

■ 論 文 ■

교통안전정책 강화의 교통사고 감소효과 분석

The Impact of Traffic Safety Measures on Reducing Traffic Accidents

명 모 희

(도로교통안전관리공단 연구원)

김 광 식

(성균관대학교 행정학과 교수)

목 차

- I. 서론
- II. 선행연구 검토
- III. 분석방법
- IV. 분석결과
 - 1. 총량적 교통사고 감소에 대한 개입효과
- 2. 지역적 교통사고 감소에 대한 개입효과
- 3. 특정법규위반 교통사고 감소에 대한 개입 효과
- V. 결론
- 참고문헌

Key Words : 교통사고, 개입분석, 교통안전정책, 교통단속, 정책효과분석

요 약

본 연구는 1990년대 이후 실시된 교통사고 줄이기 운동 실시, 무인단속카메라 설치, 좌석안전띠 착용 의무화, 음주운전 삼진아웃제 등 8가지 교통안전정책의 개입효과를 ARIMA 방법을 사용하여 분석하였다. 분석의 관점은 교통안전정책 강화가 전체 교통사고에 미치는 영향, 교통안전정책 강화가 일정지역의 교통사고에 미치는 영향, 특정 교통안전정책 강화가 특정 법규위반으로 인한 교통사고에 미치는 영향으로 세분하였다. 분석 결과 교통사고 줄이기 운동 실시, 교통법규위반 신고보상금제, 음주운전 삼진아웃제 등이 교통사고 사망자수를 줄이는데 효과가 있는 것으로 나타났으나 통계적으로 유의하지 못하였다.

This article evaluates the effects of eight traffic safety policies such as traffic accident reduction campaign, the seat belt law, three strike out driving while intoxicated, rewarding for reporting traffic offenders on the number of accidents and fatalities. Intervention analysis of time series is used to compare the monthly accident and fatalities with the before and after reinforcement. The results indicate that no significant impact of the traffic enforcement measures on reducing the number of accidents and fatalities.

I. 서론

우리나라는 최근 10여년간 교통사고 발생건수 및 사망자수가 지속적으로 감소하는 등 많은 성과를 거두고 있고, 교통사고 사망자수를 절반으로 줄이는데 있어서 최단기록을 달성하기도 하였다. 그러나 우리나라의 교통사고 발생 정도는 OECD 국가와 비교할 때 여전히 높은 수준으로 체계적이고 지속적인 감소노력이 필요하다. 따라서, 교통사고 감소를 위하여 보다 효과적이고 능률적인 대책을 수립할 필요가 있다.

교통사고 발생과 피해 감소를 목적으로 하는 교통안전정책의 도입과 시행, 평가, 결과의 환류에 있어서 교통사고 발생과 이로 인한 피해를 감소시키는데 어떤 정책이 효과가 있었는지에 대한 분석은 의미있는 과정이다. 특정 교통안전정책의 효과 분석을 통하여 정책의 지속 또는 확대, 축소 또는 종결을 판단하는 기초자료를 제공할 수 있다. 그리고 본질적으로 규제정책인 교통안전정책의 효과성을 확보함으로써 국민의 정책 수용도를 높일 수 있고, 자발적인 참여 의지를 북돋울 수 있을 것이다.

정책 개입의 효과를 분석하는 방법론 중 하나인 개입분석은 사건이나 충격이 시계열의 성격을 바꿀 때 그 효과의 크기와 효과의 지속성 등 사건과 충격의 영향을 분석할 수 있는 기법이다. 교통사고 발생건수나 사망자수, 부상자수 등의 개입분석은 교통안전에 관한 특정 정책시행 전후의 추이변화를 파악하여 정책의 효과를 평가할 수 있도록 한다.

본 연구는 ARIMA 방법의 개입분석을 통하여 1990년대 이후 시행된 교통안전정책의 개입 또는 교통단속 강화가 전체 교통사고에 미치는 영향과 특정한 지역의 교통사고에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 그리고 음주운전에 대한 정책적 단속강화가 음주운전으로 인한 교통사고에 미치는 영향에 대한 분석을 통하여 특정 교통법규 위반에 대한 정책 강화의 효과를 분석하고자 한다.

II. 선행연구 검토

외국의 교통안전대책에 관한 연구를 살펴보면, 미국의 Merrell 등(1999)의 자동차 정기점검 영향에 대한 평가연구, Lapham 등(1998)의 음주운전자의 음주운전 거리와 체포지점간의 요인분석, Dee(1998)의 음주운전 단속 법령의 인명피해 감소효과 분석, 싱가포르

의 Wong과 Wu(1998)의 교통안전 정책효과 분석, 이태리의 Pau와 Anguis(2001)의 과속방지턱의 속도저감 영향에 대한 사례 분석 등 분석 대상 정책내용에 따라 다양한 연구가 이루어졌다.

동일한 교통안전정책의 효과가 연구자에 따라 다르게 나타나는 경우가 있는데, 좌석안전띠 착용 의무화 효과와 제한속도 상향 또는 하향 조정의 효과에 대한 연구가 그 대표적인 예라 할 수 있다. Peltzman(1975)은 좌석안전띠 착용 의무화가 교통안전에 역효과를 나타낸다는 연구결과를 발표함으로써 이른바 'Peltzman 이론'을 제시하였는데, 이후 Asch 등(1991)의 연구, Evans와 Graham(1991)의 연구, Garbacz(1991)의 연구에서는 좌석안전띠 착용의무화 이후 교통사고 감소효과가 별로 없었다고 보고함으로써 Peltzman이론을 지지하였다. 그러나 Bhattacharyya와 Layton(1979)의 연구, Rock(1993)의 연구, Koushki 등(2002)의 연구에서는 좌석안전띠 착용의무화 법률이 교통사고 사망자수 감소에 효과가 있다고 주장하였으며, Houston과 Richardson(2002)의 경우에는 부상자수 감소에는 효과가 있으나, 사망자수 감소에는 유의하지 않았다는 결과를 내놓기도 하였다.

한편 제한속도 상향 또는 하향 조정에 관한 연구도 미국, 유럽 등에서 많이 수행된 바 있다. Lave(1985)는 미국에서 시속 55마일로 속도제한을 강화한 것은 교통안전에 큰 도움을 주지 못했다는 주장을 펼쳤다. Lave의 논문에 대해 Levy(1989), Fowles와 Loeb(1989), Snyder(1989)는 제한속도 강화가 교통사고 감소에 기여하였다는 반론을 제기했으며, Lave(1989)는 이들의 주장에 대해 재반론을 제기하면서 제한속도 조정이 교통사고 감소에 큰 영향을 주지 않았다는 결론을 내렸다. Ullman과 Dudek(1987)은 제한속도를 하향조정해도 교통사고 감소에는 크게 기여하지 못하였다고 보고한 반면, McKnight와 Klein(1990)은 6년간 월별 교통사고 자료와 분기별 속도자료를 개입분석방법으로 분석한 결과, 고속도로의 제한속도 상향조정은 교통사고를 증가시킨다고 보고하였고, Baum 등(1991)의 연구결과도 동일한 결과를 제시하고 있다. Chang과 Paniati(1990)는 제한속도 상향조정은 단순 전후비교에서는 사망자수가 증가한 것으로 나타났지만, 시계열분석 결과는 사망자수 증가의 통계적 유의성을 찾을 수 없다고 발표하고 있다. 그 외에 제한속도 상향 또는 하향 조정 효과에 대한 분석연구는 Ledolter와 Chan(1996), Ossiander와

Cummings(2002), Kamerud(1988), Miller (1990), Wagenaar 등(1990), Freedman과 Esterlitz (1990) 등에 의해 수행된 바 있다.

이러한 교통안전정책의 효과를 분석하기 위하여 사용하는 방법 중 하나가 간여시계열분석(Interrupted Time Series Analysis) 또는 개입분석(Intervention Analysis)이다. 그동안 미국과 유럽 등에서 개입분석을 이용하여 음주운전 단속강화, 무인속도 카메라 설치, 좌석안전띠 착용 의무화, 제한속도 조정 등의 교통안전 정책 및 교통단속 강화가 인한 교통사고의 인적·물적 피해를 줄이는데 효과가 있는지와 있으면 어느 정도인지에 관한 연구가 많이 이루어졌다. 그러나 그러한 교통안전정책이나 교통단속 강화가 교통사고 감소효과가 있었는지는 연구마다 다르게 나타나고 있다(Ross, 1973; Chambers et al., 1974; McKnight et al., 1990; Zador et al., 1989; Voas et al., 2000; Chen et al., 2000; Foss et al., 2001).

우리나라도 교통안전대책의 영향분석에 관한 연구가 수행된 바 있다. 도시고속도로 교통류 제어전략의 영향분석(강정규, 1996), 자동차속단속시스템의 교통안전개선 효과분석(오세리 외, 1999), 교통안전규제의 여제효과 분석(홍성삼, 1999), 교통법규 위반단속 효과분석(장영채, 2002), 음주운전의 개인적, 사회적 영향요인 분석(박선영, 2003), 자동차속 감시체계의 교통안전 향상의 기여여부 분석(Ha et al., 2003) 등을 예로 들 수 있다.

그러나 이들 연구는 대부분 교통안전대책의 일반적인 영향분석으로 외국의 연구동향에서 보는 바와 같이 특정 교통안전대책의 시행 전·후 비교를 통한 교통사고 감소 효과의 변화 분석에 대한 연구는 많지 않은 실정이다.

제갈돈(1997)은 1983년~1994년까지의 월별 교통사고 추이를 통해 1989년과 1992년의 음주운전 규제 강화의 효과를 분석하였으나 감소효과가 유의하지 않은 것으로 나타났다. 명묘희와 김광식(2003)은 1974년~2001년까지 월별 교통사고 자료에 대한 개입분석을 통하여 주요한 교통단속 강화정책이 교통사고 발생건수, 사망자수, 부상자수 감소에 미치는 효과를 분석하였으나, 분석대상이 된 정책 모두가 통계적으로 유의한 감소효과를 얻지 못하였다.

III. 분석방법

본 연구에서 교통안전정책 개입의 효과를 분석하는데 사용한 ARIMA(Auto Regressive Integrated

Moving Average) 개입분석은 Box와 Tial 및 Box와 Jenkins에 의해 개발된 이후 총기규제법, 음주운전법, 공해방지법, 이혼법 등과 같은 법률이나 정책의 변화에 대한 효과를 평가하는데 중요한 도구가 된 방법론이다.

ARIMA 개입분석은 정책 개입 이전의 시계열에 대한 ARIMA 모형 구축을 통해 시계열 자료의 역사적 효과를 통계적으로 통제된 후 정책 개입의 효과를 측정하거나 평가하는 방법이다. 개입분석은 구성요소간 관계를 설명하는데 사용하는 회귀모형에 기초한다. 회귀모형은 AIRMA 모델과 개입함수라는 독립변수와 반응 시계열이라는 종속변수로 구성되게 된다. 전형적인 AMIMA 개입모형은 식(1)과 같이 표현된다.

$$Z_t = f(I_t) + N_t \quad (1)$$

여기에서 N_t 는 개입되는 사건이나 충격이 없었을 경우의 시계열 형태를 나타내는 잡음으로 ARIMA $(p, d, q)(P, D, Q)$ 에 의하여 모형화될 수 있다.

개입함수에는 두 가지 유형이 있는데, 하나는 어떤 시점로부터 개입의 영향이 지속적으로 유지되는 경우를 나타내는 함수로서 스텝함수라 하고, 다른 하나는 일시적으로 개입시점에만 충격을 나타내는 함수로서 펄스함수라 한다.

$$S_t^{(t)} = \begin{cases} 0 & t < T \\ 1 & t \geq T \end{cases}, P_t^{(t)} = \begin{cases} 0 & t \neq T \\ 1 & t = T \end{cases} \quad (2)$$

그리고 개입의 효과가 일시적이나 혹은 지속되느냐라는 문제 또한 간여의 반응형태를 식별하는데 관건이 된다. 본 연구에서 분석하고자 하는 교통안전정책의 효과는 급진적·연구적 개입효과로서 개입의 영향력이 개입 이후에 일정하게 지속되는 형태이다.

개입분석에서 사전시계열의 ARIMA 과정은 개입 이후의 기간에도 안정적인 것으로 추정되고, 분석 대상으로 하는 전 기간에 걸쳐 변화가 없게 되므로 변화가 발생하였다면 이는 개입의 효과로 보게 된다.

본 연구는 1990년대 이후 실시된 교통안전정책의 개입효과를 다음과 같이 3가지 관점에서 분석하였다. i) 교통안전정책 강화가 전체 교통사고에 미치는 영향(총량적 교통사고 감소에 대한 개입효과), ii) 교통안전정책 강화가 일정지역의 교통사고에 미치는 영향(지역적 교통사고 감소에 대한 개입효과), iii) 특정 교통안전정책 강화가 특

정 법규위반으로 인한 교통사고에 미치는 영향(특정법규 위반 교통사고 감소에 대한 개입효과)이 바로 그것이다.

이를 위하여 1988년 1월부터 2004년 12월까지의 자동차 만대당 교통사고 발생건수, 자동차 만대당 교통사고 사망자수에 대한 월별 추정치를 사용하였다¹⁾. 분석대상 정책은 교통안전분야 교수, 연구원, 공무원 50인을 대상으로 1990년대 이후 교통안전정책 중 교통사고 감소에 영향을 줄 것이라고 판단하는 교통안전정책을 제시해 줄 것을 요청한 후 자료를 집계하여 선정하였다.

전국의 총량적 효과분석에는 i)좌석안전띠 착용의무화(1990년 11월 시행), ii)운행기록계 확대 설치 및 속도제한기 의무설치(1996년 1월 시행), iii)음주운전 삼진아웃제(1997년 10월 시행), iv)음주운전 처벌강화(1999년 1월 시행), v)교통법규위반 신고보상제(2001년 3월 시행) 등의 5가지 정책 또는 단속강화를 대상 정책으로 하였다. 교통안전정책 강화가 전체 교통사고 발생건수, 사망자수에 미치는 영향에 대한 평가모형은 식(3)과 같다.

$$Z_t = \beta_0 + \beta_1 Z_{t-1} + \omega_1 I_{35} + \omega_2 I_{97} + \omega_3 I_{118} + \omega_4 I_{133} + \omega_5 I_{159} \quad (3)$$

β_0 : 상수, $\beta_1 Z_{t-1} = N_t$: 잡음,
 $\beta_1 = \frac{\theta(B)}{\phi(B)}$, I_t : 개입요소

ω : 개입변수의 계수, 변화폭의 파라미터
 B : 후향연산자
 θ : 정규이동 평균(MA) 계수
 ϕ : 자기이동 평균(AR) 계수

I_{35} : T<35이면 0이고, T ≥ 35이면 1이다.
 I_{97} : T<97이면 0이고, T ≥ 97이면 1이다.
 I_{118} : T<118이면 0이고, T ≥ 118이면 1이다.
 I_{133} : T<133이면 0이고, T ≥ 133이면 1이다.
 I_{159} : T<159이면 0이고, T ≥ 159이면 1이다.

서울시의 지역적 효과분석에는 i)교통안전종합대책 수립 및 교통사고 줄이기 운동 실시(1992년 1월 시행), ii)무인감시카메라 설치 및 과태료 부과(1998년 1월 시행), iii)교통법규위반 신고보상제(2001년 3월 시행) 등의 3가지 정책을 대상으로 하였다. 교통안전정책 강화가

서울시의 교통사고에 미치는 영향에 대한 급진적·영구적 효과에 대한 평가모형은 식(4)와 같다.

$$Z_t = \beta_0 + \beta_1 Z_{t-1} + \omega_1 I_{49} + \omega_2 I_{121} + \omega_3 I_{159} \quad (4)$$

I_{49} : T<49이면 0이고, T ≥ 49이면 1이다.
 I_{121} : T<121이면 0이고, T ≥ 121이면 1이다.
 I_{159} : T<159이면 0이고, T ≥ 159이면 1이다.

음주관련 법규 위반으로 인한 교통사고에 대한 효과 분석에는 i)음주운전 삼진아웃제(1997년 10월 시행), ii)음주운전 처벌강화(1999년 1월 시행)를 분석대상 정책으로 선정하였다. 음주운전 정책 강화가 음주운전 교통사고에 미치는 영향에 대한 급진적·영구적 효과에 대한 평가모형은 식(5)와 같다.

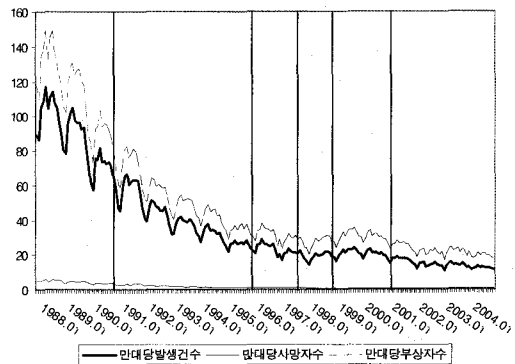
$$Z_t = \beta_0 + \beta_1 Z_{t-1} + \omega_1 I_{82} + \omega_2 I_{97} \quad (5)$$

I_{82} : T<82이면 0이고, T ≥ 82이면 1이다.
 I_{97} : T<97이면 0이고, T ≥ 97이면 1이다.

IV. 분석결과

1. 총량적 교통사고 감소에 대한 개입효과

1988년 1월부터 2004년 12월까지 전국의 자동차 만대당 월별 교통사고 발생건수, 교통사고 사망자수, 교통사고 부상자수의 시도표(time plot)를 살펴보면 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 자동차 만대당 교통사고 월별 추이

1) 음주운전에 대한 교통안전정책 강화가 음주운전 교통사고에 미치는 영향에 대한 분석은 월별 시계열 자료를 수집할 수 있는 1991년 이후의 교통사고 발생건수를 대상으로 하였다.

1) 교통사고 발생건수

교통사고 발생건수에 대한 간역시계열 분석을 하기에 앞서 사전시계열에 대한 적절한 확률적 모형인 ARIMA 모형을 구축하기 위해 ACF와 PACF를 검토해야 할 필요가 있다.

월별 교통사고 발생건수 자료는 비정상성(non-stationary)의 계절시계열 자료로서 변수변환과 계절조정을 통한 Box-Jenkins의 ARIMA 모형 분석이 선행되어야 한다(Hamilton, 1994; Wei, 1994). 차분의 방법과 로그함수를 취해서 분산의 안정화를 도모한 후 자기상관함수(auto-correlative function: ACF)와 편자기상관함수(partial auto-correlative function: PACF)를 통하여 (p,q)를 결정하도록 한다. 비정상시계열로 1차 차분을 할 경우 ARIMA(p,1,q) 모형을 갖게 되며, 정규차분과 계절차분을 동시에 필요로 한다.

이론적 ACF와 PACF를 비교해 볼 때 교통사고 발생건수의 사전개입시계열에 대한 사전개입모형은 잠정적으로 ARIMA(0,1,1)(0,1,1)₁₂ 임을 알 수 있다. 잠정적인 ARIMA 모형을 식으로 나타내면 식(6)과 같다.

$$N_t = \frac{(1-\theta_1 B)(1-\theta_{12} B^{12})}{(1-B)(1-B^{12})} a_t \quad (6)$$

〈표 1〉은 5가지 교통안전정책의 교통사고 발생건수에 대한 효과를 분석하기 위한 사전시계열의 최우추정(maximum likelihood estimation: ML)에 의한 파라미터의 추정치를 나타내는데, $\theta_1=0.33372$, $\theta_{12}=0.65240$ 이고, t값 또한 4.697, 9.874로서 통계적으로 유의하다.

〈표 1〉 사전시계열의 파라미터 추정결과

파라미터	추정치	표준오차	t-value	p-value
θ_1	0.33372	0.07105	4.697	<0.0001
θ_{12}	0.65240	0.06607	9.874	<0.0001

추정된 개입효과 모형에 대한 Box와 Ljung의 잔차 자기상관함수 검증 결과, p-value가 유의하지 않아 추정된 모형을 기각할 수 없으므로 이 모형은 평가에 적합하다고 볼 수 있다.

5가지 교통안전정책 도입 또는 단속 강화의 교통사고 발생건수에 대한 개입효과 분석결과 〈표 2〉와 같이

좌석안전띠 착용의무화, 교통법규위반 신고보상제 실시는 교통사고를 감소시킨 것으로 나타났으나, ω값이 모두 통계적으로 유의하지 않게 나타났다. 이를 통하여 5가지 교통안전 정책도입과 단속 강화의 효과가 교통사고 발생건수를 감소시키는데 기여하지 못했다고 할 수 있다.

〈표 2〉 교통사고 발생건수에 대한 개입효과

파라미터	추정치	표준오차	t-value	p-value
Θ_1	0.36544	0.06978	5.237	<0.0001
Θ_{12}	0.68564	0.06495	10.556	<0.0001
안전띠 착용의무화	-0.06507	0.22484	-0.289	0.7726
운행기록계 및 속도제한기 설치	-0.07401	0.22266	-0.332	0.7399
음주운전 삼진아웃제	0.02682	0.22330	0.120	0.9045
음주운전 처벌강화	-0.06826	0.22386	-0.305	0.7608
교통법규위반 신고보상제	0.09424	0.22536	0.418	0.6763

2) 교통사고 사망자수

5가지 교통안전정책 도입 및 교통단속 강화정책이 교통사고 사망자수에 미치는 영향을 평가하는 모형을 구축하기 위하여 산출된 사전시계열 모형은 ARIMA(2,1,1)(0,1,1)₁₂로 식(7)과 같다.

$$N_t = \frac{(1-\theta_1 B)(1-\theta_{12} B^{12})}{(1-\phi_1 B-\phi_2 B^2)(1-B)(1-B^{12})} a_t \quad (7)$$

사전시계열의 최우추정에 의한 파라미터 추정치는 〈표 3〉과 같이 $\theta_1=-0.43925$, $\theta_{12}=0.33986$, $\phi_1=-0.70178$, $\phi_2=-0.30900$ 을 나타내고 있다. 추정된 파라미터들은 t값이 각각 -2.345, 4.617, -3.696, -4.106으로 모두 통계적으로 유의함을 알 수 있다.

급진적·영구적 간여효과 모형에 대한 잔차분석을 통한 모형의 적합도를 검사한 결과 p-value가 유의하지

〈표 3〉 사전시계열의 파라미터 추정결과

파라미터	추정치	표준오차	t-value	p-value
θ_1	-0.43925	0.18731	-2.345	0.0202
θ_{12}	0.33986	0.07361	4.617	<0.0001
ϕ_1	-0.70178	0.18987	-3.696	0.0002
ϕ_2	-0.30900	0.07525	-4.106	<0.0001

않아 추정된 모형을 기각할 수 없게 되고, 식별된 모형이 평가에 적합함을 알 수 있다.

교통사고 사망자수에 대한 5가지 교통안전정책의 개입효과에 대한 분석 결과는 <표 4>와 같다.

<표 4> 교통사고 사망자수에 대한 개입효과

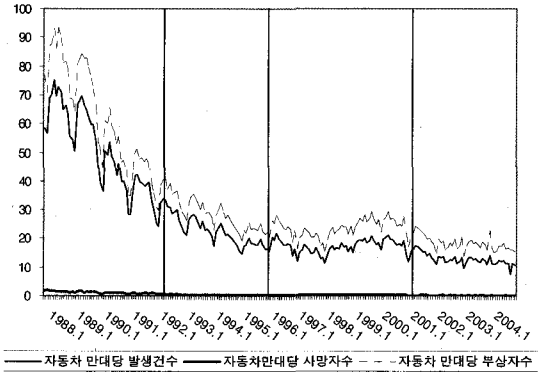
파라미터	추정치	표준오차	t-value	p-value
θ_1	-0.76837	0.22828	-3.366	0.0009
θ_{12}	-0.33330	0.07974	-4.180	<0.0001
ϕ_1	-0.33330	0.24199	-1.987	0.0485
ϕ_2	0.68504	0.06634	10.326	<0.0001
안전띠 착용의무화	-0.07406	0.06205	-1.193	0.2344
운행기록계 및 속도제한기 설치	0.18751	0.06096	3.076	0.0252
음주운전 삼진아웃제	0.04189	0.06078	0.689	0.4916
음주운전 처벌강화	-0.04099	0.06129	-0.669	0.5044
교통법규위반 신고보상제	-0.02284	0.06209	-0.368	0.7135

5가지 교통안전정책 개입 중 안전띠 착용의무화, 음주운전 처벌강화, 교통법규위반 신고보상제 실시는 교통사고 사망자수를 감소시킨 것으로 나타났으나, ω 값이 모두 통계적으로 유의하지 않게 나타났다. 즉 5가지 교통안전정책 도입 또는 단속 강화는 교통사고 사망자수를 감소시키는데 기여하지 못했다고 할 수 있다.

반면 운행기록계 설치 확대 및 속도제한기 설치는 유의수준 0.05에서 교통사고 사망자수를 18% 증가시킨 것으로 나타나 이외의 결과를 보여주고 있다. 이는 당시의 운행기록계 설치 확대 대상이 적재중량 8톤 이상의 화물자동차 등으로 전체 자동차 운행대수에서 차지하는 비율이 높지 않았고, 운수업체나 운전자들이 운행기록계 등을 통하여 과속을 예방하고자 하는 의식이 높지 않았기 때문인 것으로 판단된다.

2. 지역적 교통사고 감소에 대한 개입효과

1988년 1월부터 2004년 12월까지 서울시의 자동차 만대당 월별 교통사고 발생건수, 교통사고 사망자수, 교통사고 부상자수의 시도표(time plot)를 살펴보면 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 서울시 자동차 만대당 교통사고 월별 추이

1) 교통사고 발생건수

3가지 교통단속강화 정책이 서울시 교통사고 발생건수에 미친 영향을 분석하기 위한 사전시계열모형은 ARIMA(0,1,1)(0,1,1)₁₂로서 식(8)과 같다.

$$N_t = \frac{(1 - \theta_1 B)(1 - \theta_{12} B^{12})}{(1 - B)(1 - B^{12})} a_t \tag{8}$$

교통사고 발생건수 사전시계열의 최우추정에 의한 모형 추정결과는 <표 5>와 같이 $\theta_1 = 0.41591$, $\theta_{12} = 0.35172$ 이다. 추정된 파라미터들은 모두 MA계수의 필요조건인 가역성을 만족하고 있으며, t값이 각각 6.268, 4.561로 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

<표 5> 사전시계열의 파라미터 추정결과

파라미터	추정치	표준오차	t-value	p-value
θ_1	0.41591	0.06634	6.268	<0.0001
θ_{12}	0.35172	0.07709	4.561	<0.0001

추정된 개입효과 모형에 대한 Box와 Ljung의 잔차 자기상관함수 검증결과, p-value가 유의하지 않아 추정된 모형을 기각할 수 없으므로 이 모형은 평가에 적합하다고 볼 수 있다.

3가지 교통안전 정책 도입 또는 단속 강화의 교통사고 발생건수에 대한 개입효과 분석결과 <표 6>과 같이 교통안전종합대책 수립 및 교통사고 줄이기 운동 실시, 무인카메라 설치 및 과태료 부과는 교통사고를 감소시킨 것으로 나타났으나, ω 값이 모두 통계적으로 유의하지 않게 나타났다. 이를 통하여 3가지 교통안전 정책도

입과 단속 강화는 교통사고 발생건수를 감소시키는데 기여하지 못했다고 할 수 있다.

〈표 6〉 교통사고 발생건수에 대한 개입효과

파라미터	추정치	표준오차	t-value	p-value
θ_1	0.41070	0.67850	6.052	<0.0001
θ_{12}	0.37800	0.07360	5.135	<0.0001
교통사고 줄이기 운동 실시	-0.69615	1.45684	-0.477	0.6333
무인카메라 설치 및 과태료 부과	-0.45036	1.45620	-0.309	0.7574
교통법규위반 신고보상제	0.03564	1.45687	0.220	0.8256

2) 교통사고 사망자수

3가지 교통안전정책 도입 및 교통단속 강화정책이 서울시 교통사고 사망자수에 미치는 영향을 평가하는 모형을 구축하기 위하여 산출된 사전개입시계열 모형은 ARIMA(2,1,1)(0,1,1)₁₂로 식(9)와 같다.

$$N_t = \frac{(1 - \theta_1 B)(1 - \theta_{12} B^{12})}{(1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2)(1 - B)(1 - B^{12})} a_t \quad (9)$$

사전시계열의 최우추정에 의한 파라미터 추정치는 〈표 7〉과 같이 $\theta_1 = 0.90995$, $\theta_{12} = 0.75806$, $\phi_1 = 0.36381$, $\phi_2 = 0.23754$ 로 나타났다. 추정된 파라미터들은 t값이 각각 15.060, 11.318, 3.951, 2.900으로 모두 통계적으로 유의함을 알 수 있다.

〈표 7〉 사전시계열의 파라미터 추정결과

파라미터	추정치	표준오차	t-value	p-value
θ_1	0.90995	0.06042	15.060	<0.0001
θ_{12}	0.75806	0.06697	11.318	<0.0001
ϕ_1	0.36381	0.09205	3.951	0.00011
ϕ_2	0.23754	0.08190	2.900	0.00417

교통사고 사망자수에 대한 개입효과 모형의 잔차에 대한 유의성 검정결과 p-value가 대부분 크므로 잔차들이 상관관계를 가지고 있다고 할 수 없고, 모형이 적합함을 알 수 있다.

교통사고 사망자수에 대한 3가지 교통안전정책의 개입효과에 대한 분석 결과는 〈표 8〉과 같다.

〈표 8〉 교통사고 사망자수에 대한 개입효과

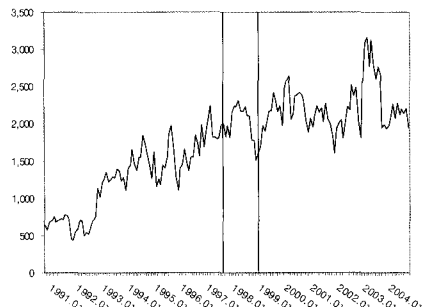
파라미터	추정치	표준오차	t-value	p-value
θ_1	0.91218	0.05808	15.703	<0.0001
θ_{12}	0.77041	0.06772	11.375	<0.0001
ϕ_1	0.35926	0.09045	3.971	0.0010
ϕ_2	0.21088	0.08027	2.627	0.0093
교통사고 줄이기 운동 실시	-0.12945	0.06805	-1.902	0.0572
무인카메라 설치 및 과태료 부과	0.02046	0.06625	-0.661	0.7578
교통법규위반 신고보상제	-0.04511	0.06824	-0.661	0.5093

실험적 개입이 있는 이후의 시계열 수준의 변화 정도를 나타내는 파라미터인 ω 의 값을 살펴보면, 무인카메라 설치 및 과태료 부과를 제외한 교통안전종합대책 수립 및 교통사고 줄이기 운동 실시, 교통법규위반 신고보상제는 교통사고 사망자수를 감소시켰다.

특히, 교통안전종합대책 수립은 교통사고 사망자수를 12% 줄임으로서 유의수준 0.1에서 교통사고 감소 효과가 있는 것으로 나타났다. 분석대상이 된 교통안전정책이 특정한 법규위반의 감소를 통하여 전체 교통사고 감소에 기여하고자 했던 반면 교통안전종합대책 수립 및 사고줄이기 운동의 경우 인적·시설적·제도적인 모든 측면에 영향을 준 통합적인 정책이었기 때문인 것으로 판단된다.

3. 특정법규위반 교통사고 감소에 대한 개입효과

1991년 1월부터 2004년 12월까지 발생한 전국의 자동차 만대당 음주운전 관련 교통사고 발생건수의 시도표(time plot)는 〈그림 3〉과 같다.



〈그림 3〉 자동차 만대당 음주운전 교통사고 월별 추이

2가지 음주운전 안전정책 강화가 음주운전 교통사고에 미친 영향을 평가하기 위하여 산출된 사전시계열 모형은 ARIMA(2,1,2)(0,1,1)₁₂ 로 식(10)과 같다.

$$N_t = \frac{(1-\theta_1 B - \theta_2 B^2)(1-\theta_{12} B^{12})}{(1-\phi_1 B - \phi_2 B^2)(1-B)(1-B^{12})} a_t \quad (10)$$

사전시계열 최우추정에 의한 파라미터 추정치는 <표 9>와 같이 $\theta_1=0.53594$, $\theta_2=-0.97693$, $\theta_{12}=0.90849$, $\phi_1=0.50624$, $\phi_2=-0.98052$ 로 나타났다. 추정된 파라미터들은 t값이 각각 13.394, -18.535, 3.309, 16.629, -32.075로 모두 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

<표 9> 사전시계열의 파라미터 추정결과

파라미터	추정치	표준오차	t-value	p-value
θ_1	0.53594	0.04001	13.394	<0.0001
θ_2	-0.97693	0.52705	-18.535	<0.0001
θ_{12}	0.90849	0.27453	3.309	0.00119
ϕ_1	0.50624	0.03044	16.629	<0.0001
ϕ_2	-0.98052	0.03056	-32.075	<0.0001

음주운전 교통사고에 대한 개입효과 모형의 잔차의 유의성 검정결과 p-value가 모두 크므로 잔차들이 상관관계를 가지고 있다고 할 수 없고, 모형이 적합함을 알 수 있다.

음주운전 교통사고에 대한 2가지 교통안전정책의 개입효과에 대한 분석결과는 <표 10>과 같다.

<표 10> 음주운전 교통사고에 대한 개입효과

파라미터	추정치	표준오차	t-value	p-value
θ_1	0.82808	0.26623	3.110	0.0022
θ_2	-0.99880	0.62940	-1.587	0.1146
θ_{12}	0.99460	2.34165	0.424	0.3716
ϕ_1	0.73474	0.05687	12.917	<0.0001
ϕ_2	-0.88326	0.05291	-16.692	<0.0001
음주운전 삼진아웃제	-0.10219	0.15340	-0.666	0.5063
음주운전 처벌강화	0.34108	0.15355	0.222	0.8245

실험적 개입이 있는 후의 시계열 수준의 변화 정도

를 나타내는 파라미터인 ω 의 값을 살펴보면, 음주운전 삼진아웃제, 음주운전 처벌강화 모두 통계적으로 유의하지 않게 나타났다. 즉, 2가지 음주운전 안전정책 강화는 음주운전 교통사고 감소에 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있다.

음주운전을 감소시키고자 정부에서 취한 대표적인 처벌 강화정책들이 교통사고 감소효과로 직결되지 못하였다는 분석 결과는 처벌 강화가 반드시 정책이 의도한 억제효과를 가져오는 것은 아니라는 기존 연구결과들을 뒷받침해 주고 있다.

V. 결론

본 연구는 교통안전정책의 도입 및 교통단속 강화가 교통사고 발생과 그로 인한 피해를 줄이는데 지속적인 효과가 있었는지를 평가하고자 하였다. 즉 교통안전정책 강화가 전국의 교통사고에 미치는 영향, 서울시에서 시행되는 교통안전정책 강화가 서울시의 교통사고에 미치는 영향, 특정 교통안전정책(음주운전) 강화가 특정 범규위반으로 인한 교통사고에 미치는 영향을 분석하였다.

이를 위하여 1988년 1월부터 2004년 12월까지의 자동차 만대당 교통사고 발생건수, 자동차 만대당 교통사고 사망자수에 대한 월별 추정치를 통하여 1990년대 이래로 실시된 교통안전정책의 시행효과에 대하여 개입 분석을 실시하였다.

분석 결과, 전국의 총량적 교통사고 감소에 대한 교통안전정책의 개입은 교통사고 사망자의 경우, 좌석 안전띠 착용의무화, 교통법규위반 신고보상제 및 음주운전 처벌 강화는 효과가 있는 것으로 나타났다. 서울시의 경우는 교통사고 줄이기 운동 실시와 교통법규위반 신고보상제가 효과가 있었고, 음주운전관련 법규는 음주운전 삼진아웃제가 효과 있는 것으로 나타났다. 그러나 교통안전종합대책 수립 및 교통사고 줄이기 운동 실시가 유의수준 0.1에서 사망자수 감소에 영향을 준 것을 제외하고 다른 정책의 경우 통계적으로 유의한 영향을 미치지 못한 것으로 나타났다.

한편 운행기록계 확대 설치 및 속도제한장치 설치에 오히려 전체 교통사고 사망자수를 증가시킨 것으로 나타났다. 그리고 음주운전 삼진 아웃제나 음주운전 처벌 강화는 전체 교통사고뿐만 아니라 음주운전으로 인한 교통사고에도 영향을 주지 못하는 것으로 나타났다.

본 연구의 분석대상이 된 교통안전정책이 통계적으로 유의한 수준에서 교통사고 감소에 영향을 미치지 못한 것으로 나타난 이유 중 하나는 무인과속카메라 설치와 같이 과속 교통사고 감소에 영향을 주었으나 전체 교통사고 감소에는 영향을 주지 못한 경우가 있기 때문이다.2).

그리고 개별 교통안전정책 또는 단속강화 대책 이외의 다른 요인, 예를 들면 도로시설의 신설 및 개선, 교통안전 교육홍보 강화 등 복합적으로 작용한 요인은 고려할 수 없었다는 한계가 있다. 따라서 향후 이러한 요인을 감안한 후속 연구가 요구된다.

참고문헌

1. 강정규(1996) 도시고속도로 교통류 제어전략이 교통안전에 미치는 영향에 관한 연구. 대한교통학회지, 제14권 제2권, 대한교통학회, pp.223~237.
2. 명묘희, 김광식(2003) 교통단속강화가 교통사고에 미치는 효과분석. 국토계획, 제38권 제7권, pp.109~117.
3. 박선영(2003) 음주운전에 영향을 미치는 개인적·사회적 요인에 관한 연구. 음주운전 예방 세미나 자료집, 교통안전공단.
4. 오세리, 강정규, 현철승(1999) 자동과속단속시스템의 교통안전개선 메커니즘 분석. 대한교통학회지, 제17권 제1권, 대한교통학회, pp.187~196.
5. 장영채(2002) 교통법규 위반별 위험도와 단속에 관한 연구. 교통안전연구논집, 제21권, pp.123~134.
6. 제갈돈(1995), "간여시계열분석을 통한 안동댐의 기상영향평가", 「한국행정학보」 제29권 제1권, pp.47~59
7. 제갈돈(1997), 음주운전규제정책의 효과평가, 정책연구 제1권 제1권, pp.125~143
8. 홍성삼(1999) 교통안전규제의 억제효과에 관한 연구: 음주운전을 중심으로. 서울대학교 행정대학원 박사학위 논문.
9. Asch, P., Levy, D. T, Shea, D. & Bodenhorn, D. (1991) Risk compensation and the effectiveness of safety belt use

- laws: A case study of New Jersey. Political Sciences 24, pp.181~197.
10. Baum, H. M., Wells, J. K. & Lund, A. K. (1991) The fatality consequences of the 65mph speed limits. 1989. Journal of Safety Research 22, pp.171~177.
11. Bhattacharyya, M. N. & Layton, A. P. (1979) Effectiveness of seat belt legislation on the Queensland road toll: An Australian case study in intervention analysis. Journal of the American Statistical Association 74(376), pp.596~603.
12. Box, G. E. P. & Jenkins, G.M. (1976). Time Series Analysis: Forecasting and Control. Holden-Day, San Francisco
13. Chambers, L. W., Roberts, R. S., Voelker, C. C. (1974) "The epistemology of traffic accidents and the effect of the 1969.
14. Chang, G.-L. & Paniati, J. F. (1990) Effects of 65-mph speed limit on traffic safety. Journal of Transportation Engineering 116 (2), pp.213~226.
15. Chen, G., Wilson, J., Meckle, W. & Cooper, P. (2000) Evaluation of photo radar program in British Columbia, Accident Analysis and Prevention 33, pp.507~517.
16. Dee, T. S. (1998) Reconsidering the effects of seat belt laws and their enforcement status. Accident Analysis and Prevention 30(1), pp.1~10.
17. Evans, W. N. & Graham, J. D. (1991) Risk reduction or risk compensation? The case of mandatory safety-belt use laws. Journal of Risk and Uncertainty 4, pp.61~73.
18. Foss, R. D., Stewart, J. R. & Reinfrut, D. W. (2001) Evaluation of the effect of North Carolina's 0.08% BAC law, Accident Analysis and Prevention 33, pp.507~517.

2) 과속운전으로 인한 교통사고는 1997년 이래 다른 교통법규 위반 교통사고 감소추세에 비하여 매우 급격한 감소추이를 나타내고 있다. 그러나 과속 교통사고에 대한 월별 시계열 자료를 구할 수 없어서 과속단속 카메라 설치가 과속 교통사고에 미친 영향에 대하여 ARIMA 개입 분석을 실시하지 못하였다.

19. Fowles, R. & Loeb, P. D. (1989) Speeding, coordination, and the 55mph limit: Comment. *The American Economic Review* 79(4), pp.916~921.
20. Freedman, M. & Esterlitz, J. R. (1990) Effect of the 65-mph speed limit on speeds in three states. *Transportation Research Record* 1281, pp.52~61.
21. Garbacz, C. (1991) Impact of the New Zealand seat belt law. *Economic Inquiry* 29, pp.310~316.
22. Ha, T.-J., Kang, J.-K. & Park, J.-J. (2003) The effects of automated speed enforcement systems on traffic-flow characteristics and accidents in Korea. *ITE Journal* February, pp.28~31.
23. James D. Hamilton (1994). *Time Series Analysis*, Princeton University Press.
24. Houston, D. J. & Richardson Jr, L. E. (2002) Traffic safety and the switch to a primary seat belt law: The California experience. *Accident Analysis & Prevention*, 34(6), pp.743~751.
25. Kamerud, D. B. (1988) Benefits and costs of the 55mph speed limit: New estimates and their implications. *Journal of Policy Analysis and Management* 7(2), pp.341~352.
26. Koushki, P. A., Bustan, M. A. & Kartam, N. (2002) Impact of safety belt use on road accident injury and injury type in Kuwait. *Accident Analysis and Prevention* 34(1), pp.1~6.
27. Lapham, S. C., Skipper, B. J., Chang, I., Barton, K. & Kennedy, R. (1998) Factors related to miles driven between drinking and arrest locations among convicted drunk drivers. *Accident Analysis and Prevention* 30(2).
28. Lave, C. (1985) Speeding, coordination, and the 55mph limit. *The American Economic Review* 75(5), pp.1159~1164.
29. Lave, C. (1989) Speeding, coordination, and the 55mph limit: Reply. *The American Economic Review* 79(4), pp.926~931.
30. Ledolter, J. & Chan, K. S. (1996) Evaluating the impact of the 65mph maximum speed limit on Iowa rural interstates. *The American Statistician* 50(1), pp.79~85.
31. Levy, D. T. & Asch, P. (1989) Speeding, coordination, and the 55mph limit: Comment. *The American Economic Review* 79(4), pp.913~915.
32. McKnight, A. J. & Klein, T. M. (1990) Relationship of 65-mph limit to speeds and fatal accidents. *Transportation Research Record* 1281, pp.71~77.
33. Merrell, D., Poitras, M. & Sutter, D. (1999) The effectiveness of vehicle safety inspections: An analysis using panel data. *Southern Economic Journal* 65(3), pp.571~583.
34. Miller, T. R. (1990) 65mph: Winners and losers. Final Report. NHTSA Grant DTNH 22-88-z-37192. Urban Institute. Washington, D.C.
35. Ossiander, E. M. & Cummings, P. (2002) Freeway speed limits and traffic fatalities in Washington State. *Accident Analysis and Prevention* 34(1), pp.13~18.
36. Pau, M. & Angius, S. (2001) Do speed bumps really decrease traffic speed? An Italian experience. *Accident Analysis and Prevention* 33(5), pp.585~597.
37. Peltzman, S. (1975) The effects of automobile safety regulation. *Journal of Political Economy* 83, pp.677~725.
38. Rock, S. M. (1993) Risk compensation and the Illinois seat belt use law. *Accident Analysis and Prevention* 25(5), pp.537~544.
39. Ross, H. L. (1973) "Law, science and accidents: the British Road Safety Act of 1967", *Journal of Legal Studies* 2, pp.1~78
40. Snyder, D. (1989) Speeding, coordination, and the 55mph limit: Comment. *The*

- American Economic Review 79(4), pp.92
2~925.
41. Ullman, G. L. & Dudek, C. L. (1987) Effects of reduced speed limits in rapidly developing urban fringe areas. Transportation Research Record 1114, pp.49~53.
 42. Voas R. B, Tippetts, A. S., Fell, J. (2000) "The relationship of alcohol safety laws to drinking drivers in fatal crashes", Accident and Analysis and Prevention 32, pp.483~492.
 43. Wagenaar, A. C., Streff, F. M. & Schultz, R. H. (1990) Effects of the 65 mph speed limit on injury morbidity and mortality. Accident Analysis and Prevention 22(6), pp.571~585.
 44. William W. S. Wei (1994), Time Series Analysis, Anderson-Wesley Publishing Company. Inc.
 45. Wong, S. H. J. & Wu, Y. (1998) The efficacy of safety policies on traffic fatalities in Singapore. Accident Analysis and Prevention 30(6), pp.745~754.
 46. Zador, P. L., Lund, A. K., Fields, M., Weinberg, K. (1989) "Fatal crash involvement and against alcohol-impaired driving", Journal of Public Health Policy, pp.467~485.

✉ 주 작 성 자 : 명묘희
 ✉ 교 신 저 자 : 명묘희
 ✉ 논문투고일 : 2006. 2. 25
 ✉ 논문심사일 : 2006. 4. 21 (1차)
 2006. 4. 24 (2차)
 ✉ 심사판정일 : 2006. 4. 24
 ✉ 반론접수기한 : 2006. 9. 30