

음주교통사고 영향요인과 심각도 분석을 위한 모형설정

Modeling Traffic Accident Characteristics and Severity Related to Drinking-Driving

장태연* · 박현천**

Jang, Taeyoun · Park, Hyunchun

Abstract

Traffic accidents are caused by several factors such as drivers, vehicles, and road environment. It is necessary to investigate and analyze them in advance to prevent similar and repetitive traffic accidents. Especially, the human factor is most significant element and traffic accidents by drinking-driving caused from human factor have become social problem to be paid attention to. The study analyzes traffic accidents resulting from drinking-driving and the effects of driver's attributes and environmental factors on them. The study is composed as two parts. First, the log-linear model is applied to analyze that accidents by drinking or non-drinking driving associate with road geometry, weather condition and personal characteristics. Probability is tested for drinking-driving accidents relative to non-drinking drive accidents. The study analyzes probability differences between genders, between ages, and between kinds of vehicles through odds multipliers. Second, traffic accidents related to drinking are classified into property damage, minor injury, heavy injury, and death according to their severity. Heavy injury is more serious than minor one and death is more serious than heavy injury. The ordinal regression models are established to find effecting factors on traffic accident severity.

Keywords : drinking-driving, log-linear model, severity, ordinal regression model, traffic accident

요 지

교통사고는 사람과 자동차, 도로환경 등의 여러 요인들이 결합되어 발생됨으로 요인들에 대한 과학적, 심층적인 조사와 분석을 통해 사고요인을 사전에 제거하여 유사한 형태로 반복되는 사고를 예방하는 것이 중요하다. 특히, 인적요인은 교통사고에 있어 큰 부분을 차지하고 있어 인적요인에 의한 음주교통사고는 경각심을 갖고 해결해야 할 중요한 사회적 문제이다. 연구는 교통사고자료를 활용하여 사고 빈도와 사고 심각성에 영향을 주는 요인에 대해 분석한다. 교통사고를 음주 및 비음주 사고로 분류하고, 비음주 사고에 대한 음주 사고 발생 가능성에 대해 로그선형모형을 이용하여 변수간의 관계성을 분석한다. 음주교통사고 영향요인으로는 여성보다는 남성이, 비승용차 운전자보다는 승용차 운전자가 음주관련 사고 발생가능성이 높은 것으로 나타났다. 연령의 증가, 커브구간, 단일로, 노면 불량상태 등에서도 발생가능성이 높은 것으로 분석되었다. 또한, 음주 교통사고의 경중을 고려한 심각성 분석을 위해 순위회귀모형의 적용 가능성을 탐색하였다. 종속변수가 이산적 특성과 함께 순위적 특징을 보일 경우 순위회귀모형이 적용되어야 하는데, 종속변수가 정성적 표현이 아닌 단지 순위를 반영하는데 유익한 모형이다. 사고의 심각성 분석에서 교통사고 발생시간대, 기후, 도로형태, 사고유형, 성별, 차량종류 등에 의해 심각성이 가중됨을 알 수 있었다. 계절적으로는 봄과 겨울이 사고의 심각성이 증대되며 반면에 여름과 가을은 감소될 가능성이 높았다.

핵심용어 : 음주운전, 로그선형모형, 심각도, 순위회귀모형, 교통사고

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

경제성장과 더불어 생활수준의 향상으로 자동차는 우리 생활에 직접적으로 영향을 미치는 매우 중요한 요소 중의 하나로 자리 잡고 있다. 사회가 발전하면서 사람과 물자의 이동이 더욱 활발해지고 따라서 자동차의 중요성 및 필요성이 더욱 절실해지고 있다. 그러나, 자동차는 필수 생활품으로서 긍정적인 측면도 있지만 교통사고라는 부정적인 측면도 있

다. 도시 교차로 및 도로에서의 교통사고는 도로구조, 접근로 교통량, 신호운영 방법 등과 같은 다양한 요인에 영향을 받으며, 운전자, 도로 및 차량의 상호작용에 의해 교통사고의 심각성은 가중된다. 교통사고는 일반적으로 93~94% 이상이 운전자 원인으로 보고되고 있어 운전자의 운전행태가 가장 중요한 요인임을 알 수 있다(Ogden, 1996).

지금까지 도로상 교통안전 연구는 운전자의 운전행태 및 교통사고와 직접적 연관이 있는 과속, 음주 및 주의태만 등의 영향요소들을 제시해 왔으며, 이러한 영향요소들은 교통

*정현원 · 교신저자 · 전북대학교 도시공학과 교수 · 공학박사 (E-mail : jangty@jbnu.ac.kr)

**전북대학교 건축도시공학과 석사과정 (E-mail : chunnim82@nate.com)

사고 발생가능성을 높이는 요인들이다(Elvik and Vaa, 2004). 특히, 음주운전은 운전자 뿐만 아니라 자신과 무관한 다른 사람에게 큰 피해를 줄 수 있어, 사회적으로 음주운전의 원천적인 차단과 교통사고를 줄이기 위한 대책이 요구된다. 음주운전이라 함은 운전자의 혈중알코올 농도가 법적인 한계를 넘어 법률적인 처벌을 받는 운전행동을 말하는데 운전자의 운전행태에 영향을 주어 교통사고를 발생시키는 중요한 영향요소로 작용한다. 장영채 외(2007)는 도로교통공단 통계에 의거한 도로교통사고 비용추계에서 음주로 인한 직접적인 교통사고 사상자 비용은 2005년에 6,147억원임을 제시하고 있다. 이는 전체 교통사고 사상자 비용 약 4조 3,328억원의 14.2%를 차지한다.

연구는 전주지역의 교통사고 자료를 활용하여 음주교통사고의 특징을 분석하기 위한 모형을 구축한다. 음주교통사고와 운전자의 개인적 및 도로 환경적 요인들과의 상호관계를 탐색적 방법으로 분석하고, 교통사고를 물피, 경상, 중상(사망) 등 심각성별로 구분하여 개인적·환경적 요인과의 인과관계를 찾아낸다.

1.2 선행연구 고찰

교통사고에 의한 상해는 주요 공공의 건강문제가 될 수 있으며, 특히 음주는 차량 충돌사고발생의 중요한 위험요인이다(Ahlm 등, 2009; Connor 등, 2004; Morvig 등, 2004; Horwood and Fergusson, 2000; Levitt and Porter, 1999). 교통사고발생에 있어 운전자의 인적요인이 큰 역할을 하고 있는데, 음주와 관련된 교통사고에서 성별과 나이에 대한 많은 연구가 제시되고 있다. Burgess and Lindsey(1997)는 사망 교통사고에 관련된 남성 운전자의 경우 여성운전자에 비해 거의 2배정도 만취된 경향이 있음을 분석하였다. Pendleton 등(1986)은 미국 텍사스 자료를 활용하여 남성은 음주운전에 의한 사망사고가 55%인 반면에 여성은 32% 정도인 것을 보여주고 있다. 운전자 연령이 21-24세인 경우 음주교통사고가 27.8%, 25-29세가 27.0%를 차지하고 있음을 제시하고 있다. 또한, 21-25세의 나이가 음주에 의한 교통사고로 인한 사망비율이 가장 높은 것으로 분석되었으며 음주사고가 연령과 밀접한 관계가 있음을 보여주고 있다. 이렇듯 젊은층에 대해 음주운전의 심각성을 강조할 필요가 대두된다(Hingson 등, 2005; Hoyert 등, 2005; Fillmore 등, 2008; Chen 등, 2008; Gustin 등, 2008; Zakletskaia 등, 2009). 또한, 음주를 일찍 시작한 사람일수록 공격적 운전행태 및 사고발생 가능성이 높은 것으로 제시되고 있다(Zakrajsek 등, 2006; Hingson 등, 2002; Ferrante 등, 2001; Hingson 등, 2001).

도로상의 교통량이 음주운전자의 운전행태에 미치는 영향에 대한 연구도 교통사고 방지대책에 중요하게 근거가 된다. Vanlaar(2005, 2008)는 일반적으로 음주운전자들이 교통량이 많은 대로에서 음주단속에 걸릴 확률이 높아 상대적으로 교통량이 적은 도로를 이용하게 될 거라는 가정하에 종속변수로서 혈중알코올농도를 기초로 음주운전과 비음주운전으로 분류하여 이를 이항변수로 설정하였다. 독립변수는 조사대상도로에서의 교통량, 운전자의 성별 및 연령 등으로 하여 모형을 구축하였다. 운전자가 음주운전을 하게 될 확률은 도로상

의 교통량이 증가될수록 감소되며, 이는 운전자가 교통량이 많은 도로를 피하는 경향이 높다는 것을 보여주었다. Chen 등(2008)은 운전자들이 음주운전을 하거나 음주운전자와 동승하는 것을 막기 위한 사회적 측면에서 방법론을 제시하고 있다. Hingson 등(2002)은 어린나이에 음주를 시작했던 사람들이 일생을 통해 음주운전을 하게 될 가능성과 음주운전과 관련된 충돌사고를 발생시킬 가능성에 대해 연구를 하였는데, 이들 변수간에 상관관계가 높음을 보여주고 있다.

음주운전과 관련한 국내 연구로는 최상진 외(2001)는 운전자가 음주 후 운전여부를 결정할 때 중요시 여기는 음주운전 결정요인을 찾아내고 음주운전자와 비음주운전 간의 차이점을 분석하였다. 연구결과 음주정도, 음주 후 경과시간, 다음날 이동시의 불편함, 집과의 거리 등이 중요한 결정요인임을 제시하고 있다. 정신교(2008)는 음주운전으로 처벌가능한 도로의 개념에 대해 도로교통법상의 도로에 한정하는 것이 타당한지에 대한 해석을 시도하였다. 날씨가 음주운전 결정에 미치는 영향에 대해 연구가 진행되었는데, 오경근(2009)은 전북지역내 음주 운전자를 대상으로 한 설문결과에서, 응답자의 86.1%가 습관적인 음주운전자로 제시하고 있으며, 날씨에 따른 음주의향은 눈, 비 등 흐린날이 가장 높게, 나이가 어릴수록, 월 7-14회 음주횟수, 음주량 2명 이상의 운전자가 날씨에 의해 음주의향이 상대적으로 높다는 것으로 분석하고 있다.

기존 연구는 개인의 속성, 특히 나이와 성별에 따른 음주 교통사고와의 인과관계 분석이 진행되어 왔다. 일부 Vanlaar의 경우처럼 음주운전자의 도로전환 행태에 대한 연구도 있으나, 이러한 인과관계 분석과 더불어 교통사고의 심각성, 도로유형, 기후 및 주변 환경과 연관된 분석도 필요하다. 또한, 국내의 경우 음주운전에 대한 위험성에 대해 연구가 있었지만 교통사고의 특성에 대한 분석은 미미함을 알 수 있다.

2. 연구의 방법론

2.1 연구의 개념

연구는 2부분으로 구성된다(그림 1). 첫째, 음주 및 비음주 교통사고, 개인속성, 도로환경 등의 상호 연관관계를 분석한

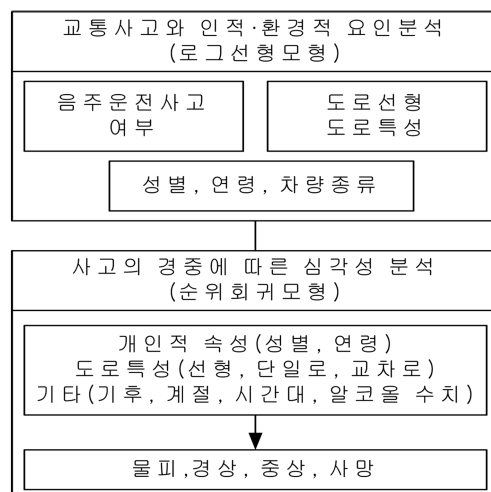


그림 1. 연구의 개념

표 1. 전주시 교통사고 종류별 현황

구분	2006년(건, %)		2007년(건, %)		2008년(건, %)	
	총사고	음주사고	총사고	음주사고	총사고	음주사고
물피	1,099(25.3)	379(46.8)	1,306(28.3)	402(47.7)	1,721(34.6)	524((57.4)
경상	2,144(49.3)	296(36.5)	2,317(50.2)	314(37.2)	2,242(45.1)	282((30.9)
중상	1,041(24.0)	123(15.2)	928(20.1)	117(13.9)	945(19.0)	89((9.7)
사망	61(1.4)	12(1.5)	66(1.4)	10(1.2)	66(1.3)	18(2.0)
합계	4,345(100.0)	810(100.0)	4,551(100.0)	833(100.0)	4,908(100.0)	895(100.0)

다. 범주형 자료의 상호관계 분석에 활용되는 로그선형모형(log-linear model)이 적용된다. 로그선형모형을 통해 비음주 사고에 대해 음주운전사고 발생 가능성을 분석한다. 둘째, 교통사고는 사고의 가중에 따라 심각도가 다르다. 사망사고는 경상사고보다 심각도가 높다. 순회회귀모형을 통해 물피, 경상, 중상, 사망 등의 사고의 심각도에 개인적 속성, 도로환경, 음주관련 변수가 어떻게 영향을 주는지 분석한다.

2.2 자료 및 변수

연구에서는 2006년에서 2008년까지 3년간 전주시내에서 발생한 교통사고 자료를 활용한다. 2008년 현재 전주시 인구는 635,000명이며 218,608대의 자동차가 등록되어 있다. 표 1에서 처럼 3년간 총교통사고 및 음주 교통사고는 연평균 6.0% 이상 증가율을 보이고 있다. 총교통사고는 13,936건이며, 이중 음주와 관련된 교통사고는 2,566건으로 나타났다.

표 2는 연구에서 활용할 변수(범주)를 보여준다. 운전자는 사고를 발생시킨 가해자를 의미하며 개인적 속성으로 성별과 연령이 포함된다. 교통사고는 일부 공격적 성향에 의해 발생되는데 Shinar 등(2004)은 공격적 행태에 영향을 주는

요소로 성별, 나이 등 개인적 속성과 정체정도 등 환경적 속성을 제시하고 있다. Lonczak 등(2007)의 연구에서도 남성이 여성보다 교통위반과 교통 상해 및 치상에 대한 경험이 높음을 제시하고 있어 성별이 중요한 변수임을 알 수 있다.

알코올과 관련한 변수로는 교통사고 후 측정된 알콜수치가 포함되며, 사고를 발생시킨 운전자가 음주운전 상태인지 여부도 변수로서 활용된다. 노면상태, 도로선형 및 기후상태와 관련한 환경적 요인이 독립변수로서 요인이 되며, 음주 상태 하에서 열악한 도로 및 기후여건이 사고발생에 더욱 큰 영향을 줄 것으로 가정하였다. 사고차량이 영업용인지 혹은 비영업용인지에 따라 음주사고와의 연관성이 있는지 분석한다. 일반적으로 영업용 차량의 교통사고는 비영업용차량보다 월등히 높은 것으로 나타나 있다. 영업용차량은 운행시간이 비영업용차량에 비해 훨씬 길어 교통환경에 노출되는 절대시간이 많은 등, 교통안전에 있어 부정적 환경요인의 가장 직접적인 피해 당사자이기 때문이다.

3. 음주교통사고 발생요인 분석

3.1 기본이론

범주형 자료나 정성적 자료를 분석하고 모형화하기 위해서 로그선형모형이 적용된다. 로그선형모형은 일반선형모형 중의 하나로 포와송 분포를 가진 변수들을 분석하는데 적용되며 흔히 분할표(contingency table)내 각 변수들의 기대빈도값을 예측하고 변수 간의 인과관계와 상호작용을 설명한다. 본 연구는 자료의 적합성과 용이한 결과해석을 위해 3차원 형태의 비포화(unsaturated) 로그선형모형을 구축하는데, 단일항의 비교보다는 교차항의 관계분석에 유용함으로 연구에 더욱 적합하다. 또한, 계층적 로그선형 분석방법을 사용한 상위부터 하위 교차항까지 순차적인 chi-square 검증을 이용한 비교를 통하여 통계적 유의성이 낮은 교차항을 삭제한 단순한 모형을 만들었다. 이는 잠재적으로 유용한 모형은 일반적으로 교차항이 적은 모형이기 때문이다(Agresti 1990). 변수 3개의 2-교차항의 로그선형모형은 다음과 같다.

$$\log(m_{ijk}) = \lambda + \lambda_i^x + \lambda_j^y + \lambda_k^z + \lambda_{ij}^{xy} + \lambda_{ik}^{xz} + \lambda_{jk}^{yz} \quad (1)$$

$\log(m_{ijk})$: 각 범주에 대한 기대빈도 로그값;

λ : 총효과;

$\lambda_i^x, \lambda_j^y, \lambda_k^z$: x, y, z 범주의 주효과;

$\lambda_{ij}^{xy}, \lambda_{ik}^{xz}, \lambda_{jk}^{yz}$: x, y, z 범주 상호간 교호작용;

표 2. 변수의 정의

구분	변수내용 및 입력방법
음주여부	가해자가 음주운전인지 혹은 비음주 운전인지 여부 (음주=1, 비음주=0)
사고가중 정도	물피, 경상, 중상, 사망 등의 사고 가중정도(물피=0, 경상=1, 중상(사망)=2)
계절	사고발생계절 : 봄=1, 0; 여름=1, 0; 가을=1, 0; 겨울=1, 0
시간	사고발생시간(저녁 및 밤 시간=1, 기타=0)
날씨	교통사고 발생 당시 날씨상태(맑음=1, 흐림, 비, 눈 및 기타=0)
노면상태	교통사고 발생 당시 도로의 노면상태(정상=1, 미끄러움 및 기타=0)
도로선형	직선 혹은 커브길(직선=1, 커브 등 기타=0)
도로형태	교통사고 발생 지점이 단일로인지 교차로인지 여부 (단일로=1, 교차로 등=0)
사고유형	교통사고의 유형(차대차=1, 기타=0)
성별	교통사고 발생 운전자의 성별(여성=1, 남성=0)
연령	교통사고 발생 운전자의 나이(18-29세=1, 30-39세=2, 40-49세=3, 50세이상=4)
차량종류	교통사고 발생 운전자의 차량종류(승용차=1, 비승용차=0)
차량용도	교통사고 발생 차량의 용도(비영업용=1, 영업용=0)
알콜수치	음주 교통사고의 경우 교통사고 발생시 알콜수치

모형에 의한 예측값과 관측값과의 일치성을 알아보기 위해 검정이 실시되며, log-likelihood 적합도(G^2)가 사용된다. 범주간 교호작용을 분석하는데 있어 기여위험도(odds multiplier)가 이용되는데 이는 범주간 교호작용에 의해 운전자가 음주사고를 발생시킬 가능성에 어느 정도 영향을 미치는가의 확률을 의미하며, 범주형 자료분석에서 범주간 특성(차이점)을 분석하는데 유의하다. 산정식은 다음과 같다.

$$\log(m_{ijk}/m_{0jk}) = [\lambda + \lambda_i^x + \lambda_j^y + \lambda_k^z + \lambda_{ij}^{xy} + \lambda_{ik}^{xz} + \lambda_{jk}^{yz}] - [\lambda + \lambda_0^x + \lambda_j^y + \lambda_k^z + \lambda_{0j}^{xy} + \lambda_{0k}^{xz} + \lambda_{jk}^{yz}] \quad (2)$$

$$(m_{ijk}/m_{0jk}) = \exp[\lambda_i^x - \lambda_0^x] \times \exp[\lambda_{ij}^{xy} - \lambda_{0j}^{xy}] \times \exp[\lambda_{ik}^{xz} - \lambda_{0k}^{xz}] \quad (3)$$

$\exp[\lambda_i^x - \lambda_0^x]$ 은 비음주운전이 음주운전이 될 확률을 의미하며, $\exp[\lambda_{ij}^{xy} - \lambda_{0j}^{xy}]$, $\exp[\lambda_{ik}^{xz} - \lambda_{0k}^{xz}]$ 은 범주에 의한 기여위험도를 나타낸다. 기여위험도가 1.0 이상이라면 범주에 의해 음주사고 발생확률은 증가하며, 기여위험도가 1.0 보다 작다면, 확률은 감소한다. 본 연구에서는 3개 범주의 로그선형모형을 구축함에 있어 음주여부 변수와 두번째 변수를 정하고 세 번째의 변수를 선택하여 통계적 유의성이 높은 최적모형을 찾아냈다. 이는 모형의 변수간 관계에 대한 정확도와 모형 해석과정을 용이하게 하기 위해서이다.

3.2 모형구축 결과

3.2.1 성별 및 차량종류의 관계

음주여부가 사고를 발생시킨 운전자의 성별과 차량종류에 따라 어떠한 차이를 보이는지 분석한다. 성별 및 차량종류에 따른 비음주사고 대비 음주사고의 확률을 보여주는 기여위

험도가 산정된다. 모형은 일반적으로 G^2 값과 p값으로 적합성 여부를 판단하는데, G^2 값이 클수록 모형의 관계성이 적합하다는 귀무가설을 위배하는 것을 의미하기 때문에 (H_0 : 모형의 관계성이 적합하다. H_a : 모형의 관계성이 적합하지 않다.) 보다 작은 값이 적합성을 설명하는데 유리하다. 또한, p값이 0.05보다 높을 때 유의성을 만족시킨다.

표 3은 변수의 관측값과 모형의 산정값을 보여주고 있으며, 표 4에서는 음주여부와 성별 및 차량종류간 상호관계에 따른 계수와 기여위험도를 보여주고 있다. 최적 모형은 계층적 로그선형분석을 통하여 세 변수의 주효과 및 2-way의 가능한 모든 교차항으로 구성되며, 구축결과 G^2 값이 0.07, 우측검정 확률값이 0.7878로서 모형의 적합성 및 유의수준은 만족하였다. 남성은 음주운전사고 비중이 여성보다 높으며, 차량종류에 있어서도 승용차 운전자들이 음주운전과 관련된 사고를 더 발생시킴을 알 수 있다.

3.2.2 연령 및 도로선형의 관계

음주여부가 운전자의 연령과 도로선형특성에 따라 어떠한 차이를 보이는지 알아본다. 표 6은 모형결과를 보여주는데, G^2 값이 1.36, p값이 0.9680으로 적합성 및 유의수준은 만족하였다. 표 5는 관측값과 산정값을 보여주고 있다. 나이가 젊을수록 음주운전사고 발생 가능성이 높음을 알 수 있으며, 이는 연령 및 운전경력이 증가할수록 사회적 책임감에 의한 음주운전을 지양하는 모습을 보이고 있다고 판단된다. 또한, 음주시 운전자들은 직진구간보다 커브구간에서 인지력 저하로 사고 가능성이 높아짐을 알 수 있다.

3.2.3 기후상태 및 도로형태의 관계

음주여부가 기후상태 및 도로형태에 따른 차이를 알아본다. 모형결과 G^2 값이 0.03, p값이 0.8533으로 모형의 적합

표 3. 음주여부와 성별 및 차량종류의 관측값과 산정값

구분	비음주		음주	
	비승용차	승용차	비승용차	승용차
남	3,099(3,098)	6,167(6,168)	616(616.9)	1,725(1,724)
여	174(175)	1,843(1,842)	15(14)	207(208)

표 4. 음주여부와 성별 및 차량종류 영향성 분석

구분	음주여부×성별		음주여부×차량종류	
	남성	여성	비승용차	승용차
비음주	-0.2267(1)	0.2267(1)	0.0848(1)	-0.0848(1)
음주	0.2267(1.574)	-0.2267(0.637)	-0.0848(0.844)	0.0848(1.185)

주: likelihood ratio=0.07; prob=0.7878; 괄호는 기여위험도

표 5. 음주여부와 연령 및 도로선형의 관측값과 산정값

구분	비음주		음주	
	커브	직진	커브	직진
30대 이하	73(70)	2,135(2,138)	36(33)	641(644)
30대	80(81)	2,474(2,473)	32(35)	686(683)
40대	101(99)	3,046(3,048)	34(36)	697(695)
50대 이상	102(107)	3,272(3,268)	24(21)	413(415)

표 6. 음주여부와 연령 및 도로선형 영향성 분석

구분	음주여부×연령				음주여부×도로선형	
	20대이하	30대	40대	50대이상	커브	직진
비음주	-0.153(1)	-0.109(1)	-0.014(1)	0.277(1)	-0.115(1)	0.115(1)
음주	0.153(1.35)	0.109(1.24)	0.014(1.02)	-0.277(0.57)	0.115(1.26)	-0.115(0.79)

주: likelihood ratio=1.36; prob=0.9680; 괄호는 기여위험도

표 7. 음주여부와 기후상태 및 도로형태의 관측값과 산정값

구분	비음주		음주	
	단일로	교차로	단일로	교차로
맑음	4,791(4,825)	4,680(4,680)	944(956)	1,053(1,041)
흐림	353(340)	315(328)	93(86)	87(94)
비 혹은 눈	604(583)	540(561)	190(185)	196(201)

표 8. 음주여부와 기후상태 및 도로형태 영향성 분석

구분	음주여부×기후상태			음주여부×도로형태	
	맑음	흐림	비 혹은 눈	단일로	교차로
비음주	0.1192(1)	-0.0034(1)	-0.1158(1)	-0.0307(1)	0.0307(1)
음주	-0.1192(0.788)	0.0034(1.007)	0.1158(1.261)	0.0307(1.063)	-0.0307(0.940)

주: likelihood ratio=0.03; prob=0.8533; 괄호는 기여위험도

표 9. 음주여부와 사고유형 및 노면상태의 관측값과 산정값

구분	비음주		음주	
	미끄러움	정상	미끄러움	정상
차대사람	230(249)	1,709(1,690)	24(23)	101(102)
차대차	1,168(1,155)	7,823(7,836)	395(406)	1,837(1,826)
차대시설	52(45)	301(308)	47(38)	159(169)

표 10. 음주여부와 사고유형 및 노면상태 영향성 분석

구분	음주여부×사고유형			음주여부×노면상태	
	차대사람	차대차	차대시설	미끄러움	정상
비음주	0.5919(1)	-0.0823(1)	-0.5096(1)	-0.1025(1)	0.1025(1)
음주	-0.5919(0.306)	0.0823(1.179)	0.5096(2.771)	0.1025(1.227)	-0.1025(0.815)

주: likelihood ratio=6.20, prob=0.1846; 괄호는 기여위험도

성 및 유의수준은 만족 하였다. 표 7은 관측값과 산정값을 보여주고 있으며, 표 8은 모형결과이다. 기후상태가 악화될 수록 음주사고 발생 가능성이 높아짐을 알 수 있으며, 교차로보다는 단일로에서 음주운전사고가 약간 더 발생함을 보여준다.

3.2.4 사고유형 및 차량용도의 관계

음주사고가 운전자의 차량용도와 도로의 물리적 특성에 따라 어떠한 차이를 보이는지 알아본다. 모형결과 G^2 값이 6.20, p값이 0.1846으로 모형의 적합 성 및 유의수준은 만족 하였다. 표 9는 변수의 관측값과 모형의 산정값을 보여주고 있으며, 표 10은 모형결과이다. 음주시 사고유형은 사람과의 충돌확률 보다는 차량이나 주위 시설물과의 충돌확률이 더 높은 것으로 나타났으며, 노면상태에 있어서도 노면이 미끄러울 때 음주사고 가능성이 더 높음을 알 수 있다.

4. 음주교통사고 심각성 분석

4.1 기본이론

음주운전자가 발생시킨 사고는 경중에 따라 물피, 경상, 중상, 사망 등으로 분류된다. 경상은 물피보다 사고의 속성에 있어 심각하며, 또한, 중상은 경상보다, 사망은 중상보다 심각하다. 이러한 사고의 특성을 감안하여 경중에 따라 운전자들을 순위별로 재정리하여 사고운전자의 운전행태를 분석한다. 사고 경중을 고려한 특성을 분석하기 위해 순위회귀모형(Ordinal Regression Model)이 구축된다.

종속변수가 이산적 특성을 보일 때 일반적으로 multinomial probit or logit model이 사용된다. 그러나, 위의 모형들은 종속변수가 이산적 특성과 함께 순위적 특성을 보일 경우 자료의 속성을 제대로 반영하지 못하는 단점이 있다. 종속변수가 이산적 특성과 함께 순위적 특성을 보일 경우에는 순위회귀모형이 적용되어야 하는데, 종속변수가 정성적으로 표

현되는 것이 아닌 단지 순위를 반영해야 한다(Greene 2000). 예를 들어, 일반 회귀모형은 3과 4의 차이가 1과 2의 차이와 같다고 잘못 가정하는 반면, 순위회귀모형은 순위적인 차이를 반영한다. McKelvey와 Zavoina(1975)이 처음 순위모형을 제안했으며, Multinomial 모형과 같이 순위회귀모형도 probit 혹은 logit 모형으로 측정될 수 있는데, ordinal probit 모형은 확률분포가 평균 0, 분산 1을 ordinal logit 모형에서는 평균 0, 분산 $\pi^2/3$ 이다. 논문에 적용될 순위형 probit 모형은 다음과 같다.

$$y^* = \beta'x + \varepsilon \quad (4)$$

y^* 는 종속변수로서 0, 1, 2 ..., J 로 순위적인 형태로 입력되며, β 는 변수값, x 는 독립변수, ε 는 오류항으로서 정규분포를 보여주며, 모형에서 y^* 는 미관측 잠재변수로서 J 개의 순위범주에 의해 측정된다.

$$\begin{aligned} y &= 0 \text{ if } y^* \leq u_0 \\ y &= 1 \text{ if } u_0 < y^* \leq \mu_1, \\ y &= 2 \text{ if } \mu_1 < y^* \leq \mu_2, \\ &\vdots \\ y &= J \text{ if } \mu_{J-1} \leq y^* \end{aligned} \quad (5)$$

u 는 β 에 의해 측정되는 알려지지 않은 매개변수 즉, 한계값(threshold)이다. 사고의 종류가 각 범주에 속할 확률은 다음과 같으며 표준정규분포를 가진다.

$$\begin{aligned} \text{Prob}[y=0] &= \Phi(-\beta'x), \\ \text{Prob}[y=1] &= \Phi(u_1 - \beta'x) - \Phi(-\beta'x), \\ \text{Prob}[y=2] &= \Phi(u_2 - \beta'x) - \Phi(u_1 - \beta'x), \\ &\vdots \\ \text{Prob}[y=J] &= 1 - \Phi(u_{J-1} - \beta'x), \quad j = 0, 1, \dots, J \end{aligned} \quad (6)$$

그럼으로, y_i 가 j 번째 범주에 포함될 확률은 다음과 같다.

$$\text{Prob}[y_i = j] = \Phi(u_j - \beta'x_i) - \Phi(u_{j+1} - \beta'x_i) \quad (7)$$

$$L = \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^{y_i=j} \log(\Phi(u_j - \beta'x_i) - \Phi(u_{j+1} - \beta'x_i)) \quad (8)$$

u_j 와 u_{j+1} 는 범주 J 의 최소 및 최대 한계값을 나타내며, u 와 β 값은 최우측정법에 의해 산정된다. β 가 양의 값을 보이면 순위를 높이는 결과를 가져온다. 연구는 사고종류와 개인 속성 및 환경요인과의 관계를 분석하기 위해 물피, 경상, 중상, 사망 등 경중에 따라 가중치를 두어 종속변수로 활용한다(표 11). 사망사고가 많지 않아 통계적 신뢰성을 확보 할 수 없어 중상에 포함하였다. 독립변수는 성별, 연령이 포함되며, 기후, 도로환경적 속성, 차량종류 등이 활용된다. 또한,

표 11. 교통사고 심각도 모형의 구성

종속변수(y)		독립변수(x)
y_1 =물피	↑	계절, 시간, 성별, 연령, 차량종류, 도로선형, 도로형태, 기후상태, 노면상태 등
y_2 =경상	↓	
y_3 =중상(사망)	↓	

알코올 수치의 높고 낮음에 따라 교통사고 심각도에 어떤 영향을 주는지 분석된다.

4.2 모형구축 결과

4.2.1 모형의 적합도

사고 가중도에 따른 심각도를 분석하기 위해 본 연구는 LIMDEP 7.0을 활용하였으며 순위형 프로빗모형을 적용하였다. 표 12와 표 13은 사고 심각성을 분석하기 위한 모형구축결과와 한계효과이다. 주모형은 전체 변수를 포함했을 경우 결과이고 수정모형은 주모형에서 $p \leq 0.1$ 수준에서 통계적 신뢰성을 보이는 변수만을 포함한 경우이다. 모형 전체의 적합도를 의미하는 Chi-squared(χ^2)의 값이 58.40로서 99%신뢰수준에서 유의한 것으로 나타나 모형 적합도는 양호한 것으로 나타났다. 또한, 모형의 설명력을 나타내는 우도비(ρ^2 : likelihood ratio index)는 일반적으로 0.2와 0.4사이의 값이면 좋은 적합도를 갖는 것으로 평가되며, 모형의 우도비는 각각 0.2237, 0.1987이다.

4.2.2 모형결과

교통사고 심각성에 영향을 주는 주요 변수로는 통계적 신뢰도 측면에서 봄과 겨울, 사고 시간대, 기후, 도로형태, 사고유형, 성별, 차량종류 등이다. 수정모형의 수학적 형태는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{사고심각성} &= 0.034 + 0.061(\text{봄}) - 0.142(\text{여름}) \\ &\quad - 0.165(\text{겨울}) + 0.107(\text{시간}) - 0.143(\text{기후}) \\ &\quad - 0.140(\text{도로형태}) + 0.740(\text{사고유형}) \\ &\quad - 0.101(\text{성별}) + 0.1032(\text{차량종류}) \end{aligned} \quad (9)$$

주모형 및 수정모형에서 계수값의 통계적 중요성에 있어서 큰 변화가 없어 주모형 위주로 심각성을 분석한다. 각 설명변수들이 사고 심각성에 미치는 영향을 살펴보면, 봄·겨울에 발생하는 교통사고의 경우 심각성이 가중되는 현상을 보이는 반면, 여름과 통계학적 중요도는 떨어지지만 가을에 발생하는 교통사고는 심각성이 낮아짐을 알 수 있다. 계절적 요인에 대한 한계효과에서도 봄의 범위는 경상이 0.0299, 중상(사망)이 0.0331이며, 겨울은 경상이 0.0492, 중상(사망)이 0.0544로서 계절적으로 봄과 겨울에 사고의 심각성이 증가됨을 의미한다. 가을에 음주교통사고 발생이 다른 계절에 비해 높으나(장영채의 2007), 사고 심각성은 봄·겨울이 높음을 알 수 있다. 또한, 여름의 경우도 사고의 심각성은 낮아지는 것으로 나타났다. 봄에는 따뜻한 날씨로 인해 나른하고 집중력이 저하되어 졸음으로 인한 졸음운전 가능성이 높으며 겨울은 노면상태나 도로환경의 불량에 일부 원인일 수 있다. 더욱이 음주상태에서의 이들 계절에 운전하는 것은 사고의 심각성을 더욱 높일 수 있음을 가정할 수 있다.

사고발생시간의 경우 유의성 검증시 중요성을 보이고 있는데 야간시간대에 발생한 교통사고 일수록 사고의 심각성이 커짐을 보여주고 있다. 이에 대한 한계효과를 살펴보면, 사고시간을 기준으로 하여 사고발생은 저녁과 밤 시간의 경우 물피는 음(-)의 값을, 경상 및 중상(사망)은 양(+의 값을 보

표 12. 추정모형 결과

구분	주모형			수정모형			
	계수	t값	p[Z >z]	계수	t값	p[Z >z]	
상수	0.111	0.601	0.547	0.034	0.462	0.643	
계절	봄	0.159	1.876	0.061	1.600	0.094	
	여름	-0.242	-2.857	0.043	-0.142	-2.474	0.013
	가을	-0.136	-1.567	0.117	-	-	-
	겨울	0.261	3.047	0.002	-0.165	-2.787	0.005
시간	0.104	2.292	0.021	0.107	2.378	0.017	
기후	-0.247	-2.406	0.016	-0.143	-2.753	0.005	
노면상태	0.137	1.224	0.220	-	-	-	
도로선형	0.050	0.498	0.618	-	-	-	
도로형태	-0.144	-3.433	0.000	-0.140	-3.356	0.000	
사고유형	0.753	9.742	0.000	0.740	9.645	0.000	
성별	-0.099	-1.732	0.089	-0.101	-1.693	0.096	
연령	-0.009	-0.466	0.640	-	-	-	
차량종류	0.103	2.243	0.024	0.103	2.279	0.022	
차량용도	-0.149	-1.404	0.160	-	-	-	
알콜수치	0.268	0.676	0.499	-	-	-	
<i>u</i>	1.026	36.211	0.000	1.024	36.257	0.000	
모형의 적합도 지표	n = 2,566, df = 15 Chi-squared = 144.62(p<0.000) $\rho^2 = 0.2237$			n = 2,566, df = 9 Chi-squared = 137.80(p<0.000) $\rho^2 = 0.1987$			

이고 있다. 즉, 야간시간대 물피는 감소되는 반면에 경상 및 중상(사망)은 증대될 가능성이 높다. 특히, 중상(사망)의 값이 0.0218로 급격히 높아져 야간사고가 치명적임을 알 수 있다. 야간운전은 주간과는 달리 시야가 좁아짐에 따라 시야확보에 어려움이 있으며 주변상황을 인지하기 어려워 사고가 발생할 확률이 높아질 수 있기 때문이다. 앞에서 언급한 겨울철 사고 심각성과 연계하여 시간대를 고려한다며, 겨울철 일

조시간이 짧아져 야간의 경우 사고의 심각성이 가중될 수 있다.

일반적으로 날씨가 맑은 날이 비 혹은 눈이 오는 악천후보다 음주교통사고가 적게 발생하며, 사고당 사상자수는 장마철 등 비가 내리는 날이 높은 것으로 알려져 있다. 분석에서도 날씨는 음(-)의 값을 보이고 있어 맑은 날의 교통사고 심각성은 낮은 것으로 나타났다.

기후의 한계효과는 경상이 -0.0467, 중상(사망)은 -0.0533으로서 맑은 날 일수록 중상(사망)사고가 감소될 가능성이 높다는 것을 의미한다. 눈이 내리는 겨울철에는 운전자들이 주의력을 집중해서 운전하기 때문에 노면상태에 따라 적절히 대처하나, 비가 많이 내리는 날이나 장마철에는 비로 인해 노면이 젖어 있을 경우 빙판 못지않게 미끄럽다는 사실을 깊이 인식하지 못하는 경우가 많다.

앞에서 언급한 것처럼 단일로에서 음주교통사고 발생빈도는 높으나, 도심내 교차로에서는 사고의 심각성이 높은 것으로 분석되었다. 도로형태인 단일로에 대한 한계효과 범위에서도 경상이 -0.0271, 중상(사망)이 -0.0300으로서 단일로에서의 사고일수록 사고 심각성이 낮아질 가능성이 있다. 모형에서 통계적 유의성이 매우 높은 사고유형에서 차대차의 경우 사고의 심각성이 높아지는 것으로 나타났으며, 한계효과 분석에서도 범위가 경상 0.1419, 중상(사망) 0.1569로서 기타 사고유형과는 달리 차대차 충돌이 사고의 심각성을 높일 수 있음을 보여주고 있다.

교통안전공단원의 최근 2년간 교통사고분석을 보면 남성은 여성보다 5배의 교통사고 발생건수를 보인다(서울경제, 2010). 여성은 운행거리가 짧은 이유도 있겠지만, 남성에 비해 난폭

표 13. 한계효과분석

구분	물피	경상	중상(사망)	
상수	-0.0441	0.0209	0.0231	
계절	봄	-0.0630	0.0299	0.0331
	여름	0.0961	-0.0457	-0.0505
	가을	0.0540	-0.0257	-0.0284
	겨울	-0.1036	0.0492	0.0544
시간	-0.0415	0.0197	0.0218	
기후	0.0983	-0.0467	-0.0533	
노면상태	-0.0546	0.0259	0.0287	
도로선형	-0.0201	0.0096	0.0106	
도로형태	0.0571	-0.0271	-0.0300	
사고유형	-0.2988	0.1419	0.1569	
성별	0.0395	-0.0188	-0.0207	
연령	0.0038	-0.0018	-0.0020	
차량종류	-0.0410	0.0195	0.0215	
차량용도	0.0594	-0.0282	-0.0312	
알콜수치	-0.1063	0.0505	0.0558	

운전이 적고 조심스러운 운전을 하기 때문일 것이다. 분석을 살펴보면 여성은 음(-)의 값을 보이고 있어 사고발생건수에서 뿐만 아니라, 사고 심각도에 있어서도 낮은 것으로 제시된다. 여성의 한계효과에서 경상 -0.0188, 중상(사망) -0.0207로서 남성에 비해 심각성이 낮은 경향을 보인다.

차량종류에서 승용차는 앞에서 언급한 것처럼 음주교통사고 발생가능성이 높고 심각성도 높은 것으로 분석되었다. 차량종류의 한계효과를 보면 승용차는 비승용차에 비해 몰피가 크게 감소하는 경향이 있으나 경상 및 중상(사망)은 증가된다.

통계적 유의성이 낮은 변수를 살펴보면 다음과 같다. 노면상태 및 도로선형의 한계효과를 살펴보면 노면상태에 대한 범위는 경상이 0.0259, 중상(사망)은 0.0287로서 노면상태가 정상인 경우 오히려 심각한 사고가 발생 될 수 있음을 보여주고 있으며, 도로선형의 범위를 보면 경상은 0.0096, 중상(사망)은 0.0106으로서 커브구간보다 직선구간에서 사고의 심각도가 높을 가능성이 있다. 연령에 대한 한계효과에서는 경상 -0.0018, 중상(사망) -0.0020으로서 연령이 높아짐에 따라 사고의 심각도는 낮아지는 것으로 나타났다. 차 량용도 측면에서 한계효과를 살펴보면 비영업용 차량의 경우 몰피 등 가벼운 사고에 대해 발생 가능성이 높은 반면 경상 및 중상(사망) 등 심각한 사고발생 가능성은 낮은 것으로 나타났다. 이는 역으로 영업용차량에 대한 안전교육 강화 및 교통환경 개선을 통해 심각성을 낮추고 사고예방에 노력해야 할 당위성을 보여준다. 사고의 심각성에 미치는 영향에 대한 통계학적 유의성이 낮은 알코올 수치가 대한 한계효과는 경상 0.0505, 중상(사망) 0.0558로서 사고당시 수치가 높을수록 사고 심각도가 커짐을 보여주고 있다.

5. 결 론

교통사고는 사람과 자동차, 도로환경 등의 여러 요인들이 복합적으로 결합되어 발생되므로 이들 요인들에 대한 과학적, 심층적인 조사와 분석을 통하여 사고요인을 사전에 제거함으로써 유사한 형태로 반복되는 사고를 예방하는 것이 중요하다.

본 연구는 전주시 교통사고자료를 통해 음주운전사고와 비음주사고로 분류하고, 사고발생에 대한 가능성에 대해 로그 선형모형을 이용하여 변수간의 관계성을 분석하였다. 또한, 교통사고의 심각도에 따라 변수들의 영향성을 분석하는데 있어 순위회귀모형의 적용 가능성을 탐색하였다. 음주교통사고 발생 영향요인 분석에서는 여성보다 남성이, 비승용차 운전자보다 승용차 운전자가 음주관련 교통사고 발생가능성이 높은 것으로 나타났다. 또한, 연령이 낮거나, 기후가 좋지 않거나, 커브구간, 단일로, 노면 불량상태 등에서도 발생가능성이 높은 것으로 분석되었다. 음주교통사고의 심각성 분석에서는 교통사고 발생시간대, 기후, 도로형태, 사고유형, 성별, 차량종류 등에 의해 심각성이 가중됨을 알 수 있었다. 계절적으로는 봄과 겨울이 사고의 심각성이 증대되며 반면에 여름과 가을은 감소될 가능성이 높았다. 일부 변수들은 음주사고 발생빈도에서는 통계적 유의성이 높은 것으로 나타났으나, 사고 심각성에서는 반대의 경향을 보였다.

연구는 음주교통사고의 원인요소를 찾아내는 탐색적 기초 연구로서 세부적인 교통정책을 제안하기에는 어려움이 따르나, 연구결과를 토대로 효율적인 지역내 교통사고감소 정책이 수립될 수 있도록 현실적인 적용방안이 요구된다. 서론에서 언급한 것처럼 교통사고에 있어 운전자의 운전행태가 가장 중요한 요인이나 2차 자료를 활용함으로써 일부 운전자의 인적요인과 관련한 주요 변수들이 많이 포함되지 못한 것이 본 논문의 한계이다. 주당음주횟수, 직업, 음주적발횟수 등의 인적요인과 사고발생 도로 및 교차로의 교통량과 차선수, 가해자 및 피해자의 사고정도 등 다양한 변수에 대한 분석은 향후 연구에서 검토되어야 한다.

참고문헌

- 서울경제(2010) 2010년 5월 14일자.
 오경근(2009) 날씨가 음주운전 결정에 미치는 영향. **교통안전교육 논문**. 도로교통공단 전북지부.
 장영채, 황정현(2007) 음주운전 교통사고 감소를 위한 제언. **교통 기술과 정책**, 제4권 제4호. pp. 143-160.
 정신교(2008) 음주운전과 도로의 범위. **교통기술과 정책**, 제5권 제4호. pp. 35-44.
 최상진, 손영미, 김정인, 박정열(2001) 음주운전 결정요인에 관한 심리학적 연구. **대학교통학회지**, 대한교통학회, 제19권 제6호, pp. 33-47.
 Agresti, Alan (1990) *Ategorical Data Analysis*. New York: John Wiley & Sons.
 Ahlm, K., Bjornstig, U., and Ostrom, M. (2009) Alcohol and drugs in fatally and non-fatally injured motor vehicle drivers in Northern Sweden. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 41. pp. 129-136.
 Burgess, M. and Lindsey, T. (1997) *Alcohol Involvement in Fatal Traffic Accidents 1995*. Technical Report DOT HS 808-547. National Highway Traffic Safety Administration. US DOT, Washington, D.C.
 Chen, M., Grube, J., Nygaard, P., and Miller, B. (2008) Identifying social mechanisms for the prevention of adolescent drinking and driving. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 40, pp. 576-585.
 Connor, J., Norton, R., Ameratunga, S., and Jackson, R. (2004) The contribution of alcohol to serious car crash injuries. *Epidemiology*, Vol. 15, pp. 337-344.
 Elvik, R. and Vaa, T. (2004) *The Handbook Road Safety Measures*. Elsevier.
 Ferrante, A., Rosman, D., and Marom, Y. (2001) Novice drink drivers, recidivism and crash involvement. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 33, pp. 221-227.
 Fillmore, M., Blackburn, J., and Harrison, E. (2008) Acute disinhibiting effects of alcohol as a factor in risky driving behavior. *Drug and Alcohol Dependence*, Vol. 95. pp. 97-106.
 Greene, W. (2000) *Econometric Analysis*. Prentice Hall International, Inc.
 Gustin, J. and Simons, J. (2008) Perceptions of level intoxication and risk related to drinkin and driving. *Addictive Behavior*, Vol. 33, pp. 605-615.
 Hingson, R., Heeren, T., and Zakocs, R. (2001) Age of drinking onset and involvement in physical fights after drinking. *Pediatrics*, Vol. 108, pp. 872-877.
 Hingson, R., Heeren, T., Levenson, S., Jamanka, A., and Voas, R. (2002) Age of drinking onset, driving after drinking and involvement in alcohol related motor-vehicle crashes. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 34. pp. 85-92.

- Hingson, R., Heeren, T., Winter, M., and Wechsler, H. (2005) Magnitude of alcohol-related mortality and morbidity among US College Students Ages 18-24: Changes from 1998 to 2001. *Annual Review Public Health*, Vol. 26, pp. 259-279.
- Horwood, J. and Fergusson, D. (2000) Drunk driving and traffic accidents in young people. *Accident Analysis and Prevention* 32. pp. 805-814.
- Hoyert, D., Kung, H., and Smith, B. (2005) Deaths: Preliminary data for 2003. *National Vital Statistics Reports*, Vol. 53, No. 15. National Center for Health Statistics, Hyattsville, MD.
- Levitt, S. and Porter, J. (1999) *Estimating the Effect of Alcohol on Driver Risk Using Only Fatal Accident Statistics* (Working paper series NO. 6944). Cambridge, MA: National Bureau of Economics Research.
- McKelvey, R. and Zavoina, W. (1975) A statistic model for the analysis of ordinal level dependent variables. *Journal of Math. Sociol.*, Vol. 4, pp. 103-120.
- Movig, K. and Matthijssen, M., Nagel, P., Van Egmond, T., De Gier, J. Leufkens, H., and Egberts, A. (2004) Psychoactive substance use and the risk of motor vehicle accidents. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 36, pp. 631-636.
- Ogden, K. W. (1996) *Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering*. Avebury Technical.
- Pendleton, O., Hatfield, N., and Bremer, R. (1986) *Alcohol Involvement in Texas Driver Fatalities: Accident Reports Versus Blood Alcohol Concentration*. TRB 1068.
- Shinar, D. and Compton, R. (2004) Aggressive driving: an observation study of driver, vehicle, and situational variables. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 36, pp. 429-437.
- Vanlaar, W. (2005) Multilevel modeling in traffic safety research: two empirical example illustrating the consequences of ignoring hierarchies. *Traffic Injury Preview*, Vol. 6, pp. 311-316.
- Vanlaar, W. (2008) Less is more: The influence of traffic count on drinking and driving behavior. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 40, pp. 1018-1022.
- Zakletskaia, L., Mundt, M., Balousek, S., Wilson, E., and Fleming, M. (2009) Alcohol-impaired driving behavior and sensation-seeking disposition in a college population receiving routine care at campus health services centers. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 41, pp. 380-386.
- Zakrajsek, J. and Shope, J. (2006) Longitudinal examination of underage drinking and subsequent drinking and risky driving. *Journal of Safety Research*, Vol. 37, pp. 443-451.

(접수일: 2010.7.12/심사일: 2010.8.6/심사완료일: 2010.8.12)