

■ 論 文 ■

# 이항로짓모형을 이용한 자동차 배출가스 검사결과에 미치는 요인분석

(미국 캘리포니아 사례를 중심으로)

Identifying Key Factors to Affect Vehicle Inspection and Maintenance(I/M) Test Results  
Using a Binary Logit Model  
(California Case Study)

## 추 상 호

(한국교통연구원 책임연구원)

### 목 차

- |                            |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| I. 서론                      | 2. 차량연식과 주요 자동차 배출가스량 |
| II. 방법론                    | 3. 배출가스제어장치           |
| III. 캘리포니아주의 자동차 배출가스 검사제도 | V. 자동차 배출가스 검사결과 모형   |
| 1. 자동차 배출가스 검사대상           | 1. 모형의 구축             |
| 2. 자동차 배출가스 검사내용           | 2. 모형의 결과             |
| IV. 자동차 배출가스 검사자료 특성       | VI. 결론                |
| 1. 자동차 배출가스 검사이유 및 결과      | 참고문헌                  |

Key Words : 자동차 배출가스, 대기오염, 운행차 배출가스 검사제도, 이항로짓모형, 캘리포니아 I/M 프로그램

### 요 약

지난 수십년간 자동차의 배출오염물질은 대도시 대기오염의 주요 원인이 되고 있다. 이 같은 배출가스를 줄이기 위한 정책의 일환으로 배출가스 검사제도가 실시되고 있으나, 이 검사결과에 대한 배출가스 과다차량의 요인분석에 관한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 자동차 배출가스 규제가 엄격한 미국 캘리포니아주의 2002년 10월의 자동차 배출가스 검사결과 자료를 이용하여 자동차 배출가스 검사결과에 대한 이항로짓모형을 개발하고, 이를 통해 자동차의 과다배출가스에 영향을 미치는 주요 요인을 분석하였다. 모형추정결과, 차량, 주행거리, 엔진크기, 자동차 제조업체, 배기가스제어장치 장착여부, 검사방식 등이 배기가스 과다배출에 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

For the past decades, vehicle emissions has been a major source of air pollution in urban areas. Vehicle inspection and maintenance(I/M) test programs were developed for major metropolitan areas to reduce urban air pollution. However, there are a few studies of exploring major factors to influence I/M test failure. This study develops a logit model to identify key factors affecting overall test failure, using the vehicle I/M test data from California in October 2002. The model results indicate that vehicle age, odometer reading, engine size, vehicle make, presences of emissions control equipment, and test types have significant effects on the probability of I/M test failure.

## I. 서론

우리나라의 자동차 배출가스 현황을 살펴보면, 2002년에 전국 대기오염 물질중 일산화탄소(CO)가 79%, 질소산화물(NOx)이 42%, 미세먼지(PM10)가 43%를 차지하고 있어 자동차 배출가스가 대기오염의 주요 원인으로 나타나고 있다(환경부, 2005). 자동차로 인한 대기오염 물질을 줄이기 위해 자동차 정기검사와는 별도로 대기환경보전법상에 일부 대도시를 대상으로 2002년부터 배출가스 과다배출차량을 선별하고 관리할 수 있도록 운행차 배출가스 정밀검사(이하 “정밀검사”)를 실시하고 있다. 그러나 이같은 정밀검사 실시에도 불구하고 실제로 정밀검사 불합격 판정에 영향을 미치는 요인을 분석하고 이에 대한 대처방안을 마련하고자 하는 노력은 전무한 실정이다. 더욱이 전산화된 정밀검사자료의 데이터 베이스 구축이 미비하여 검사결과자료의 분석이 용이하지 않다.

한편 우리나라의 정밀검사제도와 유사하게 미국에서도 운행차를 대상으로 배출가스 등에 대한 자동차 검사 및 유지 프로그램(Inspection and Maintenance (I/M) program, 일명 smog check, 이하 “배출가스 검사”)을 실시하고 있다. 특히 자동차 검사에 불합격한 차량중 자동차 배출가스가 매우 심각한 차량(불합격차량의 20-30% 정도임)을 “gross polluter” 차량으로 지정하여 이에 대한 원인 규명에 관한 연구를 수행하고 있다(BAR, 1998).

본 연구에서는 자동차 배출가스 규제가 엄격한 미국 캘리포니아 주의 자동차 배출가스 검사사례를 이용하여 자동차 배출가스 검사결과에 미치는 주요 요인을 분석하고자 한다. 이를 위해 자동차 배출가스 검사결과에 대한 특성을 분석하고, 검사결과에 대한 이항로짓(binary logit)모형을 개발하였다.

## II. 방법론

자동차 배출가스 검사결과에의 형태가 합격과 불합격의 이항변수(binary variable)의 형태로 되어 있어 이항로짓 모형을 이용하여 검사결과에 미치는 주요 요인을 분석하고자 한다. 이항 로짓모형의 기본형태(Ben-Akiva and Lerman, 1987)는 다음과 같다.  $P_n(i)$ 가 차량  $n$ 이 자동차 배출가스 검사에 불합격할 확률이라

고 하면,

$$P_n(i) = \Pr[\epsilon_{jn} - \epsilon_{in} \leq \beta'(X_{in} - X_{jn})] \\ = \frac{1}{1 + e^{\beta'(X_{in} - X_{jn})}}$$

여기서  $X_{in}(X_{jn})$ 은 대안  $i(j)$ 와 관련된 관측가능한 변수들의 벡터이며,  $\epsilon_{in}(\epsilon_{jn})$ 는 차량  $n$ 의 대안  $i(j)$ 와 관련된 관측불가능한 오차항이며,  $\beta$ 는 변수들의 계수 벡터를 의미한다. 일반적으로 최우추정법(maximum likelihood method)을 이용하여 계수값을 추정한다. 그리고 모형의 각 계수값들의 해석은 양의 부호인 경우 자동차 배출가스 검사에 불합격할 확률이 높은 것을 의미하며, 음의 부호인 경우 불합격할 확률이 낮은 것을 의미한다.

## III. 캘리포니아주의 자동차 배출가스 검사제도

### 1. 자동차 배출가스 검사대상

캘리포니아주의 자동차 배출가스 검사는 모든 차량이 매2년마다 정기적으로 검사를 받도록 하고 있다. 그리고 차량의 매매 또는 양도로 인해 명의가 이전된 경우는 매2년 검사주기나 면제기간에 상관없이 자동차 배출가스 검사를 받아야 한다. 최근 2005년 1월부터 개정된 법에 의하면, 새차량의 경우 처음 6년간(과거법은 4년)은 매2년 단위의 검사를 면제해 주며, 처음 4년간(과거법은 해당사항없음)은 차량의 매매 또는 양도로 인해 명의가 이전된 경우도 배출가스 검사를 면제해준다. 이 밖에 무상으로 차량을 양도한 경우도 검사를 면제해 주고 있다. 그리고 캘리포니아주는 전체지역을 기본(basic)지역, 강화(enhanced)지역, 명의이전(change of ownership)지역의 세가지 형태의 검사지역으로 분류하고 있다. 기본검사지역은 대기오염의 심각성이 상대적으로 낮은 지역으로 매2년 정기검사를 의무화하고 있으며 두가지 속도 공회전(two-speed idle: TSI) 검사만을 요구하고 있다. 강화검사지역은 대기오염이 심각한 대도시 지역으로 매2년 정기검사 및 명의이전시 검사를 의무화하고 있으며 가속모의실험형태(acceleration simulation mode: ASM)의 검사를 받아야 한다. 명의이전지역은 주로 농촌지역이 해당되며 명의이전시만 배출가스 검사를 받도록 하고 있다.

## 2. 자동차 배출가스 검사내용

일반적으로 자동차 배출가스 검사는 세가지 검사를 수행한다. 첫 번째가 시각검사(visual inspection)로 배출가스제어장치(emissions control equipment)가 올바르게 장착되었는지, 연결이 잘되었는지, 또는 노후화 되었는지를 시각적으로 검사하는 것이다. 이 장치들에는 배출가스재순환장치(exhaust gas recirculation: EGR), 양극크랭크실 통풍장치(positive crankcase ventilation: PCV), 자동온도조절공기정화장치(thermostatic air cleaner: TAC), 연료증발제어장치(fuel evaporative control: FEC), 촉매전환장치(catalytic converter: CAT), 점화스파크제어장치(ignition spark control: ISC), 산소감지장치(oxygen sensor: OS), 공기주입장치(air injection: AI), 연료주입장치(fuel injection: FI), 탄소화합장치(carbureted: CARB) 등이 포함된다. 이밖에 각종 호스, 전선, 스위치 등의 연결상태를 점검하고 연료나 각종 오일이 새는지도 검사한다. 두 번째는 배출가스장치의 기능적 검사로 각각의 배출가스제어장치가 기능적으로 올바르게 작동하고 있는지를 검사하는 것이다. 주로 차량탐재진단(on-board diagnostic: OBD) 시스템, 점화시간(ignition timing), 연료주입뚜껑(fuel cap) 등에 대한 검사를 실시한다. 세 번째는 차량주행시의 각종 배출가스오염물질의 양을 배기구(tail pipe)를 통해 측정하여 환경허용기준치를 초과하는지의 여부를 검사하는 것이다. 이 검사는 ASM 또는 TSI로 수행한다. ASM검사는 차량을 다이내모미터(dynamometer)에 놓고 두가지 조건하에서 차량을 주행한 후 각 주행시의 배출가스량을 측정한다. 이 두가지 조건은 최대엔진부하(maximum engine load)의 50%상에서 15마일/시로 주행시(ASM 5015라고 함)와 최대엔진부하의 25%상에서 25마일/시로 주행시(ASM2525라고 함)의 경우이다. 반면에 주로 차량의 중량이 커서(8,500파운드 초과시) 다이내모미터를 이용하지 못할 경우에 한하여 TSI 검사를 실시하며, 이 검사에서는 2,500rpm과 400-1,250rpm의 두가지 조건하에서 배출물질을 측정한다. 검사하는 배출가스물질에는 HC, CO, NO 등이 포함된다. 특히 배출가스검사에 불합격한 차량 중 배출가스량(허용기준을 2배 이상 초과한 차량을 과다배출차량(gross polluter)으로 지정하여 관리를 강화하고 있다. 위에서 열거한 세가지 검사결과를 종합하여 최종적으로 자동차 배출가스 검사의 합격여부를 결정한다.

## IV. 자동차 배출가스 검사자료 특성

본 연구에서는 캘리포니아주의 자동차수리국(Bureau of Automotive Repair: BAR)이 제공한 자동차 배출가스 검사결과자료를 이용하였다. 이 자료는 2002년 10월에 캘리포니아주에서 자동차 배출가스 검사를 받은 모든 차량(837,829대)의 검사결과 및 차량특성에 관한 것이다. 일반적으로 자동차 배출가스 검사결과는 검사 즉시 캘리포니아 주의 차량정보데이터베이스(vehicle information database: VID)에 전산자료로 보내지고 있다. 본 절에서는 자동차 배출가스 검사자료 중 검사이유 및 검사결과, 차량연식과 배출가스량의 관계, 배출가스제어장치와 검사결과와의 연관성을 살펴보았다.

### 1. 자동차 배출가스 검사 이유 및 결과

<표 1>에 나타난 것과 같이 자동차 배출가스 검사이유를 살펴보면, 전체차량 중 54.2%가 매2년 정기검사, 34.0%가 명의이전, 11.8%가 타주차량의 캘리포니아주 등록순으로 나타나 절반이상의 검사가 정기검사 규정에 의해 자동차 배출가스 검사를 받는 것으로 나타났다.

또한, 자동차 배출가스 검사결과의 분포를 살펴보면, 전체차량의 82.4%가 검사에 합격하였으며, 12.4%가 불합격하였고, 5.3%가 검사도중에 검사를 취소하였다.

<표 1> 자동차배출가스 검사이유 및 검사결과

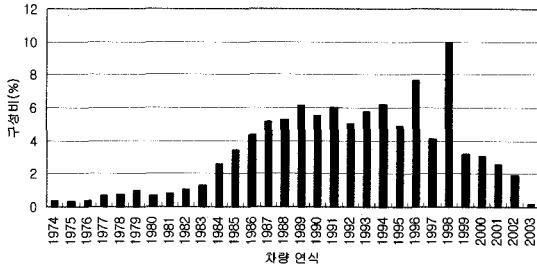
	차량수	구성비(%)
검사이유*		
명의이전	262,442	34.0
매2년 정기검사	419,202	54.2
타주차량의 캘리포니아주 등록	91,206	11.8
소계	772,850	100.0
검사결과**		
합격	689,973	82.4
불합격	103,495	12.4
취소	44,274	5.3
소계	837,742	100.0

주 : \* 검사이유누락 = 33대, 예비검사결과기록 = 64,946대.

\*\* 검사결과누락 = 87대

### 2. 차량연식과 주요 자동차 배출가스량

<그림 1>에 나타난 검사차량들의 차량연식의 구성비를 살펴보면, 1980년 후반이후의 차량들의 구성비율이



〈그림 1〉 차량연식의 구성비



〈그림 2〉 차량연식에 따른 차량당 평균 배출가스량 (ASM 5015 검사결과)

높으며, 특히 1998년식 차량의 구성비가 높은 것으로 나타났다. 이는 1998년식의 경우 (과거법상) 최초 4년간의 면제기간이후 처음으로 자동차 검사를 받는 시기가 검사자료시점인 2002년이기 때문에 검사차량의 수가 많은 것으로 해석된다.

〈그림 2〉는 차량연식에 따른 평균 차량당 탄화수소(HC), 일산화질소(NO), 일산화탄소(CO)의 배출량을 나타내고 있으며, 1974년 연식의 경우 1974년 이전의 차량(17대)도 포함하고 있다. 〈그림 2〉에서 보는 바와 같이 차량연식이 오래될수록 평균 배출가스량이 많아지고 있는 것을 알 수 있다. 특히 일산화탄소의 경우 차량연식에 따른 감소폭이 크게 나타나고 있다.

### 3. 배출가스제어장치

〈표 2〉는 해당 배출가스제어장치가 장착된 차량의 검사결과와 불합격률을 보여주고 있다. 표에 나타난 것과 같이, TAC, CARB, AI 등은 구형의 배출가스제어장치로 차량연식이 오래된 차량에 부착되어 있기 때문에 해당 제어장치 부착차량수가 상대적으로 적게 나타났다. 이중 TAC나 CARB(이후 대다수의 차가 FI로 전환됨)를 장착한 차량은 타 배출가스제어장치 장착 차량에 비해 자동차 배출가스검사의 불합격률이 상대적으로

〈표 2〉 배출가스제어장치와 검사결과

배출제어장치	검사결과(%)		검사대상 차량수
	합격	불합격	
양극크랭크실통풍장치 (PCV)	87.1	12.9	789,891
자동온도조절공기정화 장치 (TAC)	75.3	24.7	201,432
연료증발제어장치 (FEC)	87.1	12.9	787,856
촉매전환장치 (CAT)	87.2	12.8	773,538
배출가스재순환장치 (EGR)	86.4	13.6	632,325
점화스파크제어장치 (ISC)	86.9	13.1	757,056
탄소화합장치 (CARB)	71.3	28.7	118,411
연료주입장치 (FI)	89.9	10.1	671,884
공기주입장치 (AI)	77.9	22.1	83,194
산소감지장치 (OS)	87.9	12.1	743,556

로 높은 것으로 나타났다. 반면에 FI 장착차량은 배출가스검사의 합격률이 90%로 높게 나타났다. 그러나 일반적으로 차량이 여러가지 종류의 배출가스제어장치를 동시에 장착하고 있는 점을 고려하면 전반적으로 배출가스제어장치가 자동차 검사의 합격률을 높이는 것으로 판단된다.

## V. 자동차 배출가스 검사결과 모형

### 1. 모형의 구축

본 연구는 자동차 배출가스 검사에 미치는 영향을 분석하는 것이므로 자동차 배출가스검사의 결과를 이항로짓모형의 종속변수(합격=0, 불합격=1)로 이용하였다. 독립변수는 차량특성, 배출가스제어장치 등의 변수들을 이용하였으며 구체적인 변수와 데이터 유형은 〈표 3〉에 나타나 있다. 본 연구에서는 이항로짓 모형계수 추정을 위해 LIMDEP Version 7.0(Greene, 1995) 프로그램을 이용하였다. 그리고 LIMDEP 프로그램상에서 허용되는 데이터영역의 한계로 총 837,829대중 약 50%인 418,222대를 SPSS상의 임의(random)추출법을 통해 추출하였으며 이를 이항로짓모형 추정에 이용하였다. 추

〈표 3〉 주요독립변수

종류	세부변수
차량특성	차령 또는 차량연식, 차량제작사*, 주행거리, 차량중량, 엔진크기, 실린더수, 차량형태: 세단, 픽업, SUV, 미니밴 등* 연료형태: 휘발유, LPG 등*
배출가스 제어장치*	양극크랭크실통풍장치(PCV), 자동온도조절공기정화장치(TAC), 연료중발제어장치(FEC), 촉매전환장치(CAT), 배출가스재순환장치(EGR), 점화스파크제어장치(ISC), 탄소화합장치(CARB), 연료주입장치(FI), 공기주입장치(AI), 산소감지장치(OS)
기타	배출가스검사 유형: ASM, TSI* 검사장 유형: 검사(test-only), 검사 및 수리(test-and-repair)*

주: \* 이항변수로 0과 1의 값을 갖는다. 검사장중 test-only센터는 배출가스 검사만을 수행하는 곳임.

출된 표본과 비추출된 표본의 검사결과, 차량연식 등 주요변수의 분포를 비교해 본 결과 두 표본간의 큰 차이는 없는 것으로 나타났다.

## 2. 모형의 결과

이항로짓모형의 추정결과 총 26개(상수항 제외)의 변수가 유의한 것으로 나타났으며, 각 변수의 계수값 및 각 계수들의 t 값은 〈표 4〉에 나타나 있다. 추정된 모형의 적합도(goodness-of-fit)를 보면, 상수항만을 포함한 모형(market share(MS) 모형)과 비교한  $\chi^2$  검증의 경우 본 연구의 모형이 통계적으로 우수한 것으로 입증되었다. McFadden의  $\rho^2$  값은 0.14로 상대적으로 낮으나 표본수가 많은 기존의 통행태모형(예, Lave and Train, 1979)들의 값들과는 유사하게 나타났다. 모형 예측값과 실측치를 비교한 적중률(% right 또는 hit ratio)의 경우 전체 차량의 89%의 검사결과가 일치하는 것으로 분석되었으며, 이를 표본의 평균 합격률 82.4%를 적용한 경우(단순히 모든 표본이 100% 합격한 것으로 가정한 경우의 적중률)와 비교해 보면 본 연구에서 예측한 모형이 적중률 또는 예측력을 개선하고 있는 것으로 나타났다. 또한 모형내 변수들의 통계적 유의성을 보면 t값이 절대치 2보다 커 모든 변수가 유의수준  $\alpha=0.05$ 에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

각 변수들을 보면, 주행거리는 양의 부호를 가지고 있

〈표 4〉 이항로짓모형 추정 결과

변수	추정계수	t 값
상수항	-4.13	-56.53
주행거리(1000 마일)	0.0039	46.83
엔진크기(리터)	-0.12	-21.42
차령(vehicle age)	1.83	104.35
배출가스제어장치		
양극크랭크실통풍장치(PCV)	-2.27	-38.83
연료주입장치(FI)	-0.22	-13.14
공기주입장치(AI)	-0.060	-3.24
TSI 검사	-0.83	-39.99
자동차 제조사		
BUICK	-0.27	-6.09
CADILLAC	0.52	14.00
CHEVROLET	0.24	12.60
DODGE	0.31	11.67
GMC	0.36	9.21
HONDA	-0.22	-9.80
HYUNDAI	0.88	14.01
INFINITI	-0.68	-4.79
JAGUAR	0.39	4.37
JEEP	0.35	9.53
KIA	0.44	2.80
LEXUS	-0.66	-6.87
MITSUBISHI	0.41	9.38
NISSAN	-0.21	-8.74
PORSCHE	-0.62	-5.69
SATURN	0.27	4.16
SUBARU	-0.26	-2.38
TOYOTA	-0.22	-11.50
VOLVO	-0.37	-7.31
표본차량수	365,488	
Log-likelihood(MS)	-126,543.3	
Log-likelihood( $\beta$ )	-108,213.6	
McFadden $\rho^2$	0.14	
$\chi^2$ (p-value, 자유도=26)	36,600.8(0.0000)	

어 주행거리가 많은 차량일수록 자동차 배출가스 검사에 불합격할 확률이 높은 것으로 나타났다. 이는 기존의 유사 연구결과(예, Wenzel and Ross, 1998; Washburn, et al. 2001)와도 일치하고 있다. 또한 더미형태인 차량 연식변수대신 차령변수를 이용하였으며, 차령이 높을수록 자동차 배출가스 검사에 불합격할 가능성이 높은 것으로 나타났다. 이는 오래된 차량일수록 차량이 노후화되어 배출가스제어기능 등이 약화되거나 최신의 배출가스제어장치가 장착되지 않아 배출가스가 상대적으로 많이 생성될 수 있기 때문이다. 한편 엔진이 클수록 배출가스 검사에 불합격할 확률이 낮은 것으로 나타났다. 이 결과는 자동차 배기오염물질별 검사결과에 관한 Bin(2003)의 연구결과와 유사하며, 엔진이 큰 차량일수록 엔진부하(load)량이 소형엔진차량에 비해 상대적으로 적어 배

출가스량이 적게 발생하기 때문인 것으로 판단된다.

PCV, FI, AI의 배출가스제어장치들은 자동차 배출가스를 저감시켜 자동차 검사에 불합격할 확률을 낮추는 것으로 나타났다. 특히 PCV가 다른 장치들에 비해 자동차 배출가스저감에 상대적으로 영향이 큰 것으로 나타났다.

전체검사의 약 15%에 해당하는 TSI 검사의 경우 일반적인 ASM 검사에 비해 불합격할 확률이 낮은 것으로 나타났다. TSI 검사는 주로 차량중량이 큰 경우에 실시하며, HC와 CO의 배출량만을 측정하기 때문인 것으로 판단된다.

끝으로 기존의 유사연구(예, Wayne and Horie, 1983; Kahn, 1996; Ross, et al., 1998)에서 규명한 것과 같이, 본 모형에서도 차량제작사의 종류(19가지)가 자동차 배출가스 검사결과에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 차량제작사별로 살펴보면, Buick, Honda, Infiniti, Lexus, Nissan, Porsche, Subaru, Toyota, Volvo가 자동차 배출가스 검사에 불합격할 확률이 낮은 것으로 나타났다. 반면에 나머지 10개의 차량제작사들은 상대적으로 불합격할 확률이 높은 것으로 나타났다. 특히 이중 국산차량인 현대자동차가 다른 종류의 차량에 비해 불합격할 확률이 가장 높게 나타나 수출용차량의 배출가스오염물질 감소에 관한 기술개발이 필요할 것으로 사료된다.

## VI. 결론

본 연구는 캘리포니아주 사례를 중심으로 자동차 배출가스 검사결과에 미치는 주요 요인을 분석하였다. 이를 위해 캘리포니아주 자동차수리국이 제공한 2002년 10월의 자동차 검사결과 자료를 이용하여 자동차 검사결과에 대한 특성을 분석하고, 검사 불합격여부에 관한 이항로짓모형을 개발하였다. 모형결과 자동차의 주행거리가 많고 차량이 오래될 수록 검사에 불합격할 확률이 높은 것으로 나타났다. 또한, 엔진이 클수록, 자동차 배출가스제어장치가 부착될 수록 검사에 불합격할 확률이 낮은 것으로 나타났다. 그리고 두가지 속도 공회전(TSI) 검사방식이 가속모의실험형태(ASM) 검사방식에 비해 불합격할 확률이 낮은 것으로 나타났다. 자동차 제조업체별로도 불합격할 확률이 높거나 낮은 것으로 나타났다.

특히 본 연구에서는 기존의 자동차 배출가스 연구

(예, Beydoun and Guldmann, 2006)에서 규명된 주요 변수이외에 배출가스제어장치 장착여부와 검사방식 등의 변수들이 추가적으로 배출가스 검사결과에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 따라서 본 연구의 결과는 향후 미국의 과다 또는 불합격 수준의 배출가스차량의 사전예측 및 배출가스차량 관리 등에 관한 대기환경 정책수립에 크게 기여할 것으로 판단된다.

또한 본 연구의 캘리포니아주 사례분석을 토대로 현행 우리나라의 운행차 배출가스 정밀검사에 대한 정책적 시사점을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 차량제작사 및 모델별로 차량연식과 주행거리에 따른 배출가스 정밀검사자료를 전산화하여 데이터베이스(예, 캘리포니아주의 VID)를 구축해야 할 것이다. 이 데이터베이스를 토대로 모형개발을 통해 검사불합격 가능차량 또는 과다배출가스차량(기준치의 2배 이상)을 사전에 예측하여 별도의 강화된 정밀검사나 별도의 검사소에서 검사를 받을 수 있도록 하여야 한다. 현재 정밀검사에서 불합격판정을 받은 차량중 배출가스가 과다배출된 차량에 대해서는 배출가스 전문정비업체를 통해 정비를 받도록 추진 중에 있다.

둘째, 노후화된 과다배출가스차량의 경우 별도의 보조금을 지급하여 신기술의 배출가스제어장치를 부착하거나 폐차를 유도하여 자동차 대기오염을 절감시켜나가야 할 것이다.

끝으로 운행차 배출가스 정밀검사의 대상차량을 기존의 정규검사(최초 4년 경과후 비사업용 승용차는 매 2년, 사업용승용자동차는 매1년)만 받도록 하는 조항에 최초 4년경과후 명의의전시에도 배출가스 정밀검사를 받도록 추가해야 할 것이다. 이는 기존의 (2년주기) 검사제도의 보완책이기도 하며 차량매수인의 경우 구입차량의 배출가스규정 준수여부를 확인할 수 있는 제도적 장치이기도 하다.

## 참고문헌

1. 환경부(2005), 환경백서 2005.
2. Ben-Akiva, M. and S. R. Lerman(1987), Discrete Choice Analysis, MIT Press, Cambridge.
3. Beydoun, M. and J. Guldmann(2006), Vehicle characteristics and emissions: Logit and regression analyses of I/M data from Massachusetts, Maryland, and Illinois. Transportation Research

- Part D 11, pp. 59~76.
4. Bin, O.(2003), A logit analysis of vehicle emissions using inspection and maintenance testing data. Transportation Research Part D 8, pp.215~227.
  5. BAR(1998), Bureau of Automotive Repair, Smog Check Program Fact Sheet: "High Emitter Profile and Randomly Selected Vehicles." January.
  6. Greene, W. H.(1995). LIMDEP Version 7.0 User's Manual. Econometric Software, Inc., Bellport, New York.
  7. Heirigs, P., T. Austin, L. Caretto, T. Carlson, and R. Hughes(1996), Analysis of Causes of Failure in High Emitting Cars. Prepared by Sierra Research Inc. for the American Petroleum Institute, Health and Environmental Sciences Department, API Publication No. 4637. February.
  8. Kahn, M.(1996), New evidence on trends in vehicle emissions. The Rand Journal of Economics 27(1), pp.183~196.
  9. Lave, C. A. and K. Train(1979), A disaggregate model of auto-type choice. Transportation Research Part A 13, pp. 1~9.
  10. Lawson, D., S. Diaz, E. Fujita, S. Wardenburg, R. Keislar, Z. Lu, and D. Schorran(1996), Program for the Use of Remote Sensing Devices to Detect High-Emitting Vehicles, Final Report. Prepared by Desert Research Institute for South Coast Air Quality Management District. Reno, Nevada. April.
  11. Ross, M., R. Goodwin, R. Watkins, T. Wenzel, and M. Wang(1998), Real world emissions from conventional passenger cars. Journal of the Air and Waste Management Association 48, pp.502~515.
  12. Wayne, L. and Y. Horie(1983), Evaluation of CARB's In-Use Vehicle Surveillance Program. CARB Contract No. A2-043-32. Prepared by Pacific Environmental Services, Inc. for the California Air Resources Board, Sacramento, CA.
  13. Washburn, S., J. Seet, and F. Mannering (2001), Statistical modeling of vehicle emissions from I/M testing data. Transportation Research Part D 6, pp.21~36.
  14. Wenzel, T. and M. Ross(1997), I/M Failure Rates by Vehicle Model. Presented at the Seventh CRC On-Road Vehicle Emissions Workshop, San Diego, CA, April 9-11.

✉ 주 작 성 자 : 추상호

✉ 교 신 저 자 : 추상호

✉ 논문투고일 : 2006. 2. 25

✉ 논문심사일 : 2006. 4. 21 (1차)

2006. 4. 24 (2차)

✉ 심사판정일 : 2006. 4. 24

✉ 반론접수기한 : 2006. 9. 30