

(연구논문)

오염물질 초과배출 노후자동차의 조기폐차 유도 및 지원 방안

A Study on Implementing Accelerated Retirement of
Excessive Polluting Old-Vehicles in Seoul

김운수* · 장지희** · 정주영***

목 차

- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| I. 머리말 | IV. 노후자동차 조기폐차 유도·지원방안 |
| II. 노후자동차의 오염물질 배출특성 및 관리현황 | V. 맺는말 |
| III. 선진외국의 조기폐차 사례분석 | |

ABSTRACT

WoonSoo Kim · Jee-Hui Jang · Ju-Young Jeong

Recent studies demonstrate that emission levels are not equal, even among vehicles of the same model and year. For example, half of the vehicles in Seoul city contributes less than 50% of the total CO, HC, and PM levels while vehicles, just passed the warrant periods of emission-related parts, often violate the emission standards in law. Thus it is indicated that policies which deal with all kinds of vehicles equally or that target new low emission vehicles, are less likely to be cost-effective than those which recognize the importance in I/M programs and those that target poorly maintained old vehicles. In order to achieve benefits by reducing pollutant emissions from those poorly maintained old vehicles, the aim of this study is given to the implementation of accelerated retirement program of excessively polluting old-vehicles. Evaluating the old-vehicles' retirement program and assessing general options that can improve urban air quality, both economic cost and environmental benefit are analyzed. Such program works on the assumption that older vehicles produce a significant proportion of vehicle emissions, because those vehicles are not well maintained to meet the current stringent vehicle-in-use emission standards. According to the Motor Vehicle Emission Research Laboratory(MVERL)'s experiment survey(1997) on emission patterns, ratio of violating emission standards matches accumulated VKTs. With replacing old vehicles through the accelerated retirement of excessive polluting vehicles, a total of 36,612 are assumed to be the target. The calculated benefit of pre-1988 vehicles retirement would result in doubling reduction of emission ratio compared to the ratio of those vehicle fleets. Application of old vehicles' scrapping in Seoul, however, needs a mixture of other auxiliary schemes such as enforcement of automobile manufactures' producing/selling low-emission vehicles within fixed ratio, emission inspection and maintenance system with efficiently checking excessively polluting vehicles, and endowment of emission reduction credits.

* 서울시경제발전연구원 도시환경연구부 연구위원
 ** 서울시경제발전연구원 도시환경연구부 위촉연구원
 *** 서울시경제발전연구원 도시환경연구부 위촉연구원

I. 머리말

1. 연구배경

승용차를 이용하게 되면 원하는 목적지까지 빠르고 저렴하며 손쉽게 도착할 수 있다는 사고방식이 어느덧 고착화되어 있다. 그러나 도시화의 급속한 진행과 광역교통체계의 구축에 따른 교통수요, 특히 자동차 통행량 증가로 인한 교통혼잡은 도로변 소음, 대기오염 등 도시환경의 악화와 막대한 외부불경제를 초래하여 시민 「삶의 질」 향상의 저해요인으로 등장하고 있음은 주지의 사실이다.

서울시의 경우, 1980년대 이후 자동차 보유대수의 급격한 증가율을 보이고 있으며, 1988년 12월 현재 서울시 등록차량은 약 220만대로 전국 등록차량의 24%가 서울에 집중되어 있다. 특히 첨두시간대에는 서울 외곽지역으로부터의 유입·유출 통행량의 집중으로 인해 서울 도심지역의 평균 주행속도는 1980년 30.8km/h, 1990년 20.2km/h, 1992년 18.6km/h, 1996년 14.5km/h 등으로 지속적으로 감소하고 있다. 이와 관련하여 자동차 배출가스로 인한 대기오염물질 배출량은 1994년에 약 35만톤으로, 총 대기오염물질 배출량의 77.2%를 차지하였으나, 1997년에는 85.7%를 차지하고 있다. 이와 같은 현상은 국내·외 대도시가 경험하고 있는 보편적인 것이나, 자동차 배출가스에 기인한 대기오염문제는 더욱 심각할 전망이다(서

윤시, 1999).¹⁾ 이와 같이 자동차에서 배출되는 대기오염물질로 인한 대기질 악화와 시정장애 현상은 서울시민들의 체감오염도 개선에 걸림돌로서 작용하게 된다.

한편 지금까지의 자동차 유발 대기오염물질의 배출량 관리는 신규 제작차 관리, 운행자동차 배출가스 검사, 교통수요관리, 그리고 연료질 개선 등으로 분류할 수 있으나, 신규 제작차를 대상으로 보다 엄격한 배출허용기준 규정을 적용함으로써, 신규 기술의 개발·도입에 역점을 두어왔다. 그러나, 신규 출고되는 자동차에 의한 배출량 저감효과에 비해 전체 운행자동차에 의한 배출총량은 그다지 감소되지 않고 있다. 이는, 노후 차량으로 인한 오염물질 초과배출과 차량당 주행거리 증가가 제공해 신규차량의 배출저감 효과를 상쇄하는 경향이 있기 때문이다(White, 1982). 특히 노후 자동차의 적절한 유지관리가 병행되지 않는 한, 연료소비의 비효율성과 낮은 출력으로 인하여 오염물질의 배출량은 현저하게 증가하게 된다.

그러나 아직까지 우리 나라에서는 소유·운행의 경제적 가치에 비해 초과배출에 의한 환경비용이 훨씬한 노후자동차의 뚜렷한 폐차시기 내지는 사회적으로 적절한 시점에서의 폐차유도를 다루는 관련연구가 아직 미약한 수준에 머물고 있다. 이에 오염물질 초과배출 요인인 노후자동차의 적정관리는 현재와 같은 서울시 대기오염 배출원 관리의 새로운 계기를 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

1) OECD 국가의 경우 이동오염원에 의해 오존전구물질인 질소산화물(NOx)과 탄화수소(HC)의 40~60%, CO 70~80%, SOx 4%, 분진 14%, 그리고 CO₂ 배출량의 약 1/3을 차지하는 것으로 추정되고 있다(OECD, 1999). 한편 미국의 경우 OECD와 비슷한 분포를 보이고, 특히, 도시지역의 경우에는 교통부문의 오염기여도가 시골지역보다 더 높게 나타나고 있으며, 예컨대 L.A.의 이동오염원은 CO 96%, NOx 72%, 그리고 VOC 배출량의 52%를 차지하고 있다(Cameron, 1999).

2. 연구목적

현대문명의 제반 특성을 대변·총칭하는 하나의 용어로서 '자동차 문화의 홍수'라는 표현이 자주 사용되고 있다. 그 만큼 자동차가 일상생활에서 차지하는 비중이 증대됨을 반영하며, 또한 자동차 이용에 수반된 편익·비용효과 모두 상당함을 역설적으로 암시하는 반증용어(反證用語)라고 할 수 있다. 그러나 문명의 이기(利器)라고 할 수 있는 자동차에 의한 환경적 외부효과로 인한 부정적인 부정적 영향이 관심의 대상이 되고 있다.

이러한 현상을 반영하듯 국내·외 대도시가 겪고 있는 공통적인 현상중의 하나는 자동차에 의한 대기오염의 심화이다. 이에 자동차 유발 대기오염을 저감하기 위하여 다방면의 시도가 행해지고 있으나, 자동차의 총량증가 및 주행거리 증대 등으로 실제적인 성과는 그다지 많지 않은 것으로 분석되고 있다.

그러나 차량이 오래되고 주행거리(VKT)가 많은 노후자동차의 경우 자동차 유발 한계 배출량은 더욱 증대하게 됨을 감안하면, 선진외국의 경우와 같이 노후자동차 조기폐차제도의 시행 검토가 필요한 시기임을 알 수 있다. 노후자동차의 조기폐차제도 도입은 궁극적으로 도시지역 대기오염 기여도의 절대적인 비중을 낮추고, 또한 폐차에 따른 사회·경제적 비용과 대기오염 저감에 따른 편익간 형평을 도모함에 있다. 즉 노후자동차 조기폐차제도를 시행할 경우에 논의될 수 있는 경제성·환경성간 균형점을 어떻게 추구할 수 있는가에 대한 의문사항의 해답을 제시하는 것이다. 이러한 의미에서 도시의 지속가능성 모색의 일환으로서, 오염자 부담원칙 개념을 고려한 자동

차 소유·운행의 사적 비용과 사회적 비용간 통합연계의 당위성은 한층 요구됨을 알 수 있다.

이에 본 연구는 서울시 대기오염 저감을 위한 정책개발의 일환으로서 오염물질 초과배출 노후자동차의 조기폐차 유인에 따른 대기환경 개선효과와 평가에 주안점을 두며, 연후에 조기폐차제도 시행의 경제적 타당성을 분석하고자 한다. 이를 위해 본 연구에서는 먼저 서울시에 등록된 자동차의 차종별·차령별 보유현황을 파악하고 노후자동차 유발 오염물질의 배출특성 및 관리현황을 분석하기로 한다. 또한 선진외국에서 시행중인 노후자동차 조기폐차제의 도입·시행과정·저감효과 등을 조사·평가를 통해 향후 서울시 노후자동차 조기폐차제 적용방안의 타당성 검토 및 단계별 시행방안을 제시하고자 한다.

다만, 본 연구를 진행함에 있어 자동차의 노후기간별 오염물질 배출특성을 분석할 수 있는 자료가 현실적으로 제한되어 있음을 감안하여 노후자동차 조기폐차에 따른 CO, HC, 그리고 PM의 배출량 저감 효과분석에 중점을 두기로 한다. 한편으로는 노후자동차 조기폐차의 전면적 시행에 중점을 두기보다는, 이러한 제도가 가지는 배출량 저감효과의 분석(환경성 평가)에 초점을 두기로 한다.

Ⅲ. 노후자동차의 오염물질 배출특성 및 관리현황

1. 노후자동차의 오염물질 배출특성

1) 초과배출 요인분석

배출가스 보증기간이 경과한 차량은 기계적 노

후화와 배출가스 관련부품의 열화로 인하여 배출가스를 과다 배출하게 됨이 일반적이다. 휘발유·가스사용 차량의 경우 배출가스를 70% 이상 정화하는 삼원촉매장치가 부착되어 있으나, 대기환경보전법상 장치의 내구연한이 5년 또는 80,000km로 설정되어 있어 국내 운행중인 승용차의 약 40% 정도는 내구연한이 경과된 장치가 부착되어 운행중인 것으로 추정된다.²⁾ 그러나 경유 차량의 경우 실용화된 배출가스 정화장치가 없을 뿐만 아니라 배출가스 정기검사시에 무부하 정지가동 조건에서 일부 배출가스(CO, HC, 매연)만을 측정하기 때문에 오염물질을 과다 배출하는 차량을 적절히 선별, 관리할 수 없는 실정이다.³⁾

2) 배출가스 보증기간 전·후의 배출량 비교

1990년 이후 생산된 차량 중 배출가스 보증기간이 초과된 임의의 차량 45대(휘발유 37대, LPG 8대)를 선택한 후에 연식, 차종 및 누적주행거리별 오염물질 배출량을 측정하고 부품을 순차적으로 교환하면서 저감효과를 비교·분석한 결과에 의하면 보증기간 초과차량의 배출가스 초과 배출률이 높게 나타나고 있다(<표 2-1> 참조).

특히 보증기간 이내의 차량은 1.73g/km인데 반해, 보증기간 초과차량은 3.92g/km로 2배 이상의 오염물질을 배출하고 있음을 알 수 있다. 이와 같이 휘발유승용차는 배출가스 보증기간이 초과함에 따라 기관의 노후화 및 배출가스 관련부품 등

이 열화에 기인하여 오염물질의 배출량이 증가한 것으로 분석된다.

<표 2-1> 배출가스 보증기간에 따른 배출량 및 초과율

구 분		CO	HC	NOx	총배출량
이 내	배출량(g/km)	1.30	0.18	0.25	1.73
	초과율(%)	15.8	12.6	6.1	22.7
초 과	배출량(g/km)	2.96	0.42	0.54	3.92
	초과율(%)	65.3	46.9	24.5	77.6

자료 : 자동차공해연구소(1997).

3) 누적주행거리 증가에 따른 배출량 비교

자동차 유발 오염물질의 배출패턴은 주행거리(VKT)에 비례함이 일반적이다. 특히 누적주행거리에 따른 오염물질 배출량을 조사한 결과에 의하면, 2만km 이내의 차량은 기준대비 32.3%~60.6%를, 6만~8만km 차량은 기준대비 66.1%~116%, 12만km 이상의 차량은 기준대비 85.5%~180.0%로서 누적주행거리가 증가할수록 노후화와 열화에 따라 <표 2-2>와 같이 오염물질의 배출

<표 2-2> 누적주행거리에 따른 평균 배출량(휘발유)

마일리지 (x10000km)	CVS-75 Model(g/km)			Sample(fleet)
	CO	HC	NOx	
0~2	0.86	0.15	0.20	146
2~4	1.24	0.18	0.23	28
4~6	1.97	0.21	0.34	46
6~8	2.10	0.29	0.41	22
8~10	2.50	0.42	0.56	19
10~12	3.34	0.32	0.51	14
12~	3.16	0.45	0.53	16

자료 : 자동차공해연구소(1997).

2) 2000년 이후 자동차부품 보증기간이 10년·16만km로 변화되어 적용되나, 이는 신규 출고 자동차에 해당되는 규정으로서, 현재 고려중인 초과배출 노후자동차의 조기폐차 유인에 의한 배출량 저감효과와는 상관성이 적다.

3) 1996년을 기준으로, 7년 이상된 노후차량은 전국적으로 약 89만대에 달하는 것으로 집계되었으며, 정부는 이와 함께 1996년 7월부터 1년간 7년 이상된 차량을 폐차한 뒤 신차를 구입하는 소비자는 특소세액의 30%를 감면하는 방안을 발표한 바 있다. 그리고 수출을 위해 중고차량을 매입하는 경우 폐차된 지이용차원에서 매입금액의 10%에 대해 매입세액 공제혜택을 부여하기로 했다(한겨레신문, 6/23/1996). 그러나 노후차량의 오염물질 초과배출 가능성은 인지하고, 또한 폐차유인 동기의 제공과 같은 유인책을 모색하고 있으나, 초과배출 운행자동차를 실제적으로 관리할 수 없어 뚜렷한 성과는 나타나지 않고 있다.

량도 상대적으로 증가하는 것으로 분석되고 있다. 이에 운행자동차의 내구연한 기간동안에 적절한 유지관리가 병행되지 않는 한, 누적주행거리 증가는 오염물질의 초과배출 요인이 됨을 알 수 있다.

2. 서울시 운행자동차 관리현황

1) 운행자동차 현황

가솔린 승용차의 경우 촉매장치가 부착된 1988년 이후 차량과 이전차량의 보유비율이 각각 98.4%, 1.6%로서 촉매장치가 부착되지 않은 차량은 2만6천여대에 달하고 있다. 1988년 이전에 등록된 특수차는 52.6%(530여대)로 10년이상 경과된 휘발유차는 2.3%(4만5천대)에 이르며, 보유비율로 보면 1988~1997년식이 65.3%를 차지하고 있다. 반면 LPG자동차는 1994년~1998년식이 주류를 이루어 비교적 노후정도가 짧으며 단위기간 동안의 교체빈도가 높게 나타나고 있다.

특히 1986년의 경우 운행차 배출허용기준이 강화되기 시작한 시점인 1988년 이전에 제작된 차량이 11.1%(약 960대)로서, 차량의 내구연한이 종료되는 8년을 경과한 차량군에 해당되는 시내버스가 조기폐차의 대상이었으나, 현재 약 0.1%인 12대에 불과해 1991년 이후로 계속적인 고출력버스로 보급하면서 많은 차량이 폐차된 것으로 판단된다.

〈표 2-3〉 차량별 폐차율 현황

모형	1988	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	총계
비율 (%)	0.4	1.4	3.4	20.9	24.6	26.7	12.1	5.3	2.8	1.5	0.7	0.2	100

자료 : 자동차공해연구소(1997).

한편 현행 배출가스 보증기간(5년 또는 8만 km)을 초과한 범위에서 약 50% 이상 폐차되고 있는 바, 배출가스 초과발생 억제측면에서 보증기간을 확대할 필요가 있다. 국립환경연구원 자동차공해연구소의 잠정추정에 의하면, 배출가스 보증기간의 설정을 누적주행거리와 연식을 고려하여 전체 폐차율이 30%이내가 되는 시점이 적정한 것으로 평가하고 있다(자동차공해연구소, 1997). <표 2-3>과 같이 국내 차량별 폐차율 자료를 원용하면 서울시의 경우 1988년 출고연도 이전인 36,612대(전체비중의 1.66%)가 조기폐차 대상이 됨을 추정할 수 있다.⁴⁾

2) 운행자동차 초과배출 현황

서울시 운행자동차의 오염물질 배출패턴은 현행 운행차 배출가스 검사제도를 통해 분석할 수 있으며, 초과배출의 판단근거는 대기환경보전법 규정의 운행차 배출가스허용기준이 된다. 배출가스 검사대수에 대한 배출가스허용기준을 초과한 차량의 백분율인 배출가스허용기준 초과비율의 경우 1988년을 기준으로 약 10.4% 수준이다. 이는 인천시 11.2%, 경기도 9.4%를 포함한 수도권 평균치인 10.3%와 거의 대등소이한 수준이다.

누적주행거리별 초과배출 특성을 살펴보면 주행거리 13만~14만km의 경우 초과율은 13.7%이며, 8만~9만km 11.7%, 8만km 이상 12.3%로서 주행거리가 약 8만km를 초과할 경우 초과율은 평균치를 상회하고, 또한 초과비율이 점증하게 됨을 알 수 있다. 다만, 차량이 약 8년 정도에 이르면 대부분의 차량이 수리를 하게 되어 1991년식의 경우 그

4) 1999년 1월을 기준으로 1988년 출고연도 이전인 서울시 등록차량 36,612대 가운데 휘발유 자동차 및 LPG자동차는 26,554대(동일차종중 1.53%)이고, 경유자동차는 10,058대(동일차종중 2.12%)의 분포이다.

그 배출능도가 높아지며, 또한 주행거리가 약 80,000km 이상에서부터 그 배출능도가 평균치보다 높아지고 있다(<그림 2-1> 참조).

3) 자동차 모델연식별 배출분포

현재 국내에서는 자동차 유형·모델연식·누적주행거리 등을 감안한 기초자료가 체계적으로 정립되어 있지 않다. 이를 감안하여 본 연구에서는 자동차의 노후기간(n)별 오염물질(k) 배출량 산정의 경우 자동차 정기검사 자료를 통해 분석된 누적주행거리별 오염물질 배출자료를 이용하고자 한다. 그리고 자동차 특성별(모델연도, 누적주행거리) 배출량 입력자료는 1997년 자동차유발 총배출량 자료를 바탕으로 서울시 등록 자동차의 연식별 분포 및 모델연식별 평균주행거리 자료를 보조적으로 활용하여 배분하도록 한다. 즉 주행거리별 오염물질(k) 배출특성을 파악하고, 연후에 이를 서울시 자동차 등록자료와 연계하면 자동차의 노후기간(n)별 오염물질(k) 배출량(Q_{cor}^k) 산정이 가능함을 의미하며, 이는 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$Q_{cor}^k = f(Q_{cor}^k, MY(r), VKT_{model}, VKT_{emission}) \quad \dots \dots \dots \text{식(1)}$$

단, Q_{cor}^k = 자동차 유형별 오염물질(k) 총배출량
 $MY(r)$ = 자동차 유형별 등록비중(%)
 VKT_{model} = 모델연식별 총주행거리
 $VKT_{emission}$ = 주행거리별 오염물질(k)의 배출특성

한편 자동차 주행거리별 오염물질(k) 배출특성($VKT_{emission}$)의 경우, 앞서 제시한 <표 2-4>를 이용하게 되면, 누적주행거리 25만km~14.5만km 분포에 따른 오염물질별 배출특성은 식(2)~식(4)

와 같이 표현된다. 이러한 통계분석 결과에 의하면, 차종별 차령계수에 따른 배출특성은 4년차~7년차에서 배출비중이 특히 높게 나타나고 있음을 시사한다(<그림 2-2>~<그림 2-5> 참조). 이는 오염물질 초과배출 요인분석에서 나타난 배출가스 부품 보증기간 초과현상과 맥락을 같이하며, 또한 차령 8년 이후 적절한 유지관리가 수반되지 않으면 노후기간 연장에 따른 초과배출의 직접원인이 됨을 추정할 수 있다.

$$CO = 113.518185 + 86.611198 * VKT + 25.017363 * VKT^2 + 3.292096 * VKT^3 \dots \dots \dots \text{식(2)}$$

$$+ 0.200992 * VKT^4 + 0.004612 * VKT^6 \quad (Adj - R^2 = 0.88) \dots \dots \dots \text{식(3)}$$

$$HC = 6.009286 + 0.197912 * VKT (Adj - R^2 = 0.88)$$

$$DUST = 6.87 + 0.208591 * VKT - 0.010974 * VKT^2 \quad (Adj - R^2 = 0.61) \dots \dots \dots \text{식(4)}$$

Ⅲ. 선진외국의 조기폐차 사례분석

1. 노후자동차 관리와 조기폐차

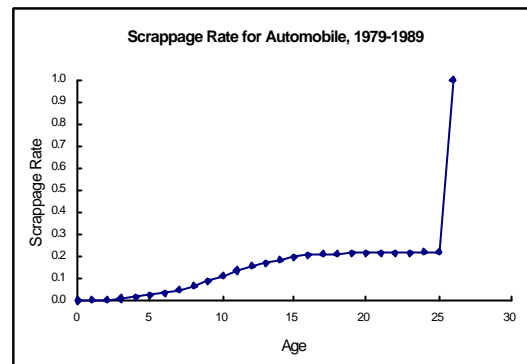
1) 조기폐차제도의 시행개요

1990년에 개정된 미국 대기청정법(Clean Air Act)의 주된 관심은 자동차 유발 오염물질 배출량의 저감대책 마련에 두고 있다. 이에 연방정부는 시장경제원리에 기반을 둔 배출량 저감수단의 이행을 의무화하였으며, 연방·주 정부와 개별 자치단체들도 이러한 접근방식을 통해 자동차 배출가스의 저감목표를 달성하도록 하였다.

그러나 교통부문에 의해 유발된 대기오염을 저감하기 위한 가장 경제적인 방법의 하나는 초과 배출 노후자동차의 폐차방법이다. 이러한 결론은 비교적 최근에 캘리포니아의 실제 고속도로를 대상으로 실시한 자동차 대기오염물질 발생량 연구에서 도출된 바 있다. 특히 도로변 CO 및 HC 원격감지장치를 통해 소수의 노후자동차가 대기오염 수준에 지대한 영향을 미치고 있음이 조기폐차제 도입의 합리성을 제공하게 된다. 예를 들면, 캘리포니아 지역에서 배출되는 자동차유발 CO의 50% 정도가 7%의 자동차에 의해 배출되고, 또한 HC의 50% 정도는 10%의 자동차에서 배출되는 것으로 보고되고 있다(Hsu and Daniel, 1994).

이를 반영하듯 1990년의 대기정화법 개정 이후, 노후차량 조기폐차제는 이동오염원의 배출저감방안으로 널리 검토되고 있다. 동법 개정안 [108(f)항]에 의하면, "조기폐차제는 1980년 이전 출고연도를 갖는 경량 차량과 트럭의 자발적 폐차를 촉진하기 위한 계획이며, 당해 조치의 일환으로서, 향후 고정오염원의 배출량 제어 방안에도 활용한다"고 명시하고 있다. 즉 노후차량은 내구연한이 경과하면서 오염제어시설의 효율성이 저하되어, 한계배출량이 증대되므로, 조기폐차에 의해 배출 기여도가 높은 노후자동차 관리에 유의하고 있다(<그림 3-1> 참조).

이에 노후차량 조기폐차제는 오염물질 초과배출 자동차의 경제적 내구성이 완료되기 전에 폐차하는 소유주에게 혜택을 제공함으로써, 오염을 가중시키는 노후차량을 조기에 폐차하도록 유도하는 제도이다. 현재 미국 환경청은 이동오염원의 배출저감을 위한 "배출저감 할증제"와 관련된 지침을 통하여 이동오염원에서의 배출량 저감효과를 달



자료: Hsu and Sperling(1994).

<그림 3-1> 캘리포니아주의 노후자동차 조기폐차 유인결과

성하고 있다. 특히 주 정부나 지방정부는 조기폐차제를 대기환경 개선을 위한 실천계획(SIP) 대안의 하나로서 또는 민간부문과 함께 오염물질 배출원의 특성에 적합한 배출한증을 만들기 위한 제도의 하나로서 계획하고 있다. 결국 노후차량 조기폐차제는 배출제한적(emission-limiting) 형태나 시장기능적(market-response) 형태로 실행될 수 있다. 전자는 달성해야 할 배출 저감량을 직접적으로 명시하는 것이며, 후자는 구체적 배출저감 목표를 명시하지 않고 배출량을 줄이도록 유도하는 형태이다.

2) 조기폐차제 관련 연구결과

조기폐차와 관련된 초기 문헌의 경우 경제적 가치를 둘러싼 개인차원의 폐차 여부에 따른 의사결정에 관심이 집중되었다. Walker (1968)의 폐차결정모델에 의하면, 차량·상태(외관)·수리비용, 중고시장의 예상판매액 등을 폐차시 고려할 점으로 제시하고, 차량을 가장 중요한 인자로 선정하였다. 그리고 폐차율은 차량에 따라 증가하나, 일정 시기가 되면 낮아지는 역설적 실증자료

를 제공하였다.

이후 폐차에 대한 보다 세밀한 수리모델은 Parks(1977)가 시초이며, 폐차 가능성과 차량의 제작연도, 타입(vintage), 차령 등의 상관관계를 종점적으로 다루었다. 특히 Parks는 차량 소유주가 수리비를 고려하여 폐차 손익을 평가한다는 점에 착안하여 폐차가치(scrap value)가 차량운행 가치와 수리비용과의 차이를 초과하지 않는다면, 차량을 수리하여 이용하는 것으로 분석하고 있다. 그리고 Berkovec(1985)은 자동차 매매시장에서의 폐차결정은 신규 자동차의 판매를 의미하는 것으로 보았다. 그는 앞서 Parks와 같이 차량의 운행 가치가 폐차가치(scrap value)보다 클 경우에는 차량을 수리하여 이용한다는 가정을 전제하여, 차량의 판매가격에서 폐차비용이 차지하는 비중이 증가하게 되면, 폐차가치에 근접하게 된다고 주장하였다. 결과적으로 운행자동차의 폐차가치(비용)가 높아지면, 노후차량의 폐차율은 증가하게 된다.

한편 조기폐차를 실제적으로 유인하기 위한 SCAQMD(1992), CARB(1993), EPA(1992, 1993)의 조기폐차 유인 지침서는 조기폐차제도의 계획과 실행에 대한 다양한 정보를 제공하며, 배출 저감량 계산과 폐차의 개연성을 다루고, 또한 조기폐차제의 활성화를 위한 다양한 방법을 제시하고 있다. 예를 들면, 조기폐차 지원금 제도, 배출저감 예상량을 바탕으로 한 지원금, 그리고 환경할증거래제(environmental credit trading) 등이 포함된다.

그러나 폐차의 개연성은 먼저 폐차예정 자동차

이용에 따른 초과배출량을 저감하기 위해 폐차한다는 것을 의미하며, 한편으로 폐차의 전제조건은 폐차가 행해지는 지역에 일정기간(1년 또는 2년) 동안 등록되어 있던 차량이어야 한다는 점이다. 이는 초과배출 자동차가 해당 지역의 대기오염을 유발하고 있다는 측면에 기인한 것이다.⁵⁾

2. 자동차 부품수리 특성에 기인한 폐차모델

1) 폐차모델 개요

오염물질 초과배출 노후자동차를 대상으로 조기폐차를 유도하는 모델은 자동차 부품수리 특성을 고려한 폐차모델이 주류를 이루고 있다. 이러한 폐차모델은 자동차 소유자의 폐차 여부 의사결정에서 중요한 요소는 폐차가 아닌 부품수리를 유도하도록 하는 것(수리비용)임에 착안하여 정립된 폐차모델이다.

현실적으로 자동차 제작사는 신규 자동차의 설계·제작시 부품재질, 운행조건에 따른 마모·파손 가능성, 법적 기준 등을 감안하여 최소한의 보증기간을 설정하게 되므로, 이들 요인을 종합하여 하나의 내구성 매개변수인 δ 로 단순화하게 되며, δ 의 선택에 따라 자동차의 내구연한이 결정되게 된다. 즉 노후기간(a)별 자동차 부품의 수리 수준을 파악할 수 있음에 기초하여, 폐차모델의 특징은 차령(a)이 경과할수록 부품수리의 예상비용(기대치)도 높아지고, 반면 δ 값이 높아질수록 수리비용의 지출이 작아짐을 수리적으로 나타낸 것이다.

5) SCAQMD와 미국의회기술평가부(OTA)는 노후자동차의 단순한 폐차보다는 초과배출 노후차량의 폐차가 보다 바람직하다고 보고 있으나, SCAQMD는 모든 차량에 대한 개별검사는 여러 복잡한 문제를 초래한다는 견해를 보이고 있다. 초과배출 노후자동차의 선별문제를 해결하기 위해, 특정 제작년도의 차량을 폐차대상차량으로 선정하는 것이 대안으로 제시되기도 한다. 예를 들어, Unocal사는 pre-1971년 제작차만을 대상으로 한 폐차제도를 실시한 바 있다.

2) 폐차모델 : Parks 모델

자동차의 내구성 매개변수(δ)와 차령(a)에 따른 자동차 부품수리 비용 ($R(a, \delta)$)으로 정의하고, 밀도함수 $f(R: a, \delta)$, 시장가치 $P(a, t)$, t 년도의 수리비용 $q(t)$, 폐차비용 $S(a, t)$ 를 각각 나타내는 것으로 가정한다. 이에 차령 a 인 자동차 소유자는 t 년도에 $q(t) \cdot R(a, \delta)$ 에 달하는 수리비용을 지불하게 되며, 결과적으로 차령(a)인 자동차 소유자는 $(q(t) \cdot R(a, \delta) < P(a, t) - S(a, t))$ 의 경우에는 부품수리를, 반면에 반대의 경우는 폐차하게 된다. 이러한 폐차여부의 의사결정과정을 폐차확률 ($\lambda(a, \delta)$)로 표시하면 식(5)와 같다.

$$\text{폐차확률: } \lambda(a, \delta) = \int_{[P(a, t) - S(a, t)]/q(t)}^{\infty} f(R, a, \delta) dR \quad \dots \dots \dots \text{식(5)}$$

단, 확률은 차령 a 인 차량의 존재를 조건으로 하는 조건부 확률을 의미함.

식(5)를 통하여 폐차확률은 차령이 증가할수록 커질 것으로 예상된다. 그리고 폐차율은 $(P(a, t)/q(t) = \text{종고차 시장가격/수리비용})$ 의 비율만큼 하락하고, $(S(a, t)/q(t) = \text{폐차비용/수리비용})$ 의 비율만큼 증가할 것으로 예상된다. 단 자동차의 내구성을 나타내는 δ 가 높아질수록, 폐차확률(λ)은 감소하게 된다.

한편 초기에 자동차를 구입하고, 수리가치가 있을 때까지는 수리를 하고, 수리가치가 없어지는 시점에서 자동차를 교체하게 됨을 고려할 경우 자동차 비용 C (δ (내구성), r (이자비용), P (종고차 비용), q (수리비용), S (폐차비용))의 흐름은 식(6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$C = P(0, \delta) + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{qR(a)(1-\lambda(a))}{(1+r)^t} + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{\lambda(a)C}{(1+r)^t} \quad \dots \dots \dots \text{식(6)}$$

단, $P(0, \delta) = \delta$ 의 내구성을 갖는 차량의 구입비용

$$\sum_{t=1}^{\infty} \frac{qR(a)(1-\lambda(a))}{(1+r)^t} = \text{예상수리비용}$$

$$\sum_{t=1}^{\infty} \frac{\lambda(a)C}{(1+r)^t} = \text{예상교체비용}$$

식(6)에 의하면, 노후기간(a)이 경과함에 따라 자동차 소유자는 부품수리 확률 $((1-\lambda(a)))$ 에 의해, $q \cdot R(a)$ 의 수리비용을 지불하여 부품수리를 하거나, $\lambda(a)$ 의 폐차확률에 의해 폐차를 결정하게 된다.

3. 노후자동차 조기폐차의 경제·환경성 평가 및 시사점

오염물질 초과배출 자동차의 조기폐차를 둘러싼 경제적·환경적 비교평가 연구가 선진외국을 중심으로 많이 이루어지고 있으며, 특히 OTA(1992)와 DRI/McGraw-Hill(1991)의 연구가 유명하다. OTA 연구에서는 다양한 제작연도 차량에 대한 조기폐차제의 비용, 편익, 그리고 연료절약 등을 분석한 바 있다. 특히 1970년 이전, 1975년 이전, 그리고 1980년 이전 제작차량을 대상으로 \$700과 \$1,000의 지원금을 지급하는 것으로 가정하고, 노후차량의 폐차 및 신규교체를 고려한 결과, 배출량 저감으로 인한 경제적 혜택은 \$2,800~\$7,100/HC(톤), \$500~\$900/CO(톤), \$12,700~\$22,400/NOx(톤)으로 분석되어 매우 의미가 있는 것으로 평가하고 있다. 또한 동일한 분석가정하에 백만대의 차량에 적용할 경우에는 연간 34~36천만달러의 배출량 저감혜택을, 그리고

연간 14~21천만달러의 연료절감 효과를 기대할 수 있는 것으로 제시하고 있다.

한편 DRI/McGraw-Hill(1991) 연구에서는 조기폐차제와 연비등급기준(CAPE) 설정과의 비교에 주안점을 두었다. 이에 \$700의 폐차 지원금과 900만대의 차량을 대상으로 분석된 결과에 의하면, ①폐차제도는 연료소비와 배출량 절감측면에서 CAPE보다 다소 효율적이고, ②조기폐차제가 경제성을 갖는 반면, CAPE는 경제성이 없으며, ③조기폐차는 CAPE보다 비용이 저렴할 뿐만 아니라 비용분배의 형평성이 확보되나, ④조기폐차의 효과는 시간이 경과함에 따라 감소하는 것으로 보고하고 있다.⁶⁾ 그리고 최근에 수행된 조기폐차제의 비용경제성 추정값 비교에서 제시된 바와 같이 노후자동차의 조기폐차는 환경적 편익이 자동차 소유·운행의 경제적 가치보다 비교우위가 있음을 알 수 있다(<표 3-1> 참조).

<표 3-1> 조기폐차제의 비용경제성 추정값

연구종류	지역	경제성(\$/톤)	고려된 오염물질
CARB(1993)	캘리포니아	2,800	HC, NOx
IEPA(1993)	시카고	2,89 3,461 21,951	HC, NOx HC NOx
Washington (1993)	세크라렌토	1,303 5,619 187	HC NOx CO
Siana Research(1994)	캘리포니아	2,600 13,900	HC, NOx, CO HC, NOx, CO

자료: Hsu and Sperling(1994).

Ⅳ. 노후자동차 조기폐차 유도·지원방안

1. 조기폐차제도의 도입 필요성

노후자동차 대상 조기폐차제도의 도입·적용은 기본적으로 오염물질 초과배출 자동차에 의한 대기오염 기여도를 저감하기 위한 것이다. 특히 서울시와 같은 대도시의 경우 자동차에 의한 배출비용이 매우 높음을 감안하면, 초과배출 요인의 우선적 대처는 비용효과 측면에서 우선순위가 부여됨이 합리적이다. 다만, 노후차량에 의한 한계배출량 증대를 억제하기 위한 조기폐차제는 시행과정에서 다음과 같은 몇 가지 문제점이 있음에 유의할 필요가 있다. 첫째, 사람들은 폐차할 목적으로 노후차량을 구입하여 폐차 지원금을 받으려고 할 것이나, 이는 폐차제도가 시행되고 있는 지역에 일정기간 이상 등록되어 있어야 한다는 조건을 적용시킴으로써 해결될 수 있다. 둘째, 조기폐차제도의 도입으로 인해, 노후차량을 폐차하고 다시 중고차량을 구입하려는 경향을 조성한다는 것이다. 그러나 이는 폐차 지원금과 중고차량 시장가격간 형평성을 유지하거나, 또는 초과배출 부과금 및 할증제도 등을 통해 해결할 수 있다.

그리고 노후자동차 폐차와 관련된 또 다른 문제는 시간경과에 따른 조기폐차제의 성과에 대한 것이다. 일반적으로 조기폐차제의 경제성은 선진외국의 사례에서 제기되고 있듯이 시간 경과에 따라 장기적으로 효과가 반감되는 경향이 있다. 이러한

6) 조기폐차제도 시행에 따른 부가적인 편익으로는 전체 차량의 안전성이 높아지고, 고장차량 감소에 의한 교통체증의 감소 유발, 그리고 중고차량 공급 감소에 의한 자동차 시장에 영향을 미치게 되어 신규차 판매가 증가하게 되는 것으로 예측된다. 그러나 노후자동차 조기폐차제도의 시행은 오염물질 초과배출 자동차의 환경적 영향에 의한 사회적 비용증대를 억제하기 위한 것이 주된 목적이므로, 비록 출고연도가 적정 폐차시점을 초과하였다고 하더라도, 유지관리(L/M)를 통해 경제적 가치가 환경비용보다 월등하면 오히려 자원절약 측면에서 장려되어야 할 것이다.

경향의 주된 원인은 배출량이 많은 차량을 대체하는 것이 청정한 차량은 아니라는 점이다. 이에 조기폐차제도 자체는 대기환경을 개선하기 위해 단기적으로 시행하기에 적합한 제도라고 볼 수 있으나, 조기폐차의 비용효과를 고양할 수 있는 연계방안을 도입하면 장기적으로도 시행할 수 있게 된다.

2. 노후자동차 폐차보조금과 환경개선 효과

1) 폐차제도 도입의 선결조건

자동차는 일정기간 경과함에 따라 노후부품의 교체 및 재활용, 그리고 폐차문제가 동시에 제기되는 특성을 갖고 있다. 이에 조기폐차제도를 도입하기 위해서는 첫째, 노후차량중 조기폐차 보조금지원 대상차량 선별방법, 둘째, 폐차된 차량에 부과하는 가격 결정, 셋째, 폐차된 차량을 처리(재활용)하기 위한 공동폐차장 마련, 넷째, 폐차후 신차구입 및 저축고 연령 중고차 구매 유도를 위한 보조금과 세제지원 등과 같은 일반적인 사항이 선행 실시되어야 한다.

2) 대상차량 및 폐차유도 방안

조기폐차 대상의 선정시 노후차량 전체를 대상으로 폐차 보조금을 지급하기보다는, 노후차량 가운데 최근 1년간 운행중인 자동차가 바람직하다. 또한 차량운행의 경제적 가치가 있으며, 운행차 배출가스 검사시 배출허용기준을 만족하고, 특히 자동차관리법의 차량한도를 1년 이상 남겨 놓은 자동차가 우선대상이 되어야 한다. 그러나 서울시 대기환경 여건을 감안하여 보다 탄력적인 폐차대상의 선정 또한 필요하게 됨에 유의할 필요가 있다.

〈표 4-1〉 조기폐차 유인을 위한 세제지원·폐차보조금 지원 및 운행제한 방안

구분	주요내용
대안1	· 노후차량을 조기폐차하고 저공해차량 구입시 서울시에서 선형차 구입비의 일정부분 지원
대안2	· 서울시가 운행차 배출가스 검사를 강화하여 검사 불합격시 서울지역내에서의 운행을 제한하고, 운행시 초과배출에 따른 배출부과금을 부과하여 자발적인 폐차 유도 - 서울시의 독자적인 배출가스 중간검사제도가 본격적으로 시행되면, 초과배출을 내부화하도록 부동수리 유도 및 수리후 반복적인 검사불합격시 폐차규제
대안3	· 자동차 제작사로 하여금 매년 노후된 차량의 일정대수를 저공해 차량 의무생산·판매제와 연계하여 자발적인 구매 및 폐차 유도
대안4	· 노령차량의 조기폐차 및 저공해차량 구입시 등록세 및 일정기간 자동차세 면제(그리스 시행중) · 노령차량을 폐차할 경우 당해 차량의 잔존가치를 감가상각비 계산방법에 의해 계산하여 보상 - 1990년 미국 캘리포니아주에서 1971년 모델 이전 차량 소유자가 자발적으로 조기폐차할 경우 1대당 \$200정도의 보상비를 지급한 사례

3) 노후차량 폐차시 효과

오염물질 초과배출 노후차량의 폐차 유도는 배출가스로 인한 교통공해를 완화하고 운행차량의 안전도를 제고하며, 자동차 관련산업의 활성화를 도모하고 실업 완화에도 도움이 될 것이다. 이에 노후차량 폐차시 인센티브를 제공하여 조기폐차를 적극적으로 유도하는 방안을 고려할 필요가 있다.

한편 한국자동차공업협회의 경우 지원대상을 출고후 일정기간(예: 10년) 이상 운행된 자동차를 폐차하고 신형차로 교체할 경우에 재원확보 및 행정적 비용이 추가적으로 소요되는 보조금 지급 방식을 선택하기보다는 세금감면 방식의 두 가지 방안을 제시한 바 있다. 먼저 구입단계에서 특소세, 등록단계에서의 취득세 및 등록세를 50% 감면하는 1안이며, 제2안은 구입단계에서 특소세를

30% 감면하고, 등록단계에서의 취득세 및 등록세를 50% 감면하는 방안이다.

이와 같이 노후차량 폐차시 인센티브를 제공할 경우, 1대당 실질적인 지원효과는 (총 세금감면액 - 중고차가액) 기준으로 비교하면 1안의 경우 1대 구입시 소형차 457천원, 중형차 1,013천원, 대형차 3,978천원의 순수지원효과가 있다. 그리고 2안의 경우는 1대 구입시 소형차 271천원, 중형차 620천원, 대형차 2,501천원의 순수지원효과를 나타낼 것으로 분석되었다(<표 4-2> 참조).

<표 4-2> 노후차량 대체시 순 지원효과

구 분	소형차		중형차		대형차	
	1안	2안	1안	2안	1안	2안
취득세	449	289	946	567	3,559	2,135
등록세	82	81	125	122	381	367
등록세	226	221	342	331	1,038	999
감면액 계(A)	757	591	1,413	1,020	4,978	3,501
중고차가액(B)	300	300	400	400	1,000	1,000
순지원효과(A-B)	457	291	1,013	620	3,978	2,501
실질가액환인율	5.2%	3.1%	7.8%	4.8%	10.1%	6.3%

자료: 자동차공업협회 내부자료 참조(1999).

이에 1안 또는 2안을 시행하느냐에 따라서 경제에 미치는 효과는 다소 차이가 날 수 있으나, 대체적으로 신규자동차 약 45만대, 고용유지 약 11만명, 세수증대 약 6,075억원(지방세 1,053억원, 국세 5,022억원)의 효과가 기대된다고 한다. 이와 같은 세제혜택 이외에 서울시는 노후 시내버스와 화물차를 조기에 폐차하도록 유도할 때 신차구입시 대기오염물질 배출량이 적은 고효율 차량을 구입하는 방안, 그리고 노후기간이 매우 오래된 중·소형 자동차의 조기폐차 방안 모색이 필요하게 된다.

한편 서울시 노후자동차 조기폐차제도의 도입

시 폐차지원금 규모를 자동차공업협회의 차종별 인센티브 평균치를 기준으로 산정하는 경우의 폐차규모 및 환경개선 효과는 다음과 같다.

먼저 연차별 폐차유도 대상의 경우 1989년 1월 현재 서울시에 등록된 1988년 이전 출고연도 자동차로서, 대형버스 330대(동일차종중 2%), 중·소형 경유자동차 8,013대(동일차종중 2%), 휘발유 자동차 26,488대(동일차종중 2%)이다. 그리고 차종별 폐차보조금 기준을 노후차량 대체시 순 지원효과를 감안하여 3,240천원/대(대형경유차), 364천원/대(소형차), 817천원/대(중형차)으로 분류하면, 1988년 출고연도 이전 자동차를 모두 조기폐차 대상으로 할 경우, 대형버스 126억원, 중·소형 경유자동차 655억원, 휘발유자동차 964억원으로 총 1745억원이 소요된다. 또한 앞서 제시한 <그림 2-2> ~ <그림 2-5> 자료를 이용하여 모델연식별 오염물질의 추정계수를 적용하게 되면 환경개선 효과의 경우 대형버스 329톤, 중·소형 경유자동차 853톤, 휘발유자동차 2,600톤으로 총 3,782톤의 배출량 저감을 도모할 수 있는 것으로 분석된다.

상기 배출량 저감효과는 조기폐차 시행에 따른 사회적 편익으로 대체되므로, 이를 금전적 가치로 환산하여 조기폐차 비용과 비교하면, 서울시 조기폐차제도 도입에 따른 비용·편익분석이 가능하게 된다. 현재 오염물질 단위 배출량별 사회적 비용연구가 매우 미흡한 실정을 감안하여 선진외국에서 최근에 제시한 환경가치 자료를 원용할 경우(<표 3-1> 참조), 127억원(CARB(1993) 이용) ~ 488억원(Sierra Research(1994)의 평균치 적용)(평균 308억원)의 분포를 보여, 결과적으로 서울시 조기폐차제도 도입에 따른 폐차 지원규모인

1745억 원은 상회함으로써 조기폐차제도의 경제적·환경적 타당성을 엿볼 수 있다.

3. 조기폐차 유도·지원의 연계방안

1) 자동차제작사의 저공해자동차 의무생산·판매제 도입

선진외국의 경우처럼 제작사의 저공해자동차 개발·공급을 유도하기 위해 저공해자동차 의무판매량 할당제도를 고려할 수 있다. 그러나 현재의 제반 여건으로 보아 저공해자동차의 의무판매제를 조기 시행하기는 어려우므로 제작사로 하여금 노후차량을 구매하여 조기폐차할 경우 노후차량의 오염배출량을 계산하여 저공해자동차를 판매한 것으로 대체할 수 있도록 만드는 방안이 바람직하다.

이와 같은 제도를 시행할 경우 서울시는 예산지출 부담없이 노후차량을 조기폐차할 수 있으며, 현재 저공해자동차를 판매할 수 있는 여건이 조성되지 않았더라도 미리 저공해자동차의 의무생산·판매제를 실시함으로써 자동차 제작사로 하여금 저공해자동차 기술개발을 유도할 수 있는 계기가 될 수 있다.

2) 배출가스 관련부품의 내구성 차등설정

현재 배출가스 보증기간 5년을 초과한 휘발유 승용차는 약 26.2%에 달하며 기계적 노후화와 배출가스 관련부품의 열화 등으로 오염물질 배출량이 보증기간 이내의 승용차에 비해 2배 이상 높게 배출되고 있다. 또한 누적주행거리의 증가에 따라 오염물질의 한계배출량도 증가하므로, 오염물질 배출량을 저감하기 위한 수단의 하나로서,

배출가스 보증기간을 연장하되, 각 배출가스 관련부품의 내구기간을 차등·설정하는 접근이 필요하다.

미국의 경우에는 승용차의 배출가스 보증기간을 10만km 또는 16만km로 규정하고 있으며, 배출가스 관련부품의 내구연한을 차등설정하고 있다. 그러나 우리 나라는 현행 5년/8만km 규정을 2000년 이후부터 10년/8만km로 연장하여 오염물질 저감수단으로서 배출가스 보증기간을 연장하도록 하고 있으나, 배출가스 관련부품의 내구기간을 부품별 노후정도에 따라 차등 설정하는 것이 바람직할 것이다.

3) 자동차 배출가스 검사 및 유지관리(I/M)와의 연계성 확보

조기폐차제에 I/M 제도를 추가하는 것은 초과배출에 의한 사회적 비용을 저감하고, 또한 자동차의 경제적 가치를 고양할 수 있는 최선의 방법이다. 이에 운행차량의 정기검사를 엄격하게 실시하여 오염물질 과다 배출차량은 반드시 불합격 처리되어 정비토록 해야 하며, 검사결과는 전산화되어 관리되어야 한다. 한편으로 I/M 시험에 불합격한 차량이 합당하게 수리되지 않거나, 또는 예상 수리비용 이상이 소요되는 부품결합일 경우에는 가능한 한 조기폐차 대상이 되어야 한다.

4) 이동오염원 배출저감 할증제 도입

오염배출원 또는 기존 오염원의 추가는 오염물질의 순증가가 없는 수준에서 여타 오염원으로부터 배출저감 할증(Emission Reduction Credits)을 받도록 하는 것이다. 이에 이동오염원 배출저감 할증(Mobile Source Emission Reduction Credit)은

승용차, 버스, 기타 이동오염원을 대상으로 저공해 자동차의 구매 또는 초과배출 노후자동차의 조기폐차제를 통해 함꼐 가능하도록 할 필요가 있다. 이 경우 이동오염원 배출저감 함꼐는 대기 관련 법령 및 지역 대기질 달성수준을 고려하여 성립되어야 한다.

V. 맺는말

현재까지의 자동차 유발 대기오염물질의 배출량 관리는 신규 제작차 관리, 운행자동차 배출가스 검사, 교통수요관리, 그리고 연료질 개선 등으로 분류할 수 있으나, 신규 제작차를 대상으로 보다 엄격한 배출허용기준 규정을 적용함으로써, 신규 기술의 개발·도입에 역점을 두어왔다. 그러나, 신규 출고되는 자동차에 의한 배출량 저감효과에 비해 전체 운행자동차에 의한 배출총량은 그다지 감소되지 않고 있다. 이는, 노후 차량으로 인한 오염물질 초과배출과 차량당 주행거리 증가가 저공해 신규차량의 배출저감 효과를 상쇄하는 경향이 있기 때문이다. 특히 노후자동차의 적절한 유지관리가 병행되지 않는 한, 연료소비의 비효율성과 낮은 출력으로 인해 오염물질의 배출량은 현저하게 증가하게 된다. 미국 캘리포니아주의 경우 자동차 유발 CO의 50%가 7%의 노후자동차에 의해 발생되고, 또한 HC 배출량의 50% 정도는 10% 노후자동차에 의해 배출된다는 실증적 사례 보고는 시사하는 바가 크다.

한편 자동차 운전자의 유지관리 의식을 제고하고, 또한 자원절약적 관점에서 전개되고 있는 '자동차 10년 이상 타기 운동'과 같은 캠페인은 자동차 운행에 따른 경제적 비용이 대기환경에 미

치는 사회적 비용을 초과하지 않는 한 매우 고무적인 현상이라고 할 수 있다. 다만, 선진외국에서 채택·운용중인 노후자동차의 조기폐차 유인제도는 노후자동차 운행에 소요되는 경제적 비용에 비해 사회적 비용이 훨씬 상회한다는 측면에서 고려되고 있음에 유의할 필요가 있다.

이에 본 연구는 서울시 대기오염 저감을 위한 정책개발의 일환으로서 오염물질 초과배출 노후자동차의 조기폐차 유인에 따른 대기환경 개선효과와 평가에 주안점을 두고, 조기폐차제도 시행의 경제적·환경적 타당성을 분석하고자 하였다. 한편으로는 선진외국에서 시행중인 노후자동차 조기폐차제의 도입·시행과정·저감효과 등에 대한 조사·평가를 통해 향후 서울시 노후자동차 조기폐차제도 적용방안의 타당성 검토 및 단계별 시행방안을 제시하고자 하였다.

서울시 노후자동차 조기폐차제도의 도입시 폐차규모 및 환경개선 효과분석의 경우 1989년 1월 현재 서울시에 등록된 1988년 이전 출고연도 자동차인 대형버스 330대, 중·소형 경유자동차 8013대, 휘발유자동차 26489대를 대상으로 조기폐차하게 되면, 대기환경 개선효과는 대형버스 329톤, 중·소형 경유자동차 853톤, 휘발유자동차 2600톤으로 총 3,782톤의 배출량 저감을 도모할 수 있는 것으로 분석되었다. 또한 이를 금전적 가치로 환산한 사회적 편익규모는 127억원~488억원(평균 308억원)의 분포를 보여, 결과적으로 서울시 조기폐차제도 도입에 따른 폐차 지원규모인 174.5억원을 상회함으로써 조기폐차제도의 경제적·환경적 타당성을 엿볼 수 있었다. 이와 같은 노후자동차의 조기폐차 유인제도가 실제 정책수단으로 실현되기 위해서는 자동차제작사의 저공

해자동차 의무생산·판매제 도입, 배출가스 관련 부품의 내구성 차등설정, 자동차 배출가스 검사 및 유지관리(I/M)와의 연계성 확보, 그리고 이동 오염원 배출저감 할증제 도입방안 등과 연계되면 상승효과가 기대될 수 있을 것으로 판단된다.

그러나 노후자동차 조기폐차제도의 실제 성과에 대해서는 향후 좀더 많은 부분의 연구가 수행되어야 할 것이다. 특히 초과배출 노후자동차의 오염물질 배출특성을 더욱 정확히 진단할 수 있는 자료의 확보, 폐차결과 폐차 대상차량의 성격에 대한 과학적 모델링, 그리고 조기폐차제도와 다른 배출량 저감수단간 비용효과 비교분석에 의한 우선순위의 파악 등이다. 한편 노후자동차 조기폐차제도는 단기·종기적 배출량 저감효과가 기대되는 정책수단임을 감안하여, 장기적으로는 저공해 자동차 생산을 위한 기술개발에도 배가의 관심이 필요하다.

참고문헌

김갑수·김문수 외, "서울시 경유자동차 배출가스 저감대책수립에 관한 연구", 서울시정개발연구원, 1996.
 김문수·강지희·정주영, "서울시 노후자동차 환경성 증진방안 연구", 서울시정개발연구원, 1999.
 김종석·이성원 "교통환경론", 21세기한국연구재단, 1996.
 서울시, "서울의 환경", 1996, 1997.
 서울시, "서울시 대기오염 환경", 1997.
 환경부, "환경백서", 1996, 1997.
 환경부, "자동차 공해관리 업무편람", 1996.
 환경부, "자동차 배출가스 종합대책", 1995, 11.
 Hahn, Robert W., "An economic analysis of scrappage", *RAND Journal of Economics* Vol. 26, No.2, Summer 1995, pp.222-242.
 Hsu, Shi-Ling and Sperling, Daniel, "Uncertain Air Quality Impacts of Automobile Retirement Programs", *Transportation Research Record*, Vol.

1444, 1994, pp.90-98.
 Ortolano, L., *Environmental Regulation and Impact Assessment*, John Wiley & Sons, Inc., 1997.
 Parks, Richard W., "Determinants of Scrapping Rates for Postwar Vintage Automobiles", *Econometrica*, Vol. 45, No. 5, July, 1977.
 South Coast Air Quality Management District, Southern California Association of Governments, *Air Quality Management Plan*, 1995.
 U.S. Congress, Office of Technology Assessment, *Retiring Old Cars: Programs to Save Gasoline and Reduce Emissions*, OTA-E-536 (Washington, D.C.:U.S. Government Printing Office, July, 1992).
 U.S. Department of Transportation, *Guidance for the Implementation of Accelerated Retirement of Vehicles Programs*, 1995.
 U.S. Department of Transportation, *Guidance for Emission Reduction Credit Generation by Clean Fuel Fleets & Vehicles*, 1993.
 www.bts.gov/smart/cat/SCRAP.html (Rule 1610 : Old-Vehicle Scrapping)
 www.bts.gov/NTL/DOCS/SCRAP.html (Guidance for the Implementation of Accelerated Retirement of Vehicles Programs)
 www.fta.dot.gov/library/program/emiss_credit/BUS.html (Program for Generation of Emission Credits by Urban Buses)
 www.sos.state.tx.us/tac/30/1/101/101.29.html (Environmental Quality : General Rules for Emission Banking)
 www.bts.gov/smart/cat/FLEET.html (Guidance for Emission Reduction Credit Generation by Clean Fuel Fleets & Vehicles)
 www.aqmd.gov/rules/html/r1605.html (Rule 1605-Credits for the Voluntary Repair of On-Road Motor Vehicles Identified Through Remote Sensing Devices)
 www.slonet.org/vw/ipapcd/61696a.html (Press Release)

초과비율이 낮게 나타나는 특성을 발견할 수 있다(<표 2-4> 참조).

한편 모델연식·주행거리별 CO·HC·매연배출특성의 경우, 모델연식과 주행거리에 따라 전체 검사대수에 대한 배출가스 항목별 대당 평균치로

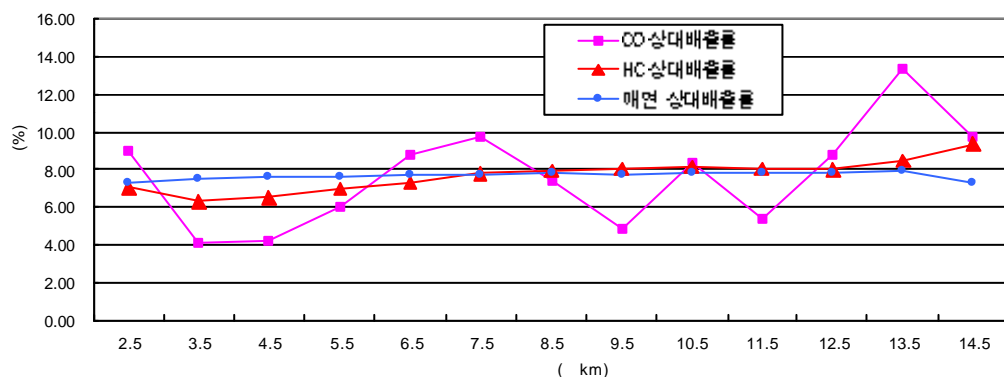
분석한 결과는 <표 2-4>와 같으며, 모델연식 구분에 따른 배출가스 배출특성은 뚜렷한 경향을 나타내지 않고 있다. 다만, 누적주행거리에 따른 배출가스 배출특성이 CO와 매연은 그 경향이 뚜렷하지 않으나, HC는 누적주행거리가 많을수록

<표 2-4> 모델연식별·주행거리별 배출가스 항목별 배출 및 부적합 현황

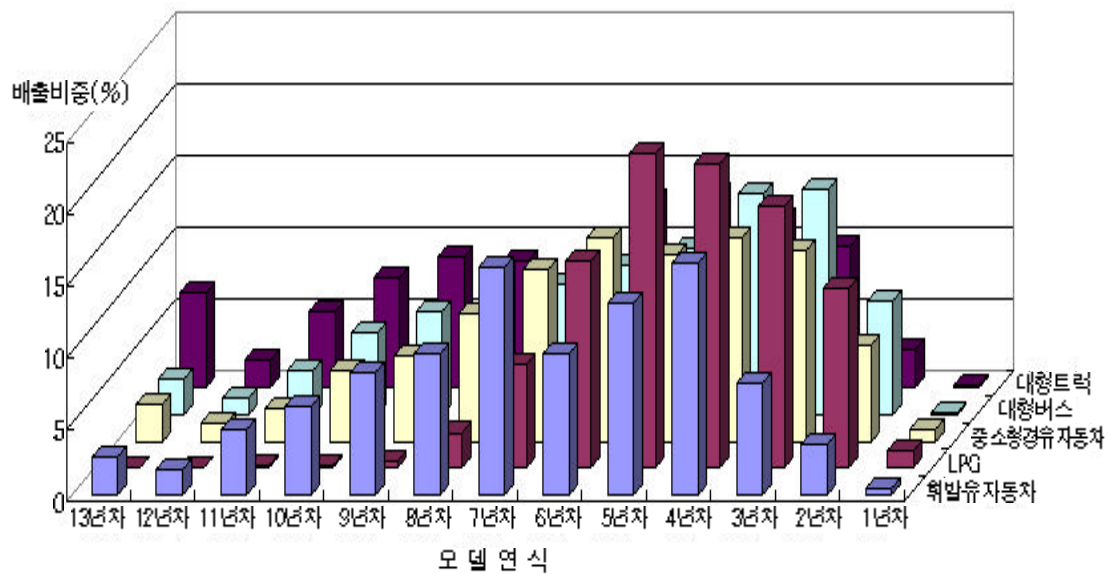
(단위: CO(%), HC(ppm), 매연(%))

모델연식		1998	1997	1996	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	~1988		
전국	CO	0.576	1.534	1.529	0.679	1.635	0.744	1.067	1.622	0.914	0.741	3.266		
	HC	92.016	107.87	136.13	95.24	204.46	117.88	122.61	128.99	129.52	146.93	124.05		
	매연	22.54	24.05	23.5	24.03	23.92	24.06	23.98	23.15	23.36	22.728	22.061		
서울	CO	0.481	1.332	1.899	0.923	1.454	0.955	0.844	0.623	1.03	1.02	4.479		
	HC	68.3	109.38	136.48	93.51	202.48	115.209	117.53	124.47	123.28	155.25	149.47		
	매연	23.39	25.39	25.43	26.58	26.28	26.23	26.31	25.66	25.87	25.56	25.36		
주행거리(km)		~3만	3~4만	4~5만	5~6만	6~7만	7~8만	8~9만	9~10만	10~11만	11~12만	12~13만	13~14만	14만~
전국	CO	1.276	0.582	0.714	0.725	0.953	0.977	0.929	0.855	0.899	0.956	0.969	1.806	1.308
	HC	114.26	99.87	101.96	107.59	112.99	119.68	121.86	124.36	125.01	124.4	125.45	132.14	144.09
	매연	23.74	24.14	23.96	24.31	24.44	24.39	24.44	24.46	24.83	24.83	24.53	24.58	21.94
서울	CO	1.291	0.585	0.608	0.855	1.254	1.398	1.058	0.688	1.196	0.773	1.26	1.909	1.394
	HC	106.88	95.67	98.56	106.11	111.17	118.39	119.98	122.59	122.98	122.49	121.67	128.7	142.19
	매연	25.09	25.62	25.85	26.29	26.43	26.52	26.7	26.45	26.96	26.88	26.97	27.01	25.03
부적합 현황		~3만	3~4만	4~5만	5~6만	6~7만	7~8만	8~9만	9~10만	10~11만	11~12만	12~13만	13~14만	14만~
전국	초과대수	25,839	15,021	19,027	21,744	25,309	27,094	27,698	24,646	20,213	16,437	14,611	11,173	50,782
	검사대수	299,233	170,328	205,680	216,513	232,153	234,654	223,127	198,159	149,394	119,133	108,211	80,305	487,193
	초과율(%)	8.6	8.8	9.3	10.0	10.9	11.5	12.4	12.8	13.5	13.8	13.5	13.9	10.4
서울	초과대수	6,320	3,953	4,879	5,593	6,408	6,702	6,529	5,838	4,743	3,865	3,389	2,736	11,246
	검사대수	82,639	49,248	56,703	59,186	61,834	61,745	55,876	48,911	37,289	29,990	26,515	19,958	104,647
	초과율(%)	7.6	8.0	8.6	9.4	10.4	10.9	11.7	11.9	12.7	12.9	12.8	13.7	10.7

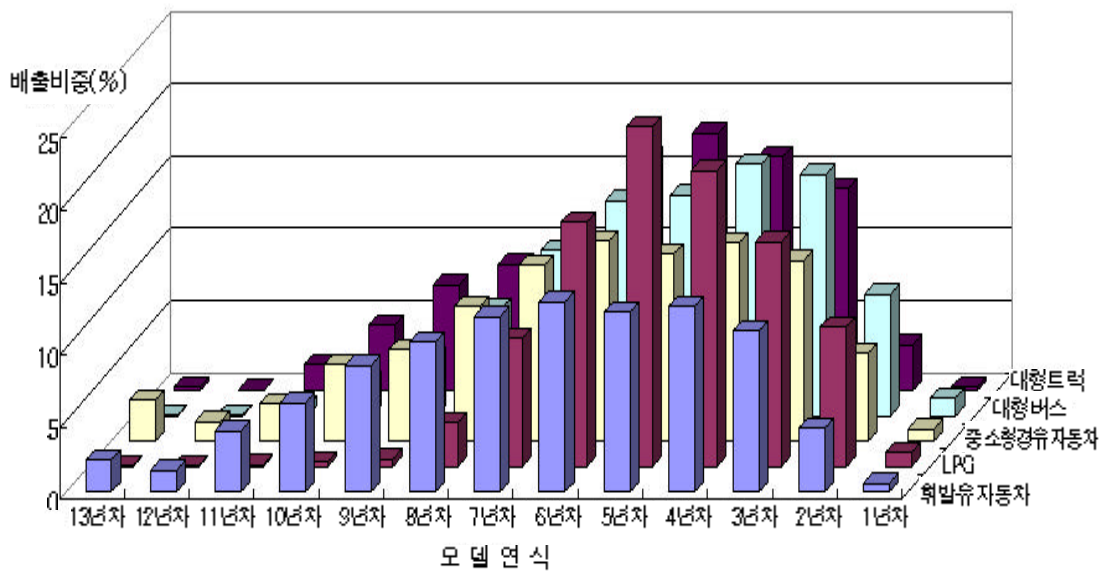
주: 주행거리별 배출가스 부적합 현황은 1998년 경기검사 자료임.



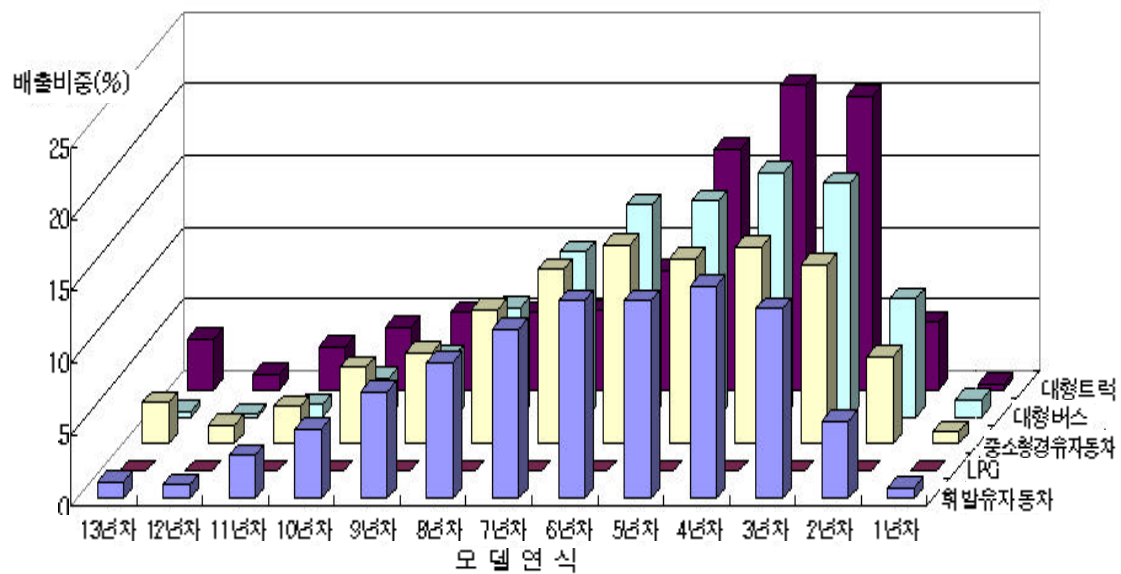
<그림 2-1> 주행거리별 오염물질의 상대배출률 비교



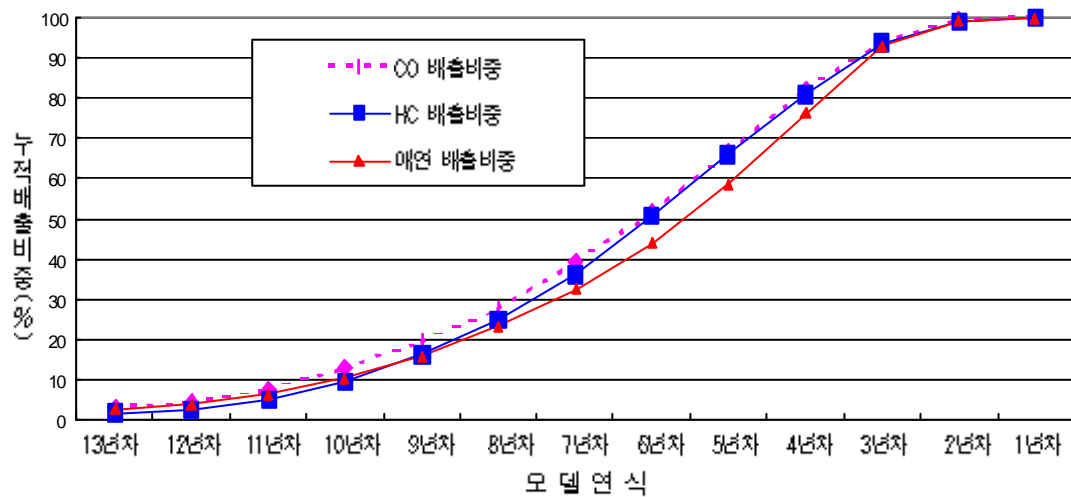
〈그림 2-2〉 모델연식별 CO 오염물질 배출비중



〈그림 2-3〉 모델연식별 HC 오염물질 배출비중



〈그림 2-4〉 모델연식별 PM 오염물질 배출비중



〈그림 2-5〉 모델연식별 오염물질 배출패턴