

## 3) 경기도 '알프스 프로젝트'(2016.9.21)

경기도는 깨끗한 대기환경 조성을 위해 미세먼지 저감 종합대책인 '알프스 프로젝트'를 통해 2015년 기준 4,400톤(PM10 기준)인 경기도 미세먼지 배출량을 2020년 1,500톤으로 삭감목표를 수립하였다. 알프스 수준으로 미세먼지를 개선하기 위해 수도권에서 발생하는 각종 미세먼지 발생원을 줄이는 데 초점을 맞추고 4년간 총 1조 6,800억 원을 투자할 계획이다.

5개 전략 가운데 시내버스 저공해화와 관련된 주요 대책을 살펴보면, 2020년까지 경유

시내버스 2,910대를 저공해 버스로 100% 교체할 계획이다. 특히 교체 추가되는 버스의 대부분은 CNG 버스로 중점 보급할 계획으로 조기보급을 위해 2018년부터 도비(7.5%)를 추가 지원할 예정이다.

**[표 4-6] 경기도 알프스 프로젝트 친환경 교통기반 확대 소요예산**

(단위 : 백만 원)

구분	총계	2017년	2018년	2019년	2020년
친환경 교통기반 확대(12개 사업)	1,526,150	147,340	230,990	414,400	733,420
CNG 자동차 보급	104,130	18,330	14,330	14,300	57,200
경유 시내버스 저공해 버스 전환	-	-	-		

자료 : 경기도, 2016. 9, 경기도 알프스 프로젝트

#### 4\_ 시내버스 저공해 관련 언론보도 동향

중앙정부, 수도권 3개 시도 자치단체의 CNG 시내버스 보급 확대 정책에도 불구하고, CNG 시내버스 저공해화 전환 관련 언론기사들을 살펴보면 구입단계의 재정지원 중단, 운행단계의 적자, CNG 충전소 등 인프라 부족 등의 구조적인 문제에 직면하고 있는 것을 알 수 있다.

##### 서울시, 노후 경유차 운행 집중 관리... 한양도성 안 녹색교통진흥지역 지정 추진

...(중략) 현재 서울에 진입하는 경기·인천 버스(5,027대) 중 약 35%(1,756대)가 경유 버스로 운행 중이다. 시는 환경부와 협력해 경기·인천의 경유 버스 중 잔여 치령이 2년 미만인 경유 버스(961대)는 조기폐차를 유도하고, 2년 이상(574대)은 미세먼지와 이산화질소 동시 저감장치 부착을 유도한다.

자료 : 경향신문, 2016.7.27.

**인천시 경유 버스 교체사업 여전히 '더디다'**

올해 책정한 예산으로 고작 20대만 바꿀 수 있어  
배출 저감장치 지원도 부진

...(중략) 경유 버스 배출 저감장치 지원사업도 지지부진하다. 시는 2005년 이전 제작된 경유 버스가 없다 보니 저공해사업 추진 대상이 아니라며 시내 경유 버스 저감장치 부착을 시행하지 않고 있다. 더구나 시는 준공영제에 포함되지 않은 광역버스에 대해서는 저감장치 부착을 권고하는 데 그치고 있어 큰 효과를 거두지 못하고 있다.

...(중략)

이 같은 원인은 지난 2014년부터 CNG 버스 지원금이 끊긴 점이 크다. 정부와 시는 2001년부터 경유 버스를 CNG 버스로 전환할 경우 국·시비를 합쳐 2천만 원가량을 지원해줬지만 2014년부터는 수도권 지역 보조금 지원을 중단한 탓에 그동안 경유 버스 전환이 제대로 이뤄지지 않았다.

자료 : 경기일보, 2016.6.16

**'CNG 차량', 기로에 서나**

가경경쟁력 밀리며 '빨간불'

...(중략) 경유 자동차는 70만 대가 증차됐다. 협회가 지난해 62개 시내버스 회사를 대상으로 설문조사한 결과 현재 운행되는 시내버스 대·폐차 시 60%가 CNG 버스에서 경유 버스로 전환할 수밖에 없다고 대답했다.

...(중략) 다만 CNG 차량 보급의 부진으로 인해 관련 충전소 역시 그 수가 정체 상태다. 이에 충전소 설치 지원금 역시 점차 줄고 있다. 정부가 CNG 충전소 보급 확대를 위해 실시 중인 용자지원이 매년 감소 추세다. 2014년 120억 원, 2015년 84억 원으로 최근 2년간 매년 40억 원 남짓 지원액이 줄었다. 동기간 지원 업체 수 역시 2014년 13업체, 2015년 7업체 등으로 그 수가 절반이나 줄었다.

자료 : 투데이에너지, 2016.6.16

**경유 버스, CNG 버스 교체 난항**

업체, 운영비 부담 크고 충전소마저 부족... 도입 외면

경기도가 미세먼지 대책의 일환으로 도내 경유 버스를 CNG 버스로 교체하는 방안을 추진하고 있지만 버스업체들이 운영비 부담 등을 이유로 CNG 버스 구입을 기피하는데다 CNG 충전소마저 부족해 어려움을 겪고 있다.

...(중략) 그러나 버스업체가 구입비는 물론 CNG 버스의 유지비가 경유 버스보다 1.6배 많이 들어 운영비 부담이 가중된다는 이유로 경유 버스의 CNG 버스 교체 요구를 꺼리고 있는 실정이다. CNG 충전소가 부족한 것도 경유 버스의 CNG 버스 전환 추진을 어렵게 하는 요인으로 작용하고 있다. 노선 신설(증차) 버스의 경우 CNG 버스만 인가하는가 하면 CNG 버스 도입·대체 시 인센티브 반영, CNG 버스 운영비 국비보조 등을 정부에 건의할 계획이다.

자료 : 인천일보, 2016.7.25

**운행 인프라 턱없이 부족, 선뜻 바꿀 수도 없는 '경유 버스'**

서울시, 미세먼지 저감 차량 진입 제한... 도, CNG 버스 교체 등 검토

서울시가 미세먼지 저감 대책의 일환으로 경기·인천에서 출발하는 경유(디젤) 버스 1천700여 대를 CNG(압축 CNG) 버스로 교체토록 하는 방안을 검토 중인 가운데 버스 교체비용 외에도 인프라 구축비용이 상당할 것으로 보여 경기도가 대책 마련에 난항을 겪고 있다.

...(중략) 운송업체의 CNG 버스 구입 기피 현상도 해결해야 할 숙제다. 정부는 대기환경 개선을 위해 시·군 예산과 매칭해 매년 500억 원가량을 지출하고 있다. 대당 1천200만 원이다. 그러나 운송업체는 유가 상승에 따른 운송비용 증가와 CNG 충전소 부족으로 기피하고 있는 게 현실이다. 도 관계자는 “향후 서울시 등 관계 기관과 협의해 봐야겠지만 도가 자체 비용을 들어서 버스 교체비용과 충전소 설치비용을 처리하는 것은 무리”라며 “다만, CNG 등 친환경 차량 도입 독려를 위해 운송업체 ‘경영 및 서비스 평가’에 인센티브를 반영할 계획”이라고 말했다.

자료 : 기호일보, 2016.5.31

**CNG 버스 보급 호기..실효적 지원이 관건**

제도 법령 개정 및 보조금 집행 등 후속조치 이뤄져야  
전기·수소차에 정책 집중, 환경부 CNG차 예산은 10%↓

...(중략) 이에 따라 대중교통의 경우 경유 버스를 대체할 현실적 대안으로 CNG(압축 CNG) 버스가 부각되고 있다. 지자체들도 경유 버스 운행제한과 함께 CNG 버스 보급확대를 위한 지원방안을 앞 다퉈 발표했다. 그러나 제도 및 법령 개정과 함께 보조금 집행 등의 후속조치가 제대로 이뤄지지 않으면 발표용 대책으로만 끝날 수 있다는 우려가 나온다.

...(중략) 실효적 지원책의 실질적인 집행이 이뤄져야 하는데 내년 정부 예산안을 보면 녹록치 않다. 대기질 개선의 초점이 전기차와 수소차에 맞춰져 있는데다, 주무부서인 환경부 예산안은 CNG 차량 보급예산이 오히려 전년 대비 10% 줄었기 때문이다.

그나마 올해 상반기까지 CNG 버스보다 경유 버스를 선호해온 운수업체들이 지난 6월 정부의 미세먼지 관리 특별대책 이후 CNG 버스 구매에 전향적인 태도를 보이는 것으로 알려졌다. 미세먼지 특별대책에 기대를 가지며, 버스 구매를 미루고 있는 실정이다.

자료 : 경기일보, 2016.6.16

## 5\_수도권 시내버스의 저공해화 유도/극복 요인

언론보도 동향 파악과 함께 운수업체 담당자·정책결정자·전문가 등 이해관계자 인터뷰를 통해 수도권 시내버스의 저공해화 전환의 한계요인 등을 정리하였다.

우선 저공해 자동차 교체 관련 지원금과 관련하여 미세먼지 관리 특별대책에 따라 CNG

자동차 보급사업 보조금 업무처리지침 개정을 통해 CNG 버스, 경유 버스를 CNG 버스 교체 시 지원비용을 대당 1,200만 원으로 확대하였으며, 특광역시의 마을버스, 전세버스, 통학·통근 버스의 CNG 버스 도입 시에도 구입 보조금을 지급하기로 하였다. 다만, 준공영제가 시행되고 있는 특·광역시 시내버스에 대하여 CNG 버스 도입 시 구입보조금 지급을 제한하고 있어, 재정여건이 좋지 않은 자치단체의 경우 CNG 버스 도입이 한계에 직면할 수밖에 없다. 그리고 CNG 시내버스의 연료비가 경유 버스보다 상대적으로 높을 뿐만 아니라 경유 버스에만 보조금(유가보조금)이 지급되고 있어 CNG 버스의 운행단계에서 경제성을 확보하기가 어려운 실정이다.

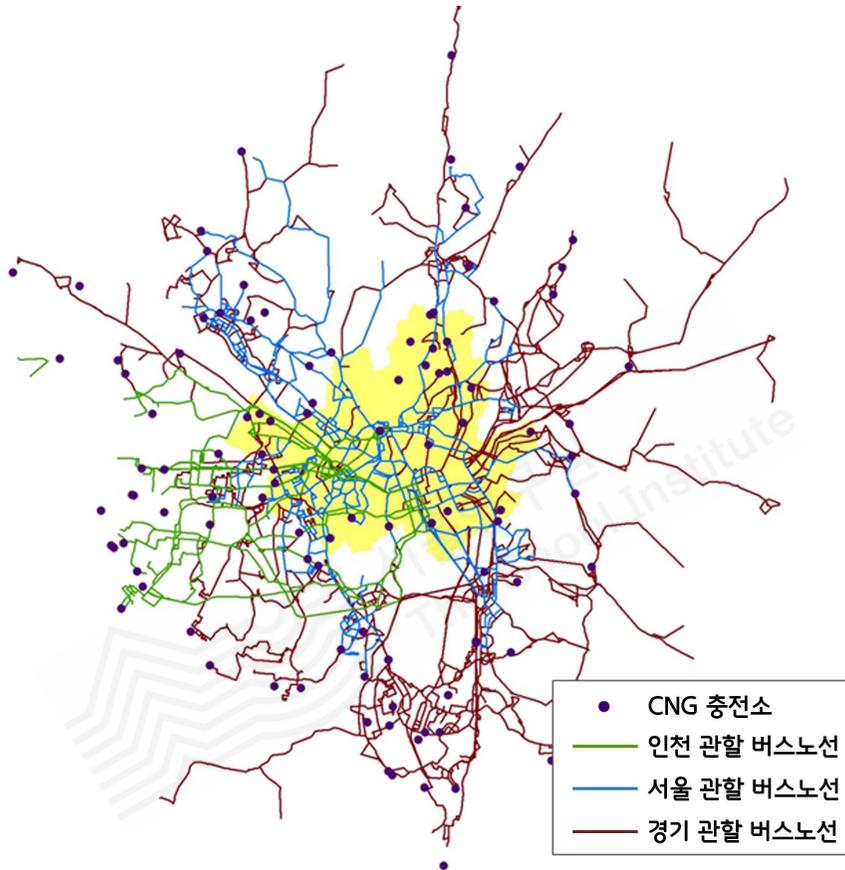
두 번째로 신규 노선에 대한 사업자를 선정할 때 분야별 평가 항목 및 배점을 살펴보면, 광역 급행버스(M버스)의 경우 ① 사업수행능력 평가기준(40점), ② 서비스 개선능력 평가기준(10점), ③ 버스운영의 안전성 평가기준(40점), ④ 경영관리의 적정성 평가기준(10점)으로 구분되어 있다. ③ 버스운영의 안전성 평가기준(40점)은 차량 확보방안(20점), 차고지 확보방안(10점), 노선운행 계획(10점)으로 세분화되고, CNG 버스 보급률은 차량 확보방안의 세세분류로서 6점의 점수로 배분되어 있다. 즉 CNG 버스 보급률 평가기준은 6점으로 시내버스의 저공해화 유인 동기로서는 다소 미흡한 것으로 평가되고 있다.

**[표 4-7] 광역 급행버스(M버스) 운영의 안전성 평가기준(40점)**

평가기준	세부 평가기준	평가방법	평가방식
3.1 차량 확보방안 (20)	3.1.1 차량 확보방안(7)	· 차량 확보현황과 차량 확보계획의 요구수준 충족 여부 및 실현타당성 평가	절대 평가
	3.1.2 도입계획 버스의 평균차령(7)	· 버스차령의 합 / 총도입 계획대수	절대 평가
	3.1.3 CNG 버스 보급률(6)	· CNG 도입대수 / 총도입 계획대수	절대 평가

셋째, 현재 전국적으로 CNG 충전소는 190여 개가 갖춰져 있는데, 주로 준공영제가 시행되면서 CNG 버스 보급에 적극적인 광역자치단체에 집중되어 있다. 고속도로 주변에는 단 한 군데도 없는 실정이다. 그리고 광역버스 노선 또는 인근 관할지역에 이용 차량 대수가 적어 수익창출이 어려워짐에 따라 CNG 충전소가 없다. 이에 CNG 버스로 전환하는

데 한계가 있다. 서울시에서 조사한 경기도 광역 시내버스 1,677대 경유 버스 가운데 차고지 및 노선 경로에 CNG 충전이 불가능하여 교체가 불가능한 경유 버스는 약 710대로 42.3% 정도가 CNG 시내버스로 유도하는 데 어려움이 있는 것으로 나타난 바 있다.



[그림 4-2] 행정 경계 유출입 시내버스 노선과 CNG 충전소 현황

넷째, 행정 경계 유출입 시내버스의 저공해화 협의 기능을 담당할 협력체계의 구축이 미흡하다. 대중교통 중심의 수도권 광역교통체계 확립, 수도권 자치단체 간 교통정책의 협의 지연에 따른 비효율 제거, 수도권 교통시설의 확충, 수도권 간선급행버스(BRT)사업 추진을 목적으로 설립된 수도권 교통본부는 대기질과 관련된 행정구역 유출입 시내버스의 저공해화에 대한 협의 기능은 담당하지 않고 있다. CNG 자동차 보급 관련 업무부서는 서울시는 대기관리과 운행관리팀, 경기도는 기후대기과, 버스정책과, 인천시는 에너지정책

과이다. CNG 버스 보급을 서울시와 경기도는 환경 측면에서, 인천은 정무경제부시장하의 경제산업국에서 담당하고 있어 환경보다는 경제 측면에서 정책을 추진하고 있는 것으로 판단된다.

다섯째, 경유 버스에 부과하는 환경개선부담금을 살펴보면, 제작차 배출허용기준으로 EURO5 이상의 기준을 충족하여 출고된 차량에 대하여는 환경개선부담금을 전액 감면하고 있다. EURO6 기준을 적용하여 2015년 이후 출고된 차량에 비해 EURO5 기준 적용 출고차량의 경우, PM2.5 생성 전구물질인 NOx 배출억제를 위한 SCR 장치가 부착되어 있지 않다. 현행 환경개선부담금 면제와 운행 경유차 정밀검사 방법은 미세먼지 저감에는 기여할 수 있으나 오히려 질소산화물을 증가시켜 NOx 농도를 증가시키는 결과를 초래하는 요인이 될 수 있다.

마지막으로 수도권 대기관리권역 내 2005년 이전 차량 중 중량 2.5톤 이상 노후 경유차에 대해 저공해조치 미이행 차량 운행제한을 실시하고 있다. 다만 서민 생계형 소형 경유차는 대상에서 제외되며, 행정 경계 유출입 시내버스 역시 대상에서 제외되고 있다.

이와 같은 행정 경계 유출입 시내버스의 저공해화 한계 요인들의 면밀한 분석을 통하여, 법제도, 시행, 운영 등의 다양한 측면에서 저공해화를 촉진할 수 있는 협력방안을 도출할 수 있을 것이다.

# 05

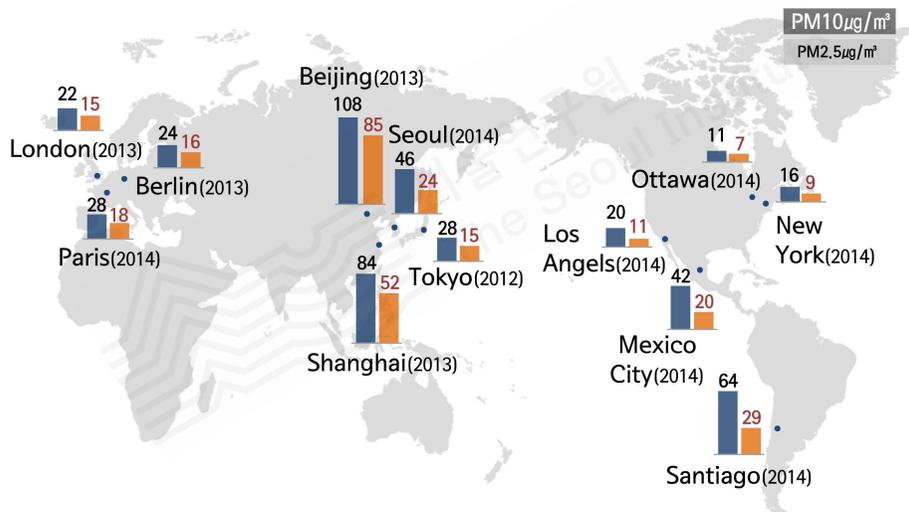
---

## 해외사례 분석

- 1\_주요 도시별 저공해화 유도 사례
- 2\_시사점

## 05 | 해외사례 분석

세계보건기구(WHO)가 최근 업데이트한 대기오염 데이터베이스 자료에 의하면, 서울은 연평균 미세먼지 농도는  $46\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 초미세먼지 농도는  $24\mu\text{g}/\text{m}^3$  수준으로 국내에서 미세먼지가 가장 높은 경기도( $\text{PM}_{10}$   $54\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $\text{PM}_{2.5}$   $26\mu\text{g}/\text{m}^3$ )보다는 낮으나 다른 세계 대도시와 비교하여 높은 수준이다. OECD 34개 회원국 수도 가운데 서울보다 미세먼지가 높은 곳은 칠레 산티아고( $\text{PM}_{10}$   $64\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $\text{PM}_{2.5}$   $29\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 터키 앙카라( $\text{PM}_{10}$   $7\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $\text{PM}_{2.5}$   $47\mu\text{g}/\text{m}^3$ )뿐이며, 미세먼지 수준이 가장 낮은 곳은 캐나다 오타와( $\text{PM}_{10}$   $11\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $\text{PM}_{2.5}$   $7\mu\text{g}/\text{m}^3$ )로 나타났다.



자료 : WHO, 2016. 4, AAP database

[그림 5-1] 세계 대도시의 미세먼지 농도 비교

최근 대기환경 관리 추세는 평균오염도 개선과 함께 한계오염도 대응에도 관심을 집중하고 있다. 이미 세계 대도시는 대기오염물질 배출량 저감 및 오염원 관리를 넘어 위해성 관리를 지향하고 있으며, 자동차 배출원을 대상으로 '선택과 집중'의 특화관리 대책을 마련하고 있다. 운행 자동차의 교통수요 관리와 연계하여 배출저감장치 미부착 자동차의 운행을 제한하거나 대기오염이 심각한 지역에 저공해 버스를 집중적으로 투입하는 등 시내

버스의 PM/NOx 배출부담을 경감하기 위해 다양한 정책을 실시하고 있다.

이하에서는 향후 수도권 대기 공유자산 보전을 위해 수도권 시내버스의 저공해화 촉진을 위한 전략 수립 및 추진에의 원용 가능성을 모색하기 위해 민간부문의 역할분담, 인근 자치단체의 공동대처, 재정 지원 등의 전략 등을 살펴보고자 한다.

## 1\_주요 도시별 저공해화 유도 사례

### 1) 도쿄도

#### (1) 민간부문의 역할 분담

도쿄도는 2002년 12월 「도민의 건강과 안전을 확보하는 환경에 관한 조례(환경확보조례)」를 제정하여 다양한 경유자동차 대책을 실시하고 있다. 저공해저연비 구입 의무제도(제35조)와 자동차 환경계획서 제출(제28~36조)을 규정하여, 도내 자동차의 저공해화 전환 촉진을 위해 민간부문의 역할을 강화하고 있다.

저공해저연비 구입 의무제도(제35조)는 200대 이상 자동차를 사용하는 사업자를 대상으로 2021년 3월 31일까지 저공해저연비 자동차를 15% 이상 도입을 달성하도록 규정하고 있는 한편 배출가스 성능 기준과 연비성능 기준, 두 개의 저공해저연비차 기준을 마련하고 있으며 배출가스 성능 기준의 항목은 질소산화물, PM, 탄화수소가 해당된다.

그리고 제36조~38조에는 30대 이상 자동차를 사용하는 사업자를 대상으로 자동차 환경계획서 제출을 의무화하고 있다. 도쿄도 자동차 환경관리 지침에 의하면 자동차의 환경부하 저감에 관한 기본방침을 설정하고 추진체계를 정비하고 자동차 운행에 따라 발생하는 CO<sub>2</sub>, 배출가스(PM, NOx) 삭감목표를 설정하도록 하고 있다. 이후 저공해저연비차 구입, 에코드라이브 등의 자주적 대처를 통한 삭감 실적을 환경관리 계획서에 포함하여 제출해야 한다. 조례 위반 시에는 사업자에 대하여 권고 조치하며, 권고를 따르지 않을 경우에는 사업자의 이름을 공표하고 있다.

(2) 인근 자치단체의 공동대처

도쿄도는 대기환경 개선을 위해 사이타마현, 차바현, 가나가와현, 요코마하마시, 가와사키시, 차바시, 사이타마시, 사가미하라시 등 “9개 도현시 푸른하늘 네트워크”를 구축하여 저공해차 지정, 에코드라이브(eco-drive), 경유차 규제, PM감소장치 지정, 유입차 대책 등 인근 자치단체와 공동으로 대처하고 있다.

**埼玉・千葉・東京・神奈川でディーゼル車規制実施中**

**条例の主な内容**

粒子状物質(PM)の基準を満たさないディーゼル車は  
平成15年10月1日から  
**1都3県の地域で  
運行が禁止されています。**

1都3県の条例	
対象地域	各都県の全域 ※東京都は島しょ地域を除く全域
対象車種	軽油を燃料とするトラック、バス 及びこれらをベースに改造した 特種用途自動車
猶予期間	初度登録から7年間
罰則等	50万円以下の罰金

**条例のPM排出基準を  
満たさないディーゼル車**

自動車検査証の「型式欄」に  
(乗用車を除く)  
次の記号がある車両



この記号

**平成15年10月1日施行の基準**  
(1都3県の各条例とも同じ基準)  
K-, N-, P-, S-, U-, W-  
記号がない昭和54年ごろまでに製造された車両  
KA-, KB-, KC-

**平成18年4月1日から施行されている  
二段階目の基準**  
(埼玉県・東京都の2条例でのみ規定)  
KE-, KF-, KG-, KJ-, KK-, KL-,  
HA-, HB-, HC-, HE-, HF-, HM-  
上記の型式であっても、  
規制に適合している車両もあります。

**規制への対応**

**より低公害な車への買い替え**  
天然ガス車、LPG車、ハイブリッド車、  
ガソリン車、最新規制のディーゼル車等

**PM減少装置の装着**  
九都県市では、条例のPM排出基準に適合させる  
ために必要なPM減少装置を共同して指定して  
います。

PM減少装置の装着証明書は、運行の際は  
必ず携帯してください。

九都県市指定PM減少装置ステッカー



※各都府県の条例等に  
表示します。

東京都・埼玉県二段階規制対応

Save The Blue Sky  
きれいな空をください。

九都県市あおぞらネットワーク <http://www.9taiki.jp>

九都県市首脳会議  
埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、東京都、横浜市、川崎市、千葉市、さいたま市、相模原市

[디젤차 공동 규제대책]

H21  
九都県市指定低公害車

**超**

低公害 / 低燃費

H21  
九都県市指定低公害車

**優**

低公害 / 低燃費

H21  
九都県市指定低公害車

**準超**

低公害 / 低燃費

H21  
九都県市指定低公害車

**準優**

低公害 / 低燃費

H17超低公害車

八都県市あおぞらネットワーク

H17優低公害車

八都県市あおぞらネットワーク

H17良低公害車

八都県市あおぞらネットワーク

[9개 도현시 저공해차 스티커]

### (3) 기타

도민버스 사업자(일반여객자동차 운송사업자, 전세여객 자동차 운송사업자, 자동차 임대 사업자에 대한 저공해저연비차 구입 보조금 제도를 국가 부담분을 제외한 금액의 1/2 (한도 250만 엔/대) 정도를 지원하고 있다.

그리고 도쿄도는 경유 버스 이외에도 2013년부터 화물운송 평가제도를 도입하여 도내 화물운송 사업자를 대상으로 실주행 연비를 평가하고 있다. 도쿄도 그린구입 지침에서 자동차 운반 및 운송 부문에서 도쿄도 화물운송 평가제도 요강에 정하는 평가서를 교부받는 사업자로 명시하고 있어 화물차 등의 저공해화 유도를 촉진하고 있다.



[도쿄도 화물운송 평가 스티커]

### 2) 뉴욕

1990년 후반~2000년 초기 기간 뉴욕시는 시민들이 버스에서 배출되는 대기오염 물질에 의한 건강영향을 우려하고 있음을 고려하여 종래의 경유 사용 버스를 CNG 버스로의 교체를 검토하게 되었다. 이에 뉴욕시 정부는 대중교통 전담조직인 뉴욕시 MTA로 하여금 CNG 버스를 구입·운행하도록 하는 이행 조치를 제안하여 초기에 75백만 달러

를 투입하여 200~250대의 CNG 버스를 구입하고, MTA DEPOT에서 유지관리하도록 하였다.



[뉴욕시 하이브리드 전기 버스]

그러나 CNG 버스는 경유 버스와 비교하여 구입 가격이 비싸 재정적 어려움을 겪고 있는 뉴욕시 MTA는 CNG 버스 구입·운영의 한계에 직면하고 있다. 국내에서는 CNG 버스와 경유 버스의 가격 차이를 국가 및 지방자치단체에서 버스 사업자에게 재정 지원하여, CNG 버스 보급의 어려움을 초기에 차단한 바 있으나, 뉴욕시 MTA는 CNG 버스 구입에 대한 재정지원이 없는 구조로 운영함에 따라 한계를 겪고 있어 향후 최대 이슈(Biggest Issue)는 정책적 논란요인으로 재정지원(Funding)이 될 것으로 예상된다.

NYCT/MTA Bus Hybrid Bus Program에서 (경유) 하이브리드 전기 버스의 도입 목적은 CNG 버스 보급·운영을 위한 기반시설 설치 비용의 부담을 완화하고, 버스 운영의 연료비용(Operating Cost Economics) 효율화를 도모하는 데 있다. 이에 CNG 버스의 추가 구입·운영보다는 연료 효율성(Fuel Economy) 및 배출저감 효과가 상대적으로 낮은 경유 하이브리드 전기 버스 운영에 관심을 두고 프로그램을 시행한 결과, 뉴욕시와 뉴욕시 MTA는 맨해튼, 브루클린 등 교통량이 밀집한 혼잡지역을 대상으로 하이브리드 버스의 운영을 더욱 확대하고, 새롭게 개발된 표준형 경유 버스는 혼잡지역보다는 교통량이 적은 지역을 대상으로 구입·운영될 예정이다. 즉 뉴욕시는 경유 버스, 하이브리드 버스 및 CNG 버스를 조합하여 시내버스를 운영하고 있다.

### 3) 런던<sup>18)</sup>

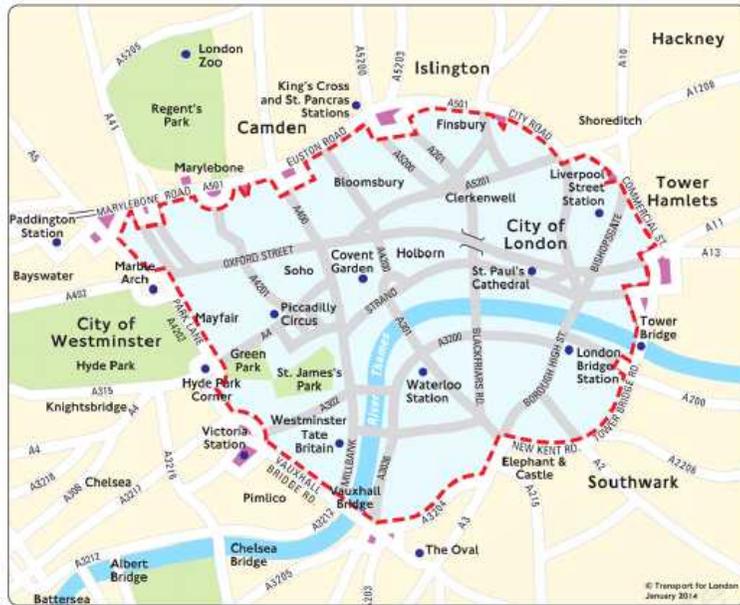
영국 런던시는 대기환경을 개선하기 위해 2017년부터 '저공해 버스 전용 지역(Low Emission Bus Zones)'을 설정하여 하이브리드 또는 Euro6 배기가스 기준을 충족시키는 버스만을 운행하겠다고 2016년 8월 발표했다.

최근 발표된 조사에 의하면 매년 1만 명에 달하는 런던시민이 대기오염과 관련된 질병으로 사망하는 것으로 보고되고 있으며, 런던시 대기오염을 획기적으로 줄이겠다는 런던시장의 선거 공약 중 하나로서 시행되게 되었다.

런던시는 대기오염이 심각한 지역에 저공해 버스를 집중적으로 투입할 예정으로 2017년 2월 첫 번째 저공해 버스 전용 노선을 퍼트니 하이 스트리트(Putney High Street)에서 운행하고, 10월에는 브릭스톤(Brixton)과 스트리섬(Streatham) 노선에서 운행할 계획이다. 이를 통해 해당 노선의 버스에서 배출되는 질소산화물(NOx) 양의 84% 감소를 기대하고 있다.

이와 함께 저공해 버스 전용지역을 도입하고 런던 도심부의 초저공해 지역(Ultra Low Emission Zone)에서 운행 중인 3,100대의 버스를 2019년까지 저공해 버스로 대체할 계획이다. 초저공해지역 버스 개선 프로그램을 도시부 외곽을 운행하는 3천 대의 버스로 확대 적용하고 2018년 이후에는 하이브리드 또는 무공해 버스만을 구매할 예정이다.

18) 서울연구원, 2016, "영국 저공해 버스 전용지역 설정", 세계도시동향, 390호



[그림 5-2] 초저공해지역(Ultra Low Emission Zone)의 경계

#### 4) 파리

파리시의 공해방지계획(안)은 2015년부터 차량통제지역을 정하고 미세먼지 배출량이 많은 디젤 차량의 주중 통행을 점진적으로 강화해 2020년에는 전면 금지할 계획이다. 경유 화물차를 친환경차로 점차 대체하기로 화물운송업체와 협정을 맺고 파리시에서 금융 지원한다.

[표 5-1] 파리시 차량별 통행 금지 계획

2015년 7월 1일부터 8시~20시	2001년 10월 1일 이전에 등록된 화물차 및 버스(1등급)
2016년 7월부터 월~금	1997년 이전 등록된 승용차(Euro1) (파리시 통행차량의 10%) 및 2000년 5월 31일 이전 등록된 오토바이(1등급)
2017년 규제 대상 승용차	2006년 이전에 등록된 디젤차(Euro2 및 3)
2018년 규제 대상 승용차	2011년 이전에 등록된 디젤차(Euro4) 및 2006년 이전에 등록된 가솔린차(Euro2 및 3)
2020년 규제 대상 승용차	2011년 이전에 등록된 가솔린차(Euro4) 및 2015년 9월 이전에 등록된 디젤차(Euro5)

파리공중교통공사(RATP)가 결정한 파리 시내 공중버스 디젤차의 전기 또는 메탄가스 버스 대체 일정을 2025년에서 2020년으로 단축할 계획으로, 일드프랑스(Ile de France) 수도권 지방의 공중교통공사(STIF)도 경유 버스를 친환경 버스로 대체하기로 결정하였다.

## 5) 기타

독일은 배출가스가 심한 지역에 한해 유로6 이전에 판매된 경유 차량 진입 금지 법령을 2016년에 도입할 계획이다. 독일에서 연간 판매되는 차량은 300만여 대, 이 중 절반은 경유 자동차로 독일자동차산업협회는 새로 등록하는 경유 자동차 중 대다수가 유로6 기준을 충족하지 못하고 있다고 밝혔다.

미국의 배기가스 ‘Tier2-Bin5’ 규제는 질소산화물 배출허용치가 1km 주행 시 0.04g으로 유로6보다 두 배 더 강화된 기준이다. 미국 환경보호청(EPA)도 공해물질을 줄이기 위해 2008년부터 디젤 배출가스 저감법을 시행, 앞으로도 낡은 디젤엔진을 장착한 차량을 꾸준히 교체할 계획이다. 2008년 이전에 생산된 1,030만 개의 노후 디젤엔진을 대기오염물질 배출량이 적은 디젤엔진으로 변경하도록 지원한다.

한편 인도 뉴델리의 극심한 대기오염을 해소하기 위한 일련의 규제 조치의 일환으로 뉴델리를 관할하는 델리주 정부는 앞서 10년 이상 된 화물차의 뉴델리 시내 운행을 금지한 바 있다. 이와 함께 뉴델리를 포함해 수도권(델리 NCR) 지역의 경유 택시 운행을 전면금지하고 모두 압축 CNG 택시로 바꾸도록 했으며, 2015년 12월부터 2,000cc 이상 경유 승용차는 새 차라도 수도권 신규 등록이 잠정적으로 금지됐다.

## 2\_ 시사점

선진도시에서 현재 추진 중인 지동차 특히 시내버스의 저공해화 유도 사례의 수집 및 비교 분석, 그리고 제반 시사점 도출 등을 수행하는 이유는 향후 서울시를 포함한 수도권의 행정 경계 유출입 시내버스의 배출특성을 고려한 유도정책 협력방안 도출과 관리정책 수

립 및 추진 과정에의 적용 가능성을 높이는 효과가 있기 때문이다. 이러한 관점에서 해외 선진도시들의 저공해화 관련 민간부문의 역할 분담, 공동 대처, 전용지역과 연계한 시행, 친환경자동차 구입에 대한 재정 지원 및 인센티브 등을 중심으로 종합적으로 검토한 결과는 다음과 같이 요약 정리할 수 있다.

첫째, 시내버스의 저공해화 유도 촉진을 위해 민간부문의 역할을 강화하고 있다. 조례를 통해 일정 규모 이상의 사업자에 대해 저공해저연비 자동차 구입·운영에 대하여 의무화하고 있으며, PM<sub>10</sub>/NO<sub>x</sub> 삭감목표를 설정하고 자주적인 대처를 통해 삭감목표를 달성하도록 자동차 환경관리 계획서 제출을 의무적으로 부여하고 있다.

둘째, 도시지역의 자동차 배출 기여도와 이동성을 고려하여 단독의 대기환경 대책 수립시 행만으로는 한계가 있다는 것을 인식하고 대기환경 개선을 위해 저공해자동차 인증, 경유차 규제 등과 같이 인근 자치단체와 네트워크를 구축하여 공동 대처를 실시하고 있다.

셋째, 전용지역 설정과 연계하여 일정 기준 이상의 자동차만 운행이 가능하도록 하거나 저공해 버스 전용지역을 설정하여 향후 저공해 또는 무공해 버스의 구매를 촉구하고 있다. 또한 경유 자동차의 통행금지를 통해 친환경 자동차로의 대체를 유도하고 있다. 이는 수도권 3개 광역자치단체의 공해차량 운행제한지역(LEZ) 운영과 연계하여 저공해 자동차로의 빠른 전환에 대한 참고사례가 될 수 있다.

넷째, CNG, 프로판, 메탄올, 수소, 바이오디젤 또는 에탄올, 전기를 주요 동력원으로 사용하는 자동차 등 하이브리드 자동차를 포함하여 경유자동차의 Upgrade에 보조금을 지급하는 제도를 통해 자금을 지원하고 있다. 그리고 버스 이외에도 관광버스, 화물운송 자동차에 대한 그린인증 제도를 통해 저공해화 대상을 확대해 나가고 있음은 향후 수도권 행정 경계 유출입이 많은 관광버스, 택배 화물차의 관리 확대를 위해 적극 검토할 필요가 있다.

# 06

---

## 행정 경계 유출입 시내버스 저공해화 정책 협력방안

- 1\_ 시내버스 저공해화 유도정책 협력방안 기준
- 2\_ 지원금 제도 개선
- 3\_ 오염물질 배출량 관리 강화
- 4\_ 협력적 노선 관리

## 06 | 행정 경계 유출입 시내버스 저공해화 정책 협력방안

### 1\_ 시내버스 저공해화 유도정책 협력방안 기준

경유 시내버스의 저공해화 관련 계획, 언론보도 동향, 버스업체-정책결정자-전문가의 의견 교환 등을 통해 분석한 저공해화 한계요인들을 정리하면 다음과 같다.

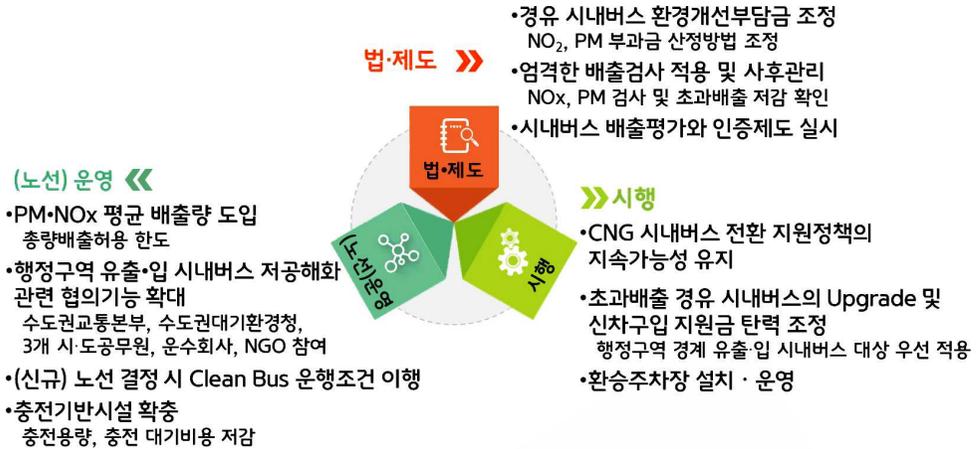
- 저공해 자동차 교체 관련 지원 조례 유무
- CNG 교체에 충분한 지원금 제공
- 노후 경유 시내버스의 Upgrade, 신차 구입 시 연료별 자동차 자율 선택
- 일정 대수 시내버스를 운행하는 운수업체의 평균배출량(총량 배출량 할당) 제도 도입
- 신규 행정 경계 유출입 시내버스 노선 결정 시 저공해 자동차 운행조건
- 행정 경계 유출입 시내버스 저공해화 협의 기능
- 초과배출 시내버스의 엄격한 배출검사 및 사후관리
- 수도권 공해차량 운행제한지역(LEZ) 실시(행정 경계 유출입 시내버스 포함)

행정 경계 유출입 시내버스 저공해화 유도정책 협력방안을 도출하기 위하여 ① 단기, 중 장기 대책, ② 법제도 개선, ③ 역할 분담(Role Definition), ④ 정책 일관성 유지, ⑤ 저공해화 지원금 부담 등 5개의 기준에서 검토가 이루어져야 할 것이다.

5개의 검토 기준에 기반하여 도출된 협력방안은 수도권 3개 시도 시내버스 저공해화 정책 과 공감대 형성, 수도권 대기질 공유자산의 보전과 공동책임의 인식 확산, 그리고 친환경 정책 협의·협치 사례로서 자치단체 간 상생 역량을 확보할 수 있는 계기가 될 수 있다.

경유 시내버스 저공해화 한계요인의 분석 결과를 바탕으로 상생방안을 시행, 법제도, 노선 운영 등 3가지 측면으로 분류하여 고려해야 할 항목들은 [그림 6-1]과 같다. 이들 항목들을 5개의 검토 기준에 따라 평가하였다([표 6-1] 참조). 예를 들어, CNG 시내버스 전환 지원정책의 지속가능성 유지 방안은 기존 정책의 일관성 유지와 저공해화 지원금 부담 기준에서 평가될 수 있으며, 신규 버스노선 결정 시 클린 버스 운행조건 이행 방안은 법제도 개선을 통해 시행될 수 있으며, 시내버스 저공해화에 민간부문의 역할분담을 담당

할 수 있는 상생방안으로 고려될 수 있다. 이와 같이 다양한 방안들을 5개의 검토기준에 따라 평가하여 보다 실효성 있는 협력방안을 도출할 수 있다.



[그림 6-1] 경유 시내버스 저공해화 유도정책 협력방안 고려요소

[표 6-1] 수도권 시내버스 저공해화 유도정책 협력방안 검토 기준 평가

구분	상생방안	기준					
		단·중장기 대책	법·제도 개선	역할 분담	정책 일관성	저공해화 지원 부담	총괄 평가
시행	CNG 시내버스 전환 지원정책의 지속가능성 유지	√			√	√	A
	초과배출 경유 시내버스의 Upgrade 및 신차구입 지원금 탄력 조정	√		√	√	√	A
	환승주차장 설치 운영		√				C
법·제도	경유 시내버스 환경개선부담금 조정	√	√			√	C
	엄격한 배출검사 적용 및 사후관리	√	√	√			B
	시내버스 배출평가와 인증제도 실시		√	√	√		B
노선·운영	PM·NO <sub>x</sub> 평균 배출량 도입	√	√	√			C
	행정 경계 유출입 시내버스 저공해화 관련 협의 기능 확대	√		√	√		B
	(신규)노선 결정 시 클린 버스 운행조건 이행	√		√	√		B
	충전기반시설 확충	√			√		A

주 : A = 상생 협조 중앙정부 연계, B = 상생 협조 적극 추진, C = 상생 협조 향후 과제

## 2\_지원금 제도 개선

### 1) CNG 시내버스 전환 지원정책의 지속가능성 유지

대도시 대기질 개선을 목적으로 도입된 CNG 버스 보급을 위해 도입 초기부터 차량 구입에 대한 보조금을 지원하였다. 최근 미세먼지 관리 특별대책(2016.6.3)에 따라 CNG 자동차 보급사업 보조금 업무처리지침이 개정되어 중단되었던 보조금 지급이 재개되었다. 즉 CNG 버스, 경유 버스를 CNG 버스(CNG 하이브리드 버스)로 교체할 경우 1대당 1,200백만 원(하이브리드 6,000만 원)을 지원한다. 다만 CNG 하이브리드 버스의 경우, 특광역시의 시내버스에 한하여 지원(기타 지역도 희망하는 경우에는 지원 가능)하며, 일반 CNG 버스(대형버스 및 중형버스)는 모든 지역의 시외버스, 마을버스, 전세버스, 공항출입버스(공항 내 운행버스를 포함) 및 특광역시 외의 시내버스에 대하여 지원하도록 규정하고 있다.

즉 준공영제가 시행되는 특광역시의 일반 CNG 시내버스 도입 시에는 구입 보조금의 지급을 제한하고 있어, 재정여건이 좋지 않은 자치단체의 경우에는 CNG 시내버스 도입에 한계가 있다. 그러므로 CNG 시내버스 전환을 100% 완료한 서울시를 제외한 다른 특광역시의 운수업체가 경유 버스 대비 차량 가격이 30%나 고가인 CNG 시내버스를 구입하는 재정지원이 없이는 큰 부담으로 작용할 수밖에 없다. 인구가 밀집되어 있는 특광역시의 시내버스의 저공해화는 건강 위해도를 고려하여 우선적으로 시행되어야 할 부분이므로, 100% 전환이 이루어지지 않은 특광역시 시내버스의 CNG 버스 구입 보조금 지원을 중단하는 것이 아니라 오히려 확대를 검토해야 할 것이다.

CNG 시내버스 구입 단계뿐만 아니라 운행단계에서도 경제성을 확보할 수 있는 방안이 필요하다. 현재 국토교통부는 2001년부터 여객자동차운수사업법에 의거 일정노선을 정기 운행하는 시내버스 운송사업자의 경유 버스에 대하여 유가보조금을 380.09원/ℓ을 지원하고 있다.

경유 버스의 유가보조금이 대중교통 운수사업자 지원이 목적이라면 도심의 주요 교통수단으로 운행 중인 CNG 연료에도 경유 버스와 유사한 수준의 유가보조금을 지원해 주어

야 할 것이다. [표 6-2]와 같이 경유 버스에 대한 유가보조금 지원으로 연료비가 CNG 버스보다 저렴하여 CNG 버스 구매 선호도가 낮은 실정이다.

[표 6-2] 경유 버스, CNG 버스 연료비 비교

구분	공급가	유가/연료보조금 (원/ℓ)	연비 (km/ℓ, km/m³)	연료비 (원/km)	연간 연료비 (9.7만km 운행 시)
경유 버스	1,032.97원/ℓ	380.09	2.53	258.06	2,506만 원
CNG 버스	661.20원/m³	없음	2.05	322.54	3,132만 원

자료 : 경기도, 2016.9, 경기도 알프스 프로젝트

대기질 개선을 위한 CNG 버스의 보급 촉진방안으로서 2017년에 여객자동차운수사업법을 개정하여 2018년부터 전세버스를 포함한 모든 CNG 버스에 CNG 연료보조금 84.24원/m³을 지원하겠다고 발표한 바 있으나, 현재까지 관련 법령의 개정 움직임은 전혀 없는 상황이다. 이에 CNG 버스 전환을 확대를 위하여 연료보조금의 지원이 조속히 시행될 수 있도록 수도권 3개 시·도가 공동으로 관련 법령의 조기 개정 등을 환경부, 국토교통부에 지속적으로 요구할 필요가 있다.

## 2) 초과배출 경유 시내버스의 Upgrade 및 신차구입 지원금 등 탄력 조정

초과배출 경유 시내버스의 Upgrade 및 신차 구입 시 지원금을 탄력적으로 조정할 수 있는 방안을 검토하도록 한다. 행정 경계 유출입 시내버스를 우선 대상으로 신차 구입의 부담을 완화하기 위하여 모델연식의 물리적 기준이 아니라 초과배출 특성을 고려하여 대기오염물질을 보다 적게 배출하는 모델의 Upgrade에도 지원금을 조정하여 지원하는 방안의 적극 검토가 필요하다.

공동배차제 및 충전소 확충 지원 등으로 충전을 위한 공차 운행거리가 왕복 4km 이상일 경우에는 지방자치단체의 장이 다음의 산출기준에 의한 금액을 지급할 수 있도록 되어 있다. 이 경우 지방자치단체의 장이 환경부장관 및 해당 충전소 운영사업자 등에게 통보하여야 한다. 다만, 보조금을 지급할 수 있는 최대 공차 운행거리는 22km로 제한하고 있어, 기존 충전용량과 잠재적 CNG 버스 전환의 충전 수요에 비추어 향후 공차 운행거리의 재조정 또는 충전소 추가 설치 검토가 필요하다.

$$MJ \text{ 지급액}(S) = [(D-2) \times F] \div 0.0487 \times C$$

D : 왕복 공차 운행거리(최대 22km 이내)  
 2 : 버스노선 조정 및 공동배차제 시행, 차고지 내 충전소 설치독려를 위한 최소한의 수인거리 2km 제외  
 F : 한 달간의 충전횟수(운송사업자별 충전횟수 총량)  
 0.0487 : 시내버스 및 청소차 연비(0.0487km/MJ)  
 C : 당해 시도의 고정식 충전소 CNG MJ당 소매가격

예를 들어 일반버스 3번(도농회차지~청량리)은 도농영업소에서 중량 공영 CNG 충전소가 지 공차 운행하여 CNG를 충전하고 있으며, 공차 운행거리는 왕복 14km 정도이다.

향후 환경부장관은 CNG 자동차 운행여건 등을 고려하여 보조금 지급 대상을 추가 선정 할 수 있으므로, 시내버스의 저공해화 촉진을 위해 버스노선, CNG 충전소 위치, 공차 운 행거리, 지원 금액 등을 분석하여 인근 충전시설이 없는 경우에는 공차 지원거리를 확대하 는 방안도 검토할 수 있다.

### 3) 경유 시내버스 환경개선부담금 조정

쾌적한 환경을 보전하기 위해서는 환경개선에 필요한 안정적 투자재원의 확보가 필수적이 나 정부재정만으로는 한계가 있다. 따라서 정부에서는 오염물질을 배출하는 원인자가 오 염물질의 처리에 상응하는 환경투자비용을 부담토록 하는 오염원인자 부담제도를 도입하 고 구체적인 부과대상, 부과기준 및 방법을 마련하였으며 그 법적 근거로서 환경개선비용 부담법과 동법 시행령 및 시행규칙을 제정·공포하여 시행하고 있다.

우선 경유를 연료로 사용하는 자동차에 대해 환경개선부담금이 부과징수되며, 기준은 환 경개선비용부담법 제10조에 따라 해당 기본 부과금액 × 오염유발계수 × 차령계수 × 지 역계수로 산정된다.

**환경개선비용 부담법**

제1조(목적) 이 법은 환경오염의 원인으로 하여금 환경개선에 필요한 비용을 부담하게 하여 환경개선을 위한 투자재원을 합리적으로 조달함으로써 국가의 지속적인 발전의 기반이 되는 쾌적한 환경을 조성하는 데 이바지하는 것을 목적으로 한다.

제9조(환경개선부담금의 부과징수) ① 환경부장관은 경유를 연료로 사용하는 자동차의 소유자로부터 환경개선부담금(이하 "개선부담금"이라 한다)을 부과 징수한다.  
(중략)

제10조(개선부담금의 산정기준)

② 제9조제2항에 따른 자동차에 대한 개선부담금은 다음의 계산식에 따라 산정한다.

$$\text{대상 기본 부과금액} \times \text{오염유발계수} \times \text{차량계수} \times \text{지역계수}$$

기준 부과금액
20,225원/반기

엔진 총배기량(cc)	오염유발계수	인구수	지역계수	차량	
				차량	차량계수
2,000 이하	1.00	인구 10만 미만	0.4	3년 미만	0.5
2,000 초과 2,500 이하	1.25	인구 10만 이상~50만 미만	0.85	3년 이상~4년 미만	1.0
2,500 초과 3,500 이하	1.75	인구 50만 이상~100만 미만	0.87	4년 이상~6년 미만	1.04
3,500 초과 6,500 이하	2.64	인구 100만 이상~500만 미만	1	6년 이상~8년 미만	1.08
6,500 초과 10,000 이하	4.50	인구 500만 이상	1.53	8년 이상~10년 미만	1.12
10,000 초과	5.00			10년 이상	1.16

행정 경계 유출입 시내버스의 대기오염물질 배출 수준은, 경기도의 경우 6.3개의 1종 대기배출시설에서 배출되는 양의 대기오염물질을 배출하고 있다. 이에 대한 오염원자 부담 원칙에 따라 환경개선부담금이 부과되어야 한다. 다만 자동차의 이동성을 고려하여, 환경개선비용 부담금 산정기준을 개정하여 광역 노선버스에 한하여 지역배출 기여도를 추가하도록 한다.

**환경개선부담금 시행령**

제11조(징수 비용의 지급) ① 환경부장관이 법 제9조제4항에 따라 특별시장·광역시장·도지사·특별자치도지사(이하 "시·도지사"라 한다)에게 지급하는 징수 비용은 징수된 개선부담금의 100분의 10으로 하되, 환경부장관이 정하여 고시하는 징수율 이상으로 개선부담금을 징수한 시·도지사에게는 징수된 개선부담금의 100분의 30의 범위에서 징수 비용을 추가로 지급할 수 있다.

② 제1항에 따라 징수 비용을 추가로 지급하는 경우에는 시·군·구(자치구를 말한다)별로 징수한 금액을 기준으로 산정하여 시·도지사에게 지급한다. 다만, 특별자치도지사에게 지급하는 경우에는 그러하지 아니하다.

③ 시·도지사는 제1항에 따라 징수 비용으로 지급받은 금액을 개선부담금을 부과하고 징수하는 데에 드는 경비와 관할 구역의 환경개선에 필요한 비용으로 사용하여야 한다.

현행 징수된 환경개선부담금은 관할 구역의 환경개선에 필요한 비용으로 사용하도록 규정하고 있다. 환경개선부담금이 지역배출 기여도를 고려하여 산정되어 지역별로 배분될 경우, 이를 수도권 대기환경개선 기금으로 조성하여 대기관리권역의 대기환경 개선에 필요한 비용으로 사용할 수 있는 규정 마련을 검토한다. 수도권 대기환경 기금을 통해 재정 여건으로 시내버스의 저공해화에 어려움을 겪고 있는 자치단체에 예산 지원이 가능할 것이다.

그리고 환경개선부담금 면제 대상의 재검토가 필요한 시점이다. 경유 버스에 부과하는 환경개선부담금은 제작차 배출허용기준으로 EURO5 이상의 기준을 충족하여 출고된 차량에 대하여는 환경개선부담금을 전액 감면하고 있다. EURO6 기준을 적용하여 2015년 이후 출고된 차량에 비해 EURO5 기준 적용 출고차량의 경우, PM2.5 생성 전구물질인 NOx 배출억제를 위한 SCR 장치가 부착되어 있지 않다.

인체 건강 위해성 감소를 위해서는 대기 중의 PM2.5 농도를 저감시키고, 이를 효과적으로 관리하기 위해서는 자동차에서 배출되는 NOx 감축이 매우 중요하므로, EURO5 기준이 적용되어 출고된 경유 자동차에 대한 환경개선부담금의 면제는 폐지되고, 향후 PM과 NOx의 동시 저감을 위한 SCR 장치 부착 차량으로 한정하여 환경개선부담금 면제가 이루어져야 할 것이다.

### 3\_오염물질 배출량 관리 강화

#### 1) 엄격한 배출검사 적용 및 사후관리

현행 대기환경보전법은 “제61조(운행차의 수시점검) ① 환경부장관, 특별시장, 광역시장, 특별자치시장, 특별자치도지사, 시장, 군수, 구청장은 자동차에서 배출되는 배출가스가 제57조에 따른 운행차 배출허용기준에 맞는지 확인하기 위하여 도로나 주차장 등에서 자동차의 배출상태를 수시로 점검하여야 한다.”고 규정하고 있다.

운행차 수시점검방법과 확인검사 대행자 등록에 관한 규정(환경부고시 제2014-90호,

2014.6.2)의 운행차 배출가스 점검은 일산화탄소(CO), 탄화수소(HC), 공기과잉률, 매연만을 대상으로 하고 있어 운행 경유자동차 배출 질소산화물 감축을 위해서는 운행 시내버스 대상 정밀검사 항목에 NOx 추가가 고려되어야 한다. 다만 배출허용기준에 매연과 질소산화물의 동시 규제는 질소산화물 측정 장비의 성능 및 정도 관리 방안, 실도로 주행 기반 배출수준의 확인이 전제되어야 한다. 이와 관련하여 향후 배출허용 기준, 관리항목 추가와 관련하여 대기환경보전법, 수도권 대기환경 개선에 관한 특별법, 자치단체의 조례 개정이 필요하며, 이는 중앙정부와 수도권 광역자치단체의 협력을 기반으로 이루어져야 할 것이다.

그리고 차고지, 터미널 등에서 배출가스 수시점검, 운행차 배출가스 원격측정(RSD) 수시점검 확대를 통해 초과배출을 확인하고, NOx 관리를 유도해 나간다.

[표 6-3] 운행차 배출가스 점검대상 항목

① 일련 번호	② 점검 일시	③ 점검 장소	④ 자동차 등록번호	⑤ 차종	⑥ 제작 회사	⑦ 차령	⑧ 출고 연도	⑨ 용도		⑩ 주행 거리	⑪ 측정결과				⑫ 처분 종류	⑬ 위반사유		
								사업용	비사업용		CO	HC	공기 과잉률	매연		촉매장치 탈거	연료분사 장치조작	기타

자료 : 운행차 수시점검방법과 확인검사 대행자 등록에 관한 규정(환경부고시 제2014-90호, 2014.6.2), 별지 제1호

## 2) 시내버스 배출평가와 인증제도 실시

서울특별시 시내버스 재정지원 및 안전 운행기준에 관한 조례에 따라 재정 지원을 받는 운수사업자에 대하여 경영 및 서비스 평가를 실시하여 평가 결과에 따라 성과 이윤을 차등 지원할 수 있다. 이에 운행 시내버스 배출가스를 수시점검, 정기점검 형태의 배출 농도를 정기적으로 평가하여 운수회사의 경영 및 서비스 평가에 반영하도록 한다. 시내버스 배출가스 평가 결과를 시민들에게 공개하는 한편 평가 결과를 기준으로 일정 기준을 초과하는 시내버스 차량에 대해 차량을 교체하도록 요구할 수 있는 규정을 검토할 수 있다.

이와 함께 시내버스 배출가스 측정자료를 활용하여, 경유 시내버스 배출가스 기준 초과 수준을 고려한 '환경등급' 적용, 운행 시내버스의 환경 성능 인증제도 도입을 검토한다.

### 3) PM·NO<sub>x</sub> 평균 배출량 도입

환경부는 차량 구매 시 배출가스 등급이 낮은 자동차를 구매하면 대기질 개선과 함께 이산화탄소 등 온실가스 감축으로 지구온난화 방지에 기여하기 위해 ‘수도권 대기환경 개선에 관한 특별법’에 따라 2005년부터 국내 제작 또는 수입되어 판매 중인 소형 승용차, 스포츠형 다목적 차량(SUV), 승합차 등의 배출가스 등급을 평가하여 공개하는 ‘자동차 차종별 배출가스 등급평가 제도’를 시행하고 있다.

이에 경유 시내버스의 PM·NO<sub>x</sub>의 선택집중관리 차원에서 여객자동차운수사업법에 의한 일정규모 이상의 시내버스 운송사업자(택시, 택배회사 포함)를 대상으로 대기환경 목표관리제 도입을 적극 검토할 필요가 있다.

대기환경 목표관리제는 시내버스 운행 규모와 배출특성을 반영한 업체별 평균 배출총량을 할당하고, 자동차 환경관리 계획서 제출을 의무화하여 사업자의 자발적인 PM·NO<sub>x</sub> 감축 정도를 경영 및 서비스 평가에 반영하여 성과이윤을 차등 지원함으로써 민간부문의 역할부담을 제고할 수 있을 것으로 판단된다. 향후 지속가능 교통물류 발전법 개정을 통해 할당된 대기오염물질 총량 범위 내에서 버스 운행이 운영되도록 PM·NO<sub>x</sub> 등 대기오염물질 저감을 위한 조치사항을 권고하는 방안을 검토할 수 있다.

도교도 자동차 환경관리 계획서 제도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 저공해 저연비차 도입, 에코드라이브(eco-drive), 자동차의 합리적 사용에 관한 자주적 대처</li> <li>• 자동차 30대 이상 소유한 사업자에게 자동차 환경관리 계획서 제출 의무화</li> </ul>
---------------------------	--

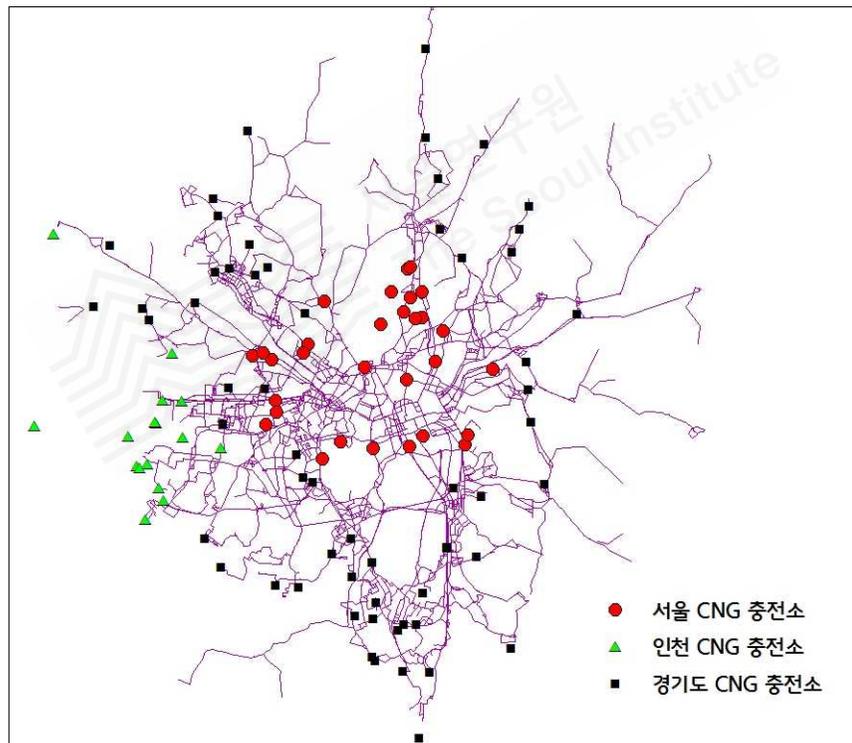
### 4) 환승주차장 설치·운영

교통수단의 이용자가 다른 교통수단을 이용하는 데 편리하게 하기 위하여 정류소·여객자동차 터미널의 기능을 복합적으로 제공하는 환승시설의 설치·운영을 검토할 필요가 있다. 즉 행정구역에서 경유 시내버스의 진입을 제한하여 CNG 시내버스로 환승하여 도심으로 이동할 수 있도록 광역버스 환승시설을 정비하고 이에 대한 사업화 재원을 공동으로 분담하도록 한다. 자원 부담에 따른 수익의 재배분을 통해 수도권 행정 경계 유출입 시내버스의 저공해 재원으로 충당할 수 있다.

## 5) CNG 충전기반 시설 확충

한국CNG차량협회의 자료에 따르면 수도권 3개 사도의 CNG 충전소는 116개소이며, CNG 시내버스(일반, 좌석, 직행좌석)는 16,368대로 버스 140대가 한 개의 충전소를 이용해야 하는 셈이다. 향후 경유 버스를 CNG 버스로 전환할 경우 충전소 한 곳당 이용 차량 숫자는 더욱 늘어날 수밖에 없다. CNG 충전소의 평균 충전 시간은 대당 5~10분 정도이며, 충전소당 2~4대만이 동시에 충전 가능하다.

한 번에 많은 차량이 몰릴 경우 충전기 컴프레서의 과부하로 인해 초기 가동에 비해 출력이 저하된다. 연료 주입 시간이 지연되고 전체 충전 시간이 늘어나게 되는 일 또한 불가피하다. 자연히 배차 시간에도 영향을 줄 수밖에 없고 도민 불편도 초래할 수 있다.<sup>19)</sup>



[그림 6-2] 3개 사도 CNG 충전소 현황

<sup>19)</sup> 기호일보, 216,5,31, "CNG 운행 인프라 턱없이 부족 선뜻 바꿀수도 없는 '경유 버스' 서울시, 미세먼지 저감 차량 진입 제한... 도, CNG 버스 교체 등 검토

충전소 설치를 촉진하기 위해서는 현재의 하루 100대 전후를 충전하는 대형 충전소 설치에서 벗어나 하루 20~50대를 충전할 수 있는 중형 충전소 건설방안 마련 등 운송업체의 CNG 충전소 설치 확대 유인책이 필요하다.

충전소 설치의 최대 난제인 부지 확보문제, 충전소에 대한 인식전환, 관련 법규 정비를 비롯한 지원확대, 버스업체의 지속적인 버스교체, 도시가스사의 적극적인 투자와 충전소 활용도 제고노력 등을 통해 협력한다면 CNG 충전소 기반 시설 확대가 가능할 것이다.

## 4\_협력적 노선 관리

### 1) 신규 노선 결정 시 클린 버스 운행조건 이행

신규 M버스 신규 노선에 대한 인·허가권은 국토교통부에 있으며, 직행 좌석버스, 좌석버스, 일반버스 신규 노선은 해당지역의 지자체에서 인·허가를 하고 있다. 현행 신규 M버스 노선 결정 시 CNG 버스 보급률 평가 점수는 6점으로 시내버스 저공해화 유인 동기로 미흡하다. 지자체에서 담당하고 있는 일반 시내버스의 경우에도 차량 확보계획 가운데 확보 적정성 등을 점수로 부여하고 있으나 CNG 보급률의 점수는 다소 낮은 편이다. 이에 신규 노선 결정 시 평가 항목 중에서 CNG 버스 도입률에 대한 배점을 상향 조정하거나 클린 버스 운행 조건을 의무화하는 방안을 고려할 수 있다.

한편 서울시의 시내버스 회사 평가 기준은 경유 버스를 CNG 버스로 교체하여 대기환경 개선에 기여하고, CNG 버스 보급을 촉진하기 위하여 CNG 버스 도입률을 평가 기준에 적용하고 30점의 점수를 부여하고 있다. 산정방식은 회사별로 시내버스 인가대수 대비 CNG 버스 총 도입률에 따라 점수를 부여하고 있다. 이와 같이 인천광역시 및 경기도에서 매년 실시하는 버스회사 평가 항목 중에서 경유 사용 시내·시외버스 등의 CNG 버스 도입을 촉진하기 위해서는 “CNG 버스 도입률”에 대한 배점을 상향 조정할 필요가 있다.

3-4	평가분야	평가지표	세부 평가 항목	배점	부여방법	평가주기
	서비스 개선	시민 만족도	CNG 버스 도입률	30	P	연

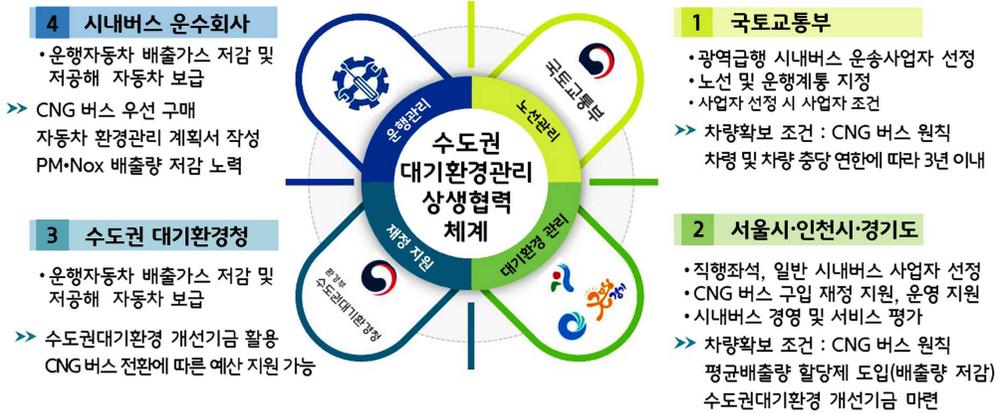
[표 6-4] 서울시 회사 평가 기준의 CNG 버스 도입률에 따른 부여점수

도입률	90% 이상	80% 이상	70% 이상	60% 이상	60% 미만
부여점수	30	20	10	5	0

## 2) 행정 경계 유출입 시내버스 저공해화 관련 협의 기능 확대

수도권 행정 경계 유출입 시내버스의 저공해화 촉진을 위해서는 광역자치단체의 자체적 관리능력에 의한 개별 대응보다 자동차의 이동성, 공간 확산 영향분석과 위해성, 그리고 저공해화 지원 부담, 자치단체 상호 간 이견 조정, 효과적인 정책수단의 수립·시행, 예산 확보 등을 함께 논의하고 협의 시행할 수 있는 수도권 대기환경관리 상생협력 체계의 구축·운영이 필요하다.

이러한 수도권 환경관리 상생협력 체계는 국토교통부, 수도권 자치단체, 수도권 대기환경청, 버스운수업체 등이 함께 구축하도록 한다. 국토교통부는 신규 광역급행 시내버스 운송사업자 선정 시 CNG 버스를 원칙으로 하며, 3개 시도 자치단체도 차량 확보 조건을 Clean Bus 이행으로 부여하며, 평균배출량 할당제도를 도입시행하고, 수도권 대기환경개선 기금을 공동으로 마련한다. 그리고 수도권 대기환경청은 기금을 활용하여 CNG 버스 전환에 따른 부족한 재정을 지원하고, 운수업체는 자동차 환경관리 계획서를 작성하여 PM·NOx 배출량 저감을 위해 노력하며 우선적으로 CNG 버스를 구매하도록 노력한다.



**수도권 시내버스 대기환경관리 정보 구축·공유**

- 업체별·노선별 운행현황 운행거리, 운행횟수, 연료별·연식별 운행대수
- 업체별·노선별 충전소 이용 현황
- 대기오염물질 배출량

[그림 6-3] 수도권 대기환경관리 상생협력 체계 구축

수도권 시내버스 저공해화 촉진을 위한 노선별 운행현황, 대기오염물질 배출현황, CNG 충전소 현황 등 경유 시내버스뿐만 아니라 향후 대폐차되는 CNG 시내버스의 집합적 관리 및 통합적인 운영체계 모색을 위해서는 수도권 시내버스 대기환경관리 정보(DB)의 통합관리체계 구축이 바람직하다.

다만 유의사항으로 수도권 3개 시도 시내버스 저공해화 협력방안을 효율적으로 시행하기 위해서는 정책믹스가 우선 고려되어야 할 것이다.

[표 6-5] 수도권 3개 시도 시내버스 저공해화 정책 협력방안

지원금 제도 개선	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CNG 버스 전환 지원금</li> <li>• 신차구입 지원금</li> <li>• 경유 시내버스 환경개선 부담금</li> </ul>
오염물질 배출량 관리 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 배출검사 사후관리</li> <li>• 배출가스 인증제도</li> <li>• PM·NOx 평균배출량 도입</li> <li>• 환승주차장 조성 및 충전시설 확대</li> </ul>
협력적 노선 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 노선결정 시 클린버스 도입 강화</li> <li>• 3개 시도 협의 기능 확대</li> </ul>

## 참고문헌

- 경기도, 2016, 「경기도 알프스 프로젝트」.
- 기호일보, 2016, “CNG 운행 인프라 턱없이 부족, 선풍 바꿀 수도 없는 ‘경유 버스’, 서울시, 미세먼지 저감 차량 진입 제한… 도, CNG 버스 교체 등 검토”.
- 국립환경과학원, 2016, 「2013 대기오염물질 배출량」.
- 국토해양부, 2011, “광역급행버스노선 운영사업자 선정 제안 안내서”.
- 김운수, 2013, 「서울시 경유자동차 배출특성(PM·NOx)을 고려한 단계별 관리방안」, 서울연구원.
- 김운수, 2015, 「서울시 운행 경유차 매연 배출평가와 맞춤형 관리 방안」, 서울연구원.
- 김운수, 2016, “미세먼지 해외사례 분석”, 「도시문제」, 대한지방행정공제회.
- 김태현, 2015, 「CNG 연료 세제 개선방안 연구」, 에너지경제연구원.
- 머니투데이, 2014, “‘출근전쟁’ 120만 경기·인천 인구, 서울로 출퇴근”.
- 서울연구원, 2016, “영국 저공해 버스 전용지역 설정”, 「세계도시동향」, 390호.
- 서울특별시, 2015a, 「2014 서울의 환경」.
- 서울특별시, 2015b, 「2차 수도권 대기환경관리 서울특별시 시행계획 수립 연구」.
- 서울특별시 보도자료, 2016a, “통학버스·관광버스도 CNG 버스 구입보조금 받는다”.
- 서울특별시 보도자료, 2016b, “노후경유차 등 발생원 집중차단 ‘대기질 특별대책’”.
- 서울특별시서울지방경찰청, 2016, 「2015 서울특별시 교통량 조사 자료」.
- 석유가스신문, 2016, “미세먼지 잡기 ‘CNG vs 경유 버스’ 학계 갑론을박”.
- 수도권대기환경청, 2011, 「수도권 대기환경개선 시행계획 추진실적 작성지침」.
- 인천광역시, 2016a, 「2020 미세먼지 저감 종합대책(안)」.
- 인천광역시, 2016b, 「2015 환경백서」.
- 인천광역시 공고, 2014, “직행좌석형 버스 신설노선 사업자 공모 공고”.
- 전국버스운송사업조합연합회, 각 연도, 「버스통계편람」.
- 전국버스운송사업조합연합회, 2012, “유기급등에 따른 노선버스 운행 유지를 위한 대책건의”.

전국버스운송사업조합연합회, 2013, “2015년 분권교부세 제도 폐지 관련 버스운송사업 재정지원 제도 안정적 유지 건의”.

전상민, 2006, 「CNG 버스 보급확대 추진방안 연구」, 한국운수산업연구원.

정부 보도자료, 2016a, “미세먼지 관리 특별대책 확정·발표”.

정부 보도자료, 2016b, “정부합동, 미세먼지 관리 특별대책 세부이행계획 수립”.

정종필, 2014, 「주행세 개선 방안에 관한 연구」, 한국지방세연구원.

최현정, 2016, “한국에서 맑은 공기 마시기 : 쉽지 않은 미션”, 「EAF PD」, 제54호.

한국교통연구원, 2012, 「여객 자동차 차량제도 개선 방안 연구」.

한국CNG차량협회, 2016, “친환경 CNG 버스의 지속적 정책지원 필요”.

환경부, 각 연도, 「CNG자동차 보급사업 보조금 업무처리지침」.

환경부, 2012, 「CNG 하이브리드버스 운행 시범사업 효과분석 및 실증연구」.

환경부, 2013, 「경유 및 CNG 버스 노후화(연식)가 대기오염에 미치는 영향 연구」.

환경부 보도자료, 2011, “환경부 ‘차세대 CNG 버스’ 보급사업 추진”.

환경부 보도자료, 2015, “친환경자동차 구매 지원 대폭 확대”.

九都県市首脳会議, 2015, “貨物を運送する際には環境により良い自動車の利用をお願いします”.

東京都, 2014, “東京都 自動車 環境管理指針”.

東京都, 2016, “「貨物輸送 評価 制度」の 28年度 評価 事業者を 決定しました.”.

<http://airemiss.nier.go.kr>(국립환경과학원 국가대기오염물질배출량서비스)

<http://stat.me.go.kr>(환경부 환경통계포털)

<http://stat.seoul.go.kr>(서울통계)

<http://www.gg.go.kr>(경기도청 홈페이지)

<http://www.kangv.org>(한국CNG차량협회)

<http://www.law.go.kr>(국가법령정보센터)

## 부록

### 1. 수도권 광역버스 유출입 운행현황(2016년 1월 기준)

#### 1) 서울시 관할 행정 경계 유출입 시내버스 운행현황

업체명	유형	노선번호	기점	종점	운행거리 (km)	운행횟수 (회)	운행대수 (대)
남성교통	직행좌석	9404	성남시 구미동	압구정역	76	184	25
	직행좌석	9408	분당구 구미동	영등포	79	99	22
	일반	462	송파차고지	영등포	78	154	39
	일반	4419	송파차고지	압구정동	58	124	26
동성교통	직행좌석	9403	구미동차고지	동대문역사문화공원	73.9	121	26
	일반	302	상대원차고지	상왕십리역	55	136	26
	일반	303	상대원차고지	신설동역	55	236	46
동성/남성	직행좌석	9401	구미동차고지	서울역	72.36	303	49
남성/동성/한서	일반	3012	송파공영차고지	서부이촌동	52	50	26
선진운수	직행좌석	9701	고양시 가좌동	롯데영프라자	79	99	21
	직행좌석	9707	고양시 가좌동	영등포역	66	163	26
	일반	702A	서오름	종로1가	31	288	40
신성교통	직행좌석	9709	파주시 매킴동	서울역	75.99	75	13
	직행좌석	9711A	일산	양재역	95	79	21
	직행좌석	9714	교하 운정	서울역	75	36	6
	일반	703	문산 선유리	서울역	86	131	27
	일반	705	은평뉴타운공영차고지	롯데백화점	40	64	10
	일반	760	금촌	영등포	78	80	20
제일여객	직행좌석	9703	일산	서울역	66	88	16
	일반	704	송추	서울역버스환승센터	54	90	16
	일반	706	교하 운정	서울역	100	72	21
	일반	7733	일산	구파발역	42	45	20
대원여객	일반	106	의정부	종로5가	45	177	29
	일반	107	민락동차고지	동대문	65	144	32
	일반	108	양주 덕정리	종로5가	88	92	24
	일반	201	수택동차고지	서울역환승센터	52	97	19
	일반	341	하남공영차고지	강남역	53	106	22
	일반	542	군포복합화물터미널	신시역	62	62	12
	일반	5624	군포복합화물터미널	구로디지털단지역	43	81	12
태릉교통	일반	202	불암동	후암동	53	167	36
	일반	1155	남양주 청학리	석계역	31	143	13
	일반	1156	퇴계원	석계역	22	98	8
대성운수	일반	440	송파공영차고지	압구정역	48	80	22

업체명	유형	노선번호	기점	종점	운행거리 (km)	운행횟수 (회)	운행대수 (대)
우신버스	일반	441	의왕 고천	신사역	51	152	27
	일반	502	의왕 고천	한국은행 신세계앞	61	129	26
	일반	540	군포공영차고지	서울성모병원	52	150	25
	일반	541	군포공영차고지	강남역	57	102	15
	일반	5530	군포공영차고지	사당역	55	127	27
보영운수	일반	503	남대문	광명공영차고지	48	87	15
	일반	5534	광명공영차고지	여의도	28	114	14
	일반	5630	광명공영차고지	목동역	28	101	13
	일반	5714	광명공영차고지	이대입구	42	189	33
한성운수	일반	504	광명 하안동	남대문	44	210	37
	일반	5535	광명 하안동	노량진	33	125	17
	일반	5536	광명 하안동	노량진	25	190	22
	일반	6635	광명 하안동	구로디지털단지역	15	102	7
범일운수	일반	505	노온사동	서울역	63	131	27
	일반	5627	노온사동	구로디지털단지역	35	128	14
	일반	5633	노온사동	순복음교회	56	105	18
	일반	6637	노온사동	목동	37	233	32
신길운수	일반	606	부천 상동	종로1가	63	99	21
	일반	661	부천 상동	신세계백화점	53	79	17
	일반	673	부천 상동	이대부고	50	90	16
동해운수	일반	700	대화동	서울역	62	120	23
	일반	707	대화동	서울역	63	101	20
	일반	771	대화동 종점	디지털미디어시티역	46	52	8
	일반	7728	대화동	신촌	67	92	23
신촌교통	일반	740	덕은동 종점	무역센터 삼성역	49	148	28
	일반	750A	덕은동 종점	서울대학교	46	90	16
	일반	7711	덕은동 종점	홍대전철역	14	120	8
	일반	7726	덕은동 종점	신촌	22	65	5
	일반	7727	설문동	신촌	61	101	21
한성여객	일반	1154	하계동	신곡동	28	91	11
군포교통	일반	5531	군포공영차고지	노들역	51	212	40
	일반	5623	군포공영차고지	여의도	55	189	36
안양교통	일반	5625	안양 비산동	영등포역(영등포시장)	41	116	18
	일반	5626	안양 비산동	온수동 종점	49	121	23
	일반	5713	안양 비산동	아현역	54	136	27
세풍운수	일반	6513	철산동	서울대	37	154	24
	일반	6614	양천 차고지	부천 남부생태공원	34	96	12
	일반	6616	철산동	온수동	27	118	14
	일반	6638	철산동	오목교	26	81	8

## 2) 인천시 관할 행정 경계 유출입 시내버스 운행현황

업체명	유형	노선번호	기점	종점	운행거리 (km)	운행횟수 (회)	운행대수 (대)
인강여객	M버스	M6405	송도웰카운티	강남역	136	100	20
선진여객	M버스	M6118	청라역슬루타워	서울역(역전우체국)	64	72	12
청룡교통	M버스	M6724	송도국제도시	신촌(연세대)	44.7	65	13
삼화고속	직행좌석	1000	가좌동	서울역	64.5	89	14
신강교통	직행좌석	1100	금오동	서울역	79	130	20
신강교통	직행좌석	1101	풍림2차	서울역	77.2	63	9
삼화고속	직행좌석	1200	석남동(미주탕)	서울역	67.8	48	8
삼화고속	직행좌석	1300	동춘동	서울역	82.3	78	16
천지교통	직행좌석	1301	송도국제도시	서울역	105.5	76	17
삼화고속	직행좌석	1400	인천터미널	서울역	73.2	77	14
삼화고속	직행좌석	1500	계산동	서울역	64.2	110	16
신강교통	직행좌석	1601	인하대병원	서울역	89.2	50	12
삼화고속	직행좌석	2500	계산동	서울역	70.1	42	7
인강여객	직행좌석	9100	용현동(구터미널)	강남역	117	91	20
인강여객	직행좌석	9200	송도유원지	강남역	116	115	24
인강여객		9201	청학공고		105	80	17
선진여객	직행좌석	9300	교통연수원	강남역	131	92	23
삼화고속	직행좌석	9500	부평역	양재시민의숲	109.4	60	15
삼화고속		9501	마전지구		92.7	69	13
삼화고속	직행좌석	9802	마전	양재동	91.4	45	9
선진여객	좌석	300	원창동(종점)	여의도환승센터	77.6	54	12
신동아교통(합)	일반	66	금호마을(검단산업단지)	송정역	73	75	15
인천제물포교통(주)	일반	78	마전지구	송정역	48.5	64	9

## 3) 경기도 관할 행정 경계 유출입 시내버스 운행현황

업체명	유형	노선번호	기점	종점	운행거리 (km)	운행횟수 (회)	운행대수 (대)
경기고속	직행좌석	1000	호평동 차고지	잠실역	30	85	9
경기고속	직행좌석	1005	외국어대학교	강남역	46.8	30	6
경기고속	직행좌석	1005-1	구미동	광화문	33.3	52	10
경기고속	일반	10-5	호평동	당고개역	36	104	23
경기고속	일반	112	상산공단 공영차고지	테크노마트D	21	136	17
경기고속	직행좌석	1150	외국어대학교	송례문	44.8	65	13
경기고속	일반	116	종점	잠실역1번출구	29	67	15
경기고속	일반	119	종점	능동사거리	32.5	79	17
경기고속	일반	13	광주시축협	테크노마트D	34.2	135	20
경기고속	직행좌석	1311	오산대학	강남역 하나은행	52.5	50	11
경기고속	일반	15	연대농장입구-도곡리종점	강변역A	19.4	104	15
경기고속	일반	30	구암2리(내구운)	청량리	36.5	94	20
경기고속	직행좌석	500-2	동원대학교	서울시인재개발원입구	49.5	89	18
경기고속	일반	500-5	광주터미널	남부터미널	31.3	68	13
경기고속	직행좌석	5500	상현레스피타	서울역버스환승센터	41.7	85	14
경기고속	직행좌석	5500-1	경희대차고지	송례문	52.9	145	28
경기고속	직행좌석	6501	한국복합물류	강남역 나리빌딩앞	31	84	11
경기고속	직행좌석	8100	단국대	송례문	37.5	150	22
경기고속	직행좌석	9000	구미동 차고지	송례문	39.4	126	21
경기고속	M버스	M2316	차산리	잠실역	31	70	9
경기고속	M버스	M2323	호평동	잠실역	27	56	10
경기고속	M버스	M4101	정평-수지초교지역난방공사	송례문	35.8	126	20
경기고속	M버스	M4102	미금역-청솔마을2001아울렛	송례문	33	120	19
경기고속	M버스	M5107	경희대학교	서울역 버스환승센터	47.4	120	26
경기고속	M버스	M5115	광고마을중심상가	서울역 버스환승센터	50.4	78	10
경기고속	M버스	M5121	삼성전자중앙문	서울역 버스환승센터	50.5	54	15
경기버스	직행좌석	11	내촌(소학리)	강변역A	42.4	24	5
경기버스	일반	23	내촌차고지	풍산하이파크상가	48.2	114	40
경기버스	직행좌석	7007	내촌차고지	강남역	49.5	44	10
경기버스	일반	707	진별리차고지	청량리	27.3	130	23
경기버스	일반	73	경북대학	석계역	19.3	75	15
경기버스	직행좌석	8012	내촌차고지	잠실역	42.2	75	12
경기버스	일반	88	내촌차고지	경동시장	33.7	76	16
경기여객	직행좌석	1115-6	농수산물시장	잠실역	18.6	85	9
경기여객	직행좌석	1650	구리수택차고지	안양역	44	120	24
경기여객	일반	3	빙그레	청량리	11.5	70	6
경기여객	일반	51	수택동	경동시장	16.2	104	13
경기여객	일반	52	수택차고	청량리	18	80	10
경기여객	일반	92	내촌	강변역	36.5	80	16
경기여객	일반	93	대성리	강변역A	34.7	48	10
경기여객	일반	95	빙그레	강변역	12.8	210	21
경기여객	일반	96	빙그레	강변역	13	90	10
경기운수	직행좌석	2000	진별리차고지	강남역	44.2	68	17
경기운수	일반	202	진별리차고지	청량리	33.7	170	36
경기운수	일반	7-5	진별리차고지	청량리	25.5	38	4
경기운수	일반	9	진별리	강변역	36	14.5	35

업체명	유형	노선번호	기점	종점	운행거리 (km)	운행횟수 (회)	운행대수 (대)
경기운수	일반	9-1	진별리차고지	강변역	36.3	17	0
대원버스	직행좌석	1002	광교차고지	건대입구역	38.9	45	5
대원고속	직행좌석	1005-1	구미동	광화문	33.3	47	10
대원고속	직행좌석	1007	수원대학교	잠실역1번출구	50.9	72	18
대원고속	직행좌석	1007-1	경희대	잠실역	47.5	72	9
대원고속	직행좌석	1009	경기고속차고지	잠실역1번출구	51.2	46	11
대원고속	직행좌석	1112	경희대차고지	테크노마트C	43	65	15
대원고속	직행좌석	1113	부대앞	테크노마트D	53.7	40	8
대원고속	직행좌석	1113-1	동원대넋고개앞	강변역	48.1	135	26
대원고속	직행좌석	1117	외국어대학교기숙사	테크노마트C	36	100	16
대원고속	직행좌석	1151	종점	강남역	22.7	91	5
대원버스	직행좌석	1151	종점	강남역	22.7	128	13
대원고속	일반	13-2	관음3리	테크노마트D	36.9	60	12
대원고속	직행좌석	1500-2	부대앞	사당역	50	120	26
대원고속	직행좌석	1550	광교차고지	강남역 도시예빛	35.3	70	11
대원고속	직행좌석	1550-1	한신대 스킨버스정류장	양재역	48	82	18
대원고속	직행좌석	1550-3	광교차고지	사당역	38.5	50	6
대원고속	직행좌석	1551	수원대학교	양재역	52	40	14
대원고속	직행좌석	1553	한신대 스킨버스정류장	사당역	46.6	45	5
화성여객	직행좌석	1560	삼성반도체정문	강남역	40.8	66	15
대원고속	직행좌석	1570	광교차고지	강남역 도시예빛	33.7	78	15
대원고속	일반	16	상산곡동 공영차고지	일원본동주민센터	28.8	190	37
대원고속	일반	32	광주	잠실	35	95	21
대원고속	직행좌석	500-1	동원대학교	잠실역1번출구	42	95	16
대원고속	직행좌석	5006	광교차고지	강남역	39.6	76	8
대원고속	직행좌석	5007	광교차고지	서울역버스환승센터	50	48	7
대원고속	직행좌석	5500-2	광교차고지	세종문화회관	46.5	54	8
대원고속	직행좌석	6800	광교차고지	압구정역3번출구	31.7	58	10
대원고속	직행좌석	6900	광교차고지	잠실롯데월드	38.5	56	13
대원고속	직행좌석	7007-1	단국대	한국거래소(구)증권선물거래소	46.1	28	7
대원고속	직행좌석	8101	단국대	강남역	27.5	135	16
대원고속	직행좌석	8201	정평수지초교-지역난방공사	신논현역BSX빌딩	33	161	16
대원고속	직행좌석	9301	상산곡동 공영차고지	서울역버스환승센터	32	115	18
대원고속	직행좌석	9600	위시티 34단지	양재역	41.8	50	9
대원고속	직행좌석	9700	킨텍스전시장	양재역	41.8	40	8
대원고속	M버스	M4108	월드반도	서울역버스환승센터	52.6	99	17
대원고속	M버스	M4403	월드반도	강남역	41	136	21
대원고속	M버스	M5414	광교마을-중심상가	강남역 나라빌딩앞	36.7	77	10
대원고속	M버스	M5422	삼성전자중앙문	강남역 나라빌딩앞	38.8	56	16
대원고속	M버스	M7412	중산마을2단지해태쇼핑 코오롱아파트	강남역	42.2	118	21
대원고속	직행좌석	1560	삼성반도체정문	강남역	40.8	84	15
대원버스	일반	101	초당고등학교	잠실역1번출구	41		13
대원버스	직행좌석	102	단국대	건대입구역	34.8	165	23
대원버스	일반	103	도촌동9단지앞	사당역	30.8	60	15
대원버스	직행좌석	1241	청덕중학교	강남역 나라빌딩앞	30.6	70	9
대원버스	직행좌석	1251	기흥구청	강남역 티월드	30.5	70	8
대원버스	일반	5	한국학중앙연구원	미천1동주민센터	20.3	50	9
대원버스	일반	70	자동차검사소-산성아파트	총량공영차고지(가상)	30.5	128	28

업체명	유형	노선번호	기점	종점	운행거리 (km)	운행횟수 (회)	운행대수 (대)
대원버스	직행좌석	9003	한국학중앙연구원	송례문	31	77	12
대원버스	일반	5	한국학중앙연구원	마천1동주민센터	20.3	50	9
대원버스	일반	70	자동차검사소산성아파트	중랑공영차고지(가상)	30.5	128	28
대원버스	직행좌석	9003	한국학중앙연구원	송례문	31	77	12
대원버스	직행좌석	9004	운중동먹거리촌	강남역 하나은행	21.5	120	11
대원버스	직행좌석	9007	운중동먹거리촌	서울역버스환승센터	33	84	10
대원버스	직행좌석	9300	도촌동9단지앞	송례문	37.4	84	14
대원버스	직행좌석	9414	중점	한국전력공사	31	66	9
대원운수	일반	1	진벌리차고지	강변역A	26	100	18
대원운수	일반	10	진벌리차고지	당고개역	32.6	0	13
대원운수	직행좌석	100	경북대학	강변역B	32.2	54	9
대원운수	직행좌석	1001	청학리	잠실역	32.5	65	9
대원운수	직행좌석	1100	차산리	신사사거리	45.6	36	10
대원운수	일반	112-1	도곡리	강변역	26.2	103	19
대원운수	직행좌석	1200	차산리	잠실역	34.3	54	8
대원운수	일반	1-4	차산리	미사리차고지	41.7	72	19
대원운수	일반	165	호평동	청량리	28.5	155	31
대원운수	직행좌석	1660	도곡리	강변역	16.8	83	8
대원운수	일반	166-1	도곡리	청량리	24.3	73	11
대원운수	일반	167	남양주유기농박물관	경동시장앞	41.5	81	15
대원운수	직행좌석	1670	도곡리	잠실역	19.9	143	11
대원운수	직행좌석	1700	도곡리	강남역	26.9	63	9
대원운수	일반좌석	330-1	비금리	현대코아	46.5	44	10
대원운수	일반	65	차산리	경동시장	33.4	110	24
대원운수	일반	65-1	차산리	석계역	34	68	17
대원운수	직행좌석	8001	대성리	강남음지병원	48.5	20	3
대원운수	직행좌석	8002	대성리	잠실역	37.3	126	18
대원운수	일반	91	진벌리차고지	강변역B	34.5	80	13
대원운수	일반	97	호평동차고지	강변역A	21.5	60	10
경기상운	일반	112-5	한솔아파트	서울아산병원	16	192	30
경기상운	일반	30	상산곡동 공영차고지	남한산성입구	38.8	144	34
경기상운	일반	30-1	상산곡동 공영차고지	남한산성입구	35.1	108	24
경기상운	일반	30-3	하남BRT	잠실역	16.2	270	31
경기상운	일반	30-5	하남BRT	잠실역	16.2	235	28
경기상운	일반	81	하남BRT	강동경희대병원	12.1	35	5
경기상운	일반	83	미사강변11단지	강동경희대병원	7.7	68	6
경기상운	직행좌석	9302	하남BRT	잠실롯데월드	23.2	54	6
진명여객	일반	118	덕정동	수유역	30.5	55	11
진명여객	일반	48	덕정동	도봉산역환승센터	23.3	18	3
평안운수	일반	12-3	정신건강증진센터	노원역	25	30	5
평안운수	일반	133	홍죽리	수유역	34.6	65	13
평안운수	일반	36	소요산	수유역	55.5	2	25
평안운수	일반	39	매화초등학교	개봉역	39	59	14
평안운수	일반	5	홍죽리	도봉소방서	23.9	98	16
평안운수	일반	7	정신건강증진센터	노원구청	24.5	138	27
명진여객	일반	10	공영차고지	도봉산역환승센터	12.4	151	15
명진여객	일반	10-1	민락동차고지	수유역	21.2	84	12
명진여객	일반	10-2	민락동차고지	도봉산역	12.8	68	5
명진여객	일반	1-1	송산동	강변역	31.5	187	35

업체명	유형	노선번호	기점	종점	운행거리 (km)	운행횟수 (회)	운행대수 (대)
명진여객	일반	111	송산동	종로1가	34.3	66	15
명진여객	일반	1-2	공영차고지	강변역	34.8	34	7
명진여객	일반	34	불광동시외	의정부시외	23.8	91	13
명진여객	일반	360	불광동시외	의정부시외	25	63	9
명진여객	일반	72-1	공영차고지	노원역	13.6	168	21
경원여객	M버스	M6410	미추홀외고	강남역 서초현대타워앞	49.8	90	15
경원여객	일반좌석	5609	자유센터	여의도환승센터	30.6	90	15
경원여객	직행좌석	3100	신안산대학교	강남역 서초현대타워앞	39.8	41	10
경원여객	직행좌석	3101	신안산대학교	강남역 서초현대타워앞	39.9	39	9
경원여객	일반좌석	301	본오아파트앞	여의도환승센터	37.9	63	13
경원여객	일반좌석	320	경원여객	여의도환승센터	46.2	90	20
경원여객	일반좌석	5601	경원여객	여의도환승센터	46.7	41	9
신성여객	M버스	M7111	산내마을68단지	서울역·YTN	44.8	104	17
신성여객	직행좌석	200	신성교하차고지	합정역	45.2	85	17
신성여객	직행좌석	2000	신성교하차고지	서울역·YTN	45.6	140	28
신성여객	직행좌석	2200	맥금동종점	합정역	57	96	16
신성여객	직행좌석	9000	신성교통차고지	신성터미널	49.2	20	4
신성여객	직행좌석	9030	신성교통차고지	영등포소방서타임스퀘어	48.8	72	12
신성여객	직행좌석	9710	문산차고지	서울역·YTN	43.1	75	15
신성여객	일반	56	신성교하차고지	김포공항국내선	31.1	84	14
신성여객	일반	99	신성교통차고지	서울역·YTN	36	90	15
신성여객	일반	100	불광동시외버스터미널	한비아파트정문	22.4	75	9
신성여객	일반	150	맥금동종점	김포공항국내선	41	120	24
신성여객	일반	333	신성교통차고지	구파발역2번출구	41.5	35	7
신성여객	일반	567	신성교통차고지	신촌기차역	41.3	96	24
명성운수	직행좌석	1000	대화동	서울역·YTN	26.9	247	38
명성운수	직행좌석	1082	내유동종점	영등포소방서타임스퀘어	33.5	186	31
명성운수	직행좌석	1100	고양공영차고지	서울역·YTN	34.8	46	8
명성운수	직행좌석	1200	탄현동종점	서울역·YTN	32.8	160	28
명성운수	직행좌석	1500	교하차고지	영등포소방서타임스퀘어	43.1	110	22
명성운수	직행좌석	1900	일산터미널	서울역·YTN	32.2	64	11
명성운수	직행좌석	9700	킨텍스제2전시장	양재역	41.8	35	7
명성운수	일반좌석	108	일산터미널	여의도역	36.8	35	6
명성운수	일반좌석	770	고양공영차고지	신촌기차역	26.9	54	9
명성운수	일반좌석	800	내유동종점	신촌오거리·현대백화점	33.7	97	16
명성운수	일반좌석	830	고양 공영차고지	영등포소방서타임스퀘어	34.8	135	24
명성운수	일반좌석	870	대화동	영등포소방서타임스퀘어	30.5	78	13
명성운수	일반좌석	871	성석동	신세계백화점	37.6	44	8
명성운수	일반좌석	921	탄현동종점	신촌오거리·현대백화점	35.2	100	20
명성운수	일반	66	교하차고지	디지털미디어시티역	35.1	143	30
명성운수	일반	72	대화동	신촌전철역·현대백화점	27.9	79	14
화영운수	일반	1	거모동	개봉역	36.6	135	28
화영운수	일반	2	옥길동차고지	안양역	17.6	160	20
화영운수	일반	11	화영운수차고지	안양역	21.6	77	11
화영운수	일반	11-1	중앙하이츠아파트	여의도환승센터	13.3	153	17
화영운수	일반	11-2	소하동광명동굴입구	여의도환승센터	17	119	17
화영운수	일반	17	광명동굴	개봉역	16.4	168	21
화영운수	일반	21	화영운수차고지	가산디지털단지역	7.5	140	10

업체명	유형	노선번호	기점	종점	운행거리 (km)	운행횟수 (회)	운행대수 (대)
화영운수	일반	22	고속철도광명역	개봉역	13.9	144	16
화영운수	일반	27	화영운수차고지	독산역	10.1	170	17
화영운수	일반	39	매화초등학교	개봉역	16.3	130	13
화영운수	일반	100	도덕산도시자연공원	개봉역	5.1	95	5
화영운수	일반	101	화영운수차고지	석수역	11.8	180	20
보영운수	직행좌석	3030	군포공영차고지	신사역	31.3	80	80
보영운수	일반	503	남대문	광명공영차고지	48	87	15
보영운수	일반	5534	광명공영차고지	여의도	28	114	14
보영운수	일반	5630	광명공영차고지	목동역	28	101	13
보영운수	일반	5714	광명공영차고지	이대입구	42	189	33
보영운수	일반	11-1	충훈부중점	정금마을	23.5	114	15
보영운수	일반	11-2	군포공영차고지	갯마을앞	25.1	168	24
보영운수	일반	11-3	현대아파트	잠실종합운동장	26.1	172	27
보영운수	일반	11-5	군포공영차고지	갯마을앞	26.4	174	26
보영운수	일반	19	환경사업소	서초구청	7.2	48	3
보영운수	일반	917	군포공영차고지	잠실종합운동장	33.7	84	18
강화운수	직행좌석	3000	강화터미널	신촌역2호선	53.7	116	29
강화운수	일반	2	마곡·하성중점	송정역	27.7	90	10
강화운수	일반	88	강화터미널	신세계백화점	50.5	106	23
강화운수	일반	388	하늘빛마을일성트루웰	석수역1호선	39.8	95	19
신성운수(주)	일반	85	고양동중점	송정역	33.6	102	17
신성운수(주)	일반	34	불광동시외버스터미널	의정부시외버스터미널	23.8	91	13
신성운수(주)	일반	55	불광동시외버스터미널	현대백화점	30.2	26	4
신성운수(주)	일반	85-1	고양동중점	송정역	30.5	54	9
신성운수(주)	일반	330	고양동중점	불광역	17.9	88	8
신성운수(주)	일반	360	불광동시외버스터미널	의정부시외버스터미널	25	63	9
경진여객운수(주)	직행좌석	7770	수원역	사당역24호선	26.8	301	35
경진여객운수(주)	직행좌석	7780	고색파출소·종합공구단지	사당역	34.4	138	17
경진여객운수(주)	직행좌석	7790	수원대학교	사당역	37.7	71	16
경진여객운수(주)	직행좌석	7800	수원대학교	사당역	38.8	157	35
경진여객운수(주)	직행좌석	7900	호매실동차고지	서울역버스환승센터	53	40	10
경진여객운수(주)	일반	777	수원역 AK프라자	사당역	27.7	204	34
진흥고속(주)	직행좌석	1330-2	가평터미널	현대코아	50.8	21	6
진흥고속(주)	직행좌석	1330-4	현리터미널	청량리역환승센터	59.4	25	7
진흥고속(주)	직행좌석	1330-44	운악산입구	현대코아	66.9	15	5
진흥고속(주)	직행좌석	8005	유명산중	현대코아	61.1	4	1
용남고속	직행좌석	3000	수원역	강남역 나리빌딩앞	37.7	100	19
용남고속	직행좌석	3002	수원버스터미널	강남역역삼세무서	38.8	56	9
용남고속	직행좌석	3007	수원버스터미널	강남역역삼세무서	40.5	120	26
용남고속	직행좌석	5100	시색의광장	신논현역·금강빌딩	49.8	124	22
용남고속	직행좌석	7000	경희대학교	사당역	39.5	98	20
용남고속	직행좌석	7001	수원버스터미널	사당역	35.3	62	11
용남고속	직행좌석	7002	수원버스터미널	사당역	33.3	42	7
용남고속	직행좌석	8800	수원버스터미널	서울역·YTN	51.4	55	10
(주)용남고속버스타인	직행좌석	3003	수원여자대학교입구	강남역 나리빌딩앞	32.5	84	17
(주)용남고속버스타인	직행좌석	3900	벌터마을래미안영동 마크원2단지	양재역	43	10	2
(주)용남고속버스타인	직행좌석	5300	갈곶동·오산	신논현역·인터파크	51.3	85	22

업체명	유형	노선번호	기점	종점	운행거리 (km)	운행횟수 (회)	운행대수 (대)
선진 시내버스	직행좌석	3100	양재역	대진대.학생회관	50.5	88	19
선진 시내버스	직행좌석	3200	반월아트홀.여성회관	청량리역환승센터	48	56	14
선진 시내버스	직행좌석	3500	차의과대학	왕십리역	44.5	70	15
선진 시내버스	직행좌석	3600	양지마을후문입구	강남역12번출구	43.3	35	10
경남여객	직행좌석	5000	명지대앞	서울역버스환승센터	59.6	78	18
경남여객	직행좌석	5001	명지대앞	신논현역.주류성빌딩	47.7	82	15
경남여객	직행좌석	5000-1	명지대앞	신논현역.주류성빌딩	46.3	78	13
경남여객	직행좌석	5002	명지대앞	신논현역.주류성빌딩	52.4	82	15
경남여객	직행좌석	5003	명지대앞	신논현역.주류성빌딩	48.2	95	18
경남여객	직행좌석	5005	명지대앞	서울역버스환승센터	52.6	77	16
경남여객	직행좌석	5600	명지대앞	테크노마트앞강변역	49.7	66	14
경남여객	직행좌석	5700	명지대앞	테크노마트앞강변역	53.6	40	8
(주)환상여객	직행좌석	6001	우남퍼스트빌	강남역	37.4	80	15
성우운수	일반좌석	900	영통회차장	보라매공원	41.3	134	30
신일여객	일반	17	서영대학교	불광동시외버스터미널	37	50	11
신일여객	일반	30	적성버스터미널	불광동시외버스터미널	60	60	14
신일여객	일반	31	광탄참거리	불광동시외버스터미널	40.7	54	9
성광운수 유한회사	일반	98	대장공영차고지	목동역.목동오거리	16.8	73	10
삼영운수	일반	1	숲속마을35단지	봉천사거리서울대역 입구역	28.2	75	15
삼영운수	일반	1-1	월암중점	사당역	25.7	96	16
삼영운수	일반	5	통미마을	당중초등학교	25.7	126	21
삼영운수	일반	9	충훈부중점	충훈부중점	18.3	175	21
삼영운수	일반	9-3	충훈부중점	충훈부중점	17.8	200	23
삼영운수	일반	51	대원아파트	구로디지털단지역 환승센터	19.4	180	20
포천교통	일반	72	경복대입구	수유역.강북구청	46.9	84	21
포천교통	일반	72-3	하성복2리	방학사거리	33.1	62	13
금강고속	일반	2000-1	양평터미널	강변역A	54.6	9	5
금강고속	일반	2000-2	양평터미널	잠실롯데월드	49.6	6	2
제부여객	직행좌석	1008	현대기아연구소	사당역	49.8	36	6
제부여객	직행좌석	1550-3	동탄차고지	신논현역.영신빌딩	42.6	8	4
김포운수(주)	M버스	M6117	복합환승센터.한가람 솔터마을	서울역	37	136	27
김포운수(주)	직행좌석	M6427	복합환승센터.한가람 솔터마을	강남역	44.3	40	8
김포운수(주)	직행좌석	1004	완정사거리	시청앞	42	48	8
김포운수(주)	직행좌석	8000	양곡버스정류장	신세계백화점	39.85	90	15
김포운수(주)	직행좌석	8600	한가람우미린아파트	서울시청	44.1	85	17
김포운수(주)	직행좌석	8601	대포리차고지	서울시청	44.2	96	16
파주선진주식회사	M버스	M7426	가람마을346단지	양재역.양재1동주민 센터	56.04	40	10
파주선진주식회사	M버스	M7625	가람마을346단지	여의도역	50.16	35	8
가온누리엠	M버스	M7106	대화역	서울역.YTN	28.99	133	20
일산엠버스	M버스	M7119	위시티34단지	위시티34단지	34.9	140	20
성남시내	직행좌석	9607	구미동	청담동사거리	31.6	72	12
소신여객	일반	700	상동차고지	63빌딩.가톨릭대학교 여의도성	26	84	17
소신여객	일반	3	소사공영차고지	김포공항국내선	18.5	15	78
소신여객	일반	12	계수동중점	김포공항국내선	23.5	10	55
소신여객	일반	23	화곡역	화곡역	15	25	150

업체명	유형	노선번호	기점	종점	운행거리 (km)	운행횟수 (회)	운행대수 (대)
소신여객	일반	33	송내역(광장외측)	화곡역.에이스정형외과앞	15	6	36
소신여객	일반	70	상동차고지	당산역	26.5	19	95
소신여객	일반	70-2	부천북부역	국회의사당	21.5	37	222
소신여객	일반	70-3	상동차고지	경방타임스퀘어신세계백화점	23	24	144
소신여객	일반	71	소사공영차고지	방화사거리	18.7	18	90
소신여객	일반	220	소사공영차고지	김포공항국제선	17	8	46
시흥교통	일반좌석	3200	능곡공영차고지	강남역 서초현대타워앞	55.4	42	10
시흥교통	일반	510	산업기술대경기과기대	여의도환승센터	38	28	6
시흥교통	일반	520	시흥고등학교	천왕역	20.5	24	11
시흥교통	일반	530	시흥시청후문.종합일자리센터	여의도환승센터	30.3	19	4
시흥교통	일반	5602	이마트	구로디지털단지역 환승센터	33.5	45	9
도원교통	일반	50	송내역남부	방화중학교	17	204	24
도원교통	일반	50-1	송내역(광장내측)	방화중학교	22	126	17
성남시내	일반	50	상탑동	복정역환승센터	15	144	20
성남시내	일반	82	모란역	복정역환승센터	13	12	12
성남시내	일반	100	상대원	잠실역1번출구	20.4	36	6
선진버스	좌석	20	하늘빛마을일성트루웰	롯데몰.김포공항	22.2	150	13
선진버스	좌석	22	양곡버스정류장	송정역	26.7	175	15
부일교통	일반	52	온수남부역	부개6단지후문	10.4	160	16
부일교통	일반	57	풍림아파트	온수남부역	5.1	150	8
부일교통	일반	57-1	옥길동입구	온수남부역	4.2	140	6
청우운수	일반	59	부천소풍터미널	화곡역	13.5	111	13
청우운수	일반	59-1	아인스월드	화곡역	13.6	111	13
부천버스	일반	10	옥길동입구	여의도환승센터	18.8	225	25
부천버스	일반	83	대장공영차고지	여의도환승센터	25.5	198	33
부천버스	일반	88	대장공영차고지	여의도환승센터	34.2	290	65
부천버스	일반	88-1	송내역남부	대장공영차고지	25.9	5	0



3) 경기도 시내버스 연식별 배출계수

(단위 : g/km)

구분		96연식	97연식	98연식	99연식	00연식	01연식	02연식	03연식	04연식	05연식	06연식	07연식	08연식	09연식	10연식	11연식	12연식	13연식	14연식			
시내 버스	CNG	CO				5.7681	5.7681	5.7681	0.6887	0.6887	0.6887	0.0689	0.0689	0.0689	0.0689	0.0689	0.0689	0.0689	0.0689	0.0689	0.0689		
		NOx				6.5266	6.5266	6.5266	4.1533	4.1533	4.1533	4.1533	4.1533	4.1533	4.1533	2.3733	2.3733	2.3733	2.3733	2.3733	2.3733	2.3733	
		VOC				5.4992	5.4992	5.4992	3.8072	3.8072	3.8072	3.8072	3.8072	3.8072	3.8072	3.8072	3.8072	3.8072	3.8072	3.8072	3.8072	3.8072	
기타 버스	경유	CO	5.1248	5.1248	5.1248	5.1248	3.1377	3.1377	3.1377	3.1377	2.1964	2.1964	1.5688	1.5688	1.5688	1.5688	1.5688	1.5688	1.5688	1.5688	1.5688	1.5688	
		NOx	13.5658	13.5658	11.0992	11.0992	7.3995	7.3995	7.3995	7.3995	6.1663	6.1663	6.1663	6.1663	6.1663	6.1663	6.1663	6.1663	6.1663	6.1663	6.1663	6.1663	6.1663
		PM	0.6507	0.6507	0.3615	0.3615	0.2169	0.2169	0.1446	0.1446	0.1446	0.1446	0.0289	0.0289	0.0289	0.0289	0.0289	0.0289	0.0289	0.0289	0.0289	0.0289	0.0289
		VOC	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.6006	0.6006	0.4186	0.4186	0.4186	0.4186	0.4186	0.4186	0.4186	0.4186	0.4186	0.4186



## Abstract

---

### A Win-Win Approach for PM and NO<sub>x</sub> Emissions Reduction from City Buses in the Seoul Metropolitan Area

WoonSoo Kim · Seungjun Kim · Jeong-Ah Kim

In recent years, societal concern regarding the exhaust emissions from motor vehicles has intensified. Diesel exhaust pollutants have become a particular concern, with the identification of constituent contaminants classified as human carcinogens in 2012 by the U.S. Environmental Protection Agency (EPA) and the UN World Health Organization's (WHO) International Agency for Research on Cancer (IARC). Moreover, nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>) concentration seems to be one of the key problems threatening air quality in cities.

Although numerous debates have arisen in the face of the real-world emission properties of diesel vehicles, transport still represents a major source of PM and NO<sub>x</sub>, with emission inventory database in Seoul Metropolitan Area, as shown Clean Air Policy Support System (CAPSS). Hence, policy options have been developed for the emission properties of on-road diesel vehicles that can meet SMA's ongoing regulations regarding exhaust-emission-reduction compliance. Converting diesel city buses to compressed natural gas (CNG) would be one way of reducing PM and NO<sub>x</sub> emissions in compliance with SMA. Such a policy has been developed, and implemented for diesel-fuel city buses.

However, consideration was not given to city buses along the routes in-and-out of the Seoul administrative district. City buses along these routes seem to be an additional factor to worsen air quality in the SMA due both to operation of old diesel vehicles as well as long-distance

trips. To make the Seoul Metropolitan Area's air cleaner and more breathable for all citizens, dynamic and flexible policy options for converting diesel city buses to CNG will be essential.

When evaluating the choice of city buses, there are many factors to consider, both economic as well as environmental, such as efficiency, air quality, and climate change. This study focuses only on the environmental considerations. Then, as for the choices of converting diesel city buses to CNG, only environmental performance need be compared. The purpose of this research is then to encourage the mutual benefit of PM·NO<sub>x</sub> emission reduction from city buses operated on routes in-and-out of the administrative district in the SMA. The PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> and NO<sub>x</sub> emission contributions within the boundary of Seoul due to Incheon city buses along the routes in-and-out administrative district constitute 0.13ton/year, 0.12ton/year, and 63.4ton/year, respectively. Correspondingly, the PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> and NO<sub>x</sub> emissions within the Seoul boundary due to city buses from Gyeonggi Province are 2.4ton/year, 2.2ton/year, and 503.7ton/year, respectively. These figures are substantial evidence for making air clean and sustainable through the cooperation of local governments with the government in the SMA.

The following policy options are therefore recommended to facilitate the reduction of excessive PM and NO<sub>x</sub> emissions from on-road diesel city buses; 1) Make converting diesel to CNG for city buses sustainable via financial aid, possibly by covering the price gap between diesel and CNG bus; 2) Support a bus retrofit program by flexibly upgrading excessively emitting city buses to less emitting ones or new CNG buses; 3) Re-adjust the diesel-fuel discharging fee by levying PM and NO<sub>x</sub> pollutants, and allowing distribution of these funds to programs promoting CNG buses in SMA; 4) Enforce stringent emission testing programs to measure reduction of PM and NO<sub>x</sub> emissions, and follow-up management monitored functionally during the inspection and checkup of on-road diesel city buses; 5) Implement an integrated PM and NO<sub>x</sub> emission management system for city bus operating companies along the routes in-and-out of the administrative district; 6) Introduce a new PM and NO<sub>x</sub> emission grading system for diesel

buses, thereby encouraging clean buses to be well operated; 7) Install more CNG stations, thereby encouraging use of CNG buses; 8) Build a park-and-ride system for bus routes in-and-out of the administrative district to discourage automobile use; 9) Introduce new evaluation systems to enable the accelerated retirement of old diesel bus and their conversion to clean CNG buses, in case of deciding new in-and-out administrative district routes; and 10) Establish a realistic and effective consensus-based governance system for reducing PM and NOx emission from old diesel city buses; and Finally to make the above recommendations easier to implement, 'role definition' would be identified for sustainable clean air in SMA.



## Contents

---

### 01 Introduction

- 1\_Background and Purpose
- 2\_Research Framework

### 02 The Dimensions of Diesel City Buses in SMA

- 1\_Registration of City Buses
- 2\_Operation Condition of City Buses

### 03 PM·NOx Emission Calculation from City Buses

- 1\_Emission Inventories of Mobile Source
- 2\_Calculation of PM·NOx Emissions from City Buses

### 04 Policy Issues on PM and NOx Emission of City Buses in SMA

- 1\_Incentive System Policy on CNG Buses Conversion
- 2\_Low Emission Policy on City Buses in SMA
- 3\_Implications

### 05 Case Study on Emission Management of Foreign City Buses

- 1\_Cases Study on Emission Management
- 2\_Implications

## 06 Win-Win Approach for PM and NOx Emission Reduction in SMA

1\_Requirements of Win-Win Approach Consideration

2\_Enforce-based Approach

3\_Route Decision-based Approach

4\_System-based Approach

References

Appendices



---

서울연 2016-OR-14

서울시 행정 경계 유출입  
시내버스 배출량 분석과  
저공해화 협력 방안

발행인 \_ 김수현

발행일 \_ 2016년 10월 19일

발행처 \_ 서울연구원

ISBN 979-11-5700-162-0 93530 8,000원

06756 서울특별시 서초구 남부순환로 340길 57

---

본 출판물의 판권은 서울연구원에 속합니다.