

## 렌터카 교통사고 심각도 분석에 관한 연구 -주요 관광도시(부산시, 강릉시, 제주도)를 중심으로-\*

고한검<sup>1</sup>, 윤일수<sup>2</sup>, 김경현<sup>3</sup>, 송혜인<sup>4</sup>, 허태영<sup>5</sup>

### 요 약

본 연구는 국내의 대표적인 관광도시인 부산시, 강릉시, 제주도 3개 도시를 대상으로 2011년부터 2013년까지 최근 3년 동안의 교통사고자료를 이용하여 렌터카와 관련된 교통사고의 심각도를 분석하였다. 음이항회귀모형을 이용한 분석 결과 렌터카 관련 교통사고 심각도에 영향을 미치는 요인은 사고발생지역 거주 여부, 사고유형I, 사고유형II, 범규위반 등이 도출되었다. 렌터카 운전자가 비거주 지역에서 발생시킨 교통사고의 심각도가 거주 지역에서 발생시킨 교통사고 심각도보다 높은 것으로 나타났다. 구체적으로 차대 사람이나 차대 차 교통사고보다는 차량 단독 교통사고가 발생한 경우 교통사고 심각도가 증가하였으며, 정면충돌, 주·정차 중 추돌, 진행 중 추돌, 중앙선침범으로 인해 발생한 교통사고의 경우도 심각도가 유의미하게 높은 것으로 분석되었다. 본 연구에서는 이러한 분석 결과를 바탕으로 렌터카 관련 교통사고를 줄일 수 있는 개선 방안을 제시하였다. 본 연구를 통해 렌터카 운전자의 운전경험 부족, 차량조작 미숙 등의 불안정한 운전으로 인해 발생하는 교통사고 위험을 줄이기 위한 교통 안전대책 마련을 위한 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

주요용어 : 렌터카, 교통사고, 음이항회귀모형, 사고심각도, 과대산포.

### 1. 서론

교통사고는 인적, 차량, 도로환경 등의 요인들이 개별적·복합적으로 작용하여 발생하나, 그 중 인적 요인에 의한 사고가 약 90%로 대부분을 차지하고 있다(AASHTO, 2012). 특히, 렌터카의 경우 차량을 소유하고 있지 않거나 운전경험이 적은 초보운전자가 상대적으로 많이 이용할 뿐만 아니라 차량을 소유하고 오랜 운전경험을 가진 운전자라 하더라도 본인 차종 이용의 타 차종의 차량을 이용하는 경우가 많다. 렌터카가 관련된 사고의 경우 이와 같은 운전경험 부족뿐만 아니라 차량 이용이나 장치 조작이 서툴고 지형 등에 익숙하지 않아 교통사고가 발생할 확률이 높아질 뿐만 아니라 사고 심각도 또한 높아지게 된다. 특히 자가 차량을 소유하지 않은 운전경험이 많지 않은 초보운전자가 운행하는 경우는 그 위험도가 더 커질 것으로 사료된다(Korean Transportation Safety Authority, 2013).

\*이 논문은 2010년도 교육과학기술부의 재원(NRF-2010-0028693) 및 2013년도 미래창조과학부의 재원(2013K1A1A2A02078326)으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 글로벌연구실사업 연구임.

<sup>1</sup>18247 경기도 화성시 송산면 삼촌로 200, 교통안전공단 자동차안전연구원 자율주행연구팀 과장.

E-mail : hankal@ts2020.kr

<sup>2</sup>16499 경기도 수원시 영통구 월드컵로 206, 아주대학교 교통시스템공학과 교수. E-mail : ilsooyun@ajou.ac.kr

<sup>3</sup>16499 경기도 수원시 영통구 월드컵로 206, 아주대학교 건설교통공학과 박사과정. E-mail : kk6661@ajou.ac.kr

<sup>4</sup>362-763 충북 청주시 서원구 충대로 1, 충북대학교 정보통계학과 석사과정. E-mail : shinn224@naver.com

<sup>5</sup>(교신저자) 362-763 충북 청주시 서원구 충대로 1, 충북대학교 정보통계학과 교수.

E-mail : theo@chungbuk.ac.kr

[접수 2015년 10월 23일; 수정 2016년 1월 26일, 2016년 3월 30일; 게재확정 2016년 4월 2일]

최근 주5일 근무제의 정착 및 여가생활 증시 풍조에 힘입어 렌터카 이용자들이 증가하고 있으며 이로 인해 렌터카 관련 교통사고가 증가하고 있어 개선대책이 필요한 상황이나, 차량 이용자에게 실질적으로 필요한 교통안전 대책이 부족한 실정이다. 또한 렌터카 관련 교통사고에 대한 기초적인 분석 및 통계자료가 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 국내의 대표적인 관광도시인 부산시, 강릉시, 제주도를 대상으로 최근 3년(2011~2013년) 동안의 교통사고자료를 활용하여 렌터카로 인한 교통사고의 심각도를 분석하고자 한다. 렌터카 관련 교통사고 심각도는 음이항회귀모형을 이용하여 분석되었다. 렌터카 사고 특성을 좀 더 명확히 알아보기 위하여 승용차 관련 교통사고 분석을 추가로 실시하여 렌터카 관련 교통사고 심각도 모형과 승용차 관련 교통사고 심각도 모형을 비교함으로써, 렌터카 관련 교통사고 심각도에 영향을 미치는 주요 독립변수들에 대한 특성을 분해하고자 한다. 마지막으로, 본 분석을 통해 도출된 사고 심각도에 영향을 미치는 요인들에 대한 렌터카 사고를 줄일 수 있는 개선방안을 도출하고자 한다.

## 2. 관련 문헌 및 기존 연구 고찰

### 2.1. 국내 렌터카 관련 교통사고 현황

최근 5년 동안 국내에서 발생한 교통사고건수는 점차 감소추세를 보이고 있으며, 차량 1만대 당 교통사고건수와 인구 십만 명 당 교통사고건수 역시 감소추세를 보이고 있다. 사망자와 부상자수 역시 꾸준한 감소 추세를 보이고 있는 것으로 조사되었으나, 2007년~2011년 동안 렌터카가 관련된 교통사고로 중 사망사고는 연평균 4.2% 증가한 것으로 분석되었다(Korean Transportation Safety Authority, 2013). 따라서 렌터카가 관련된 교통사고 감소를 위해 다양한 분석 및 정책적 노력이 필요한 것으로 나타났으나 현재 렌터카 관련 교통사고에 대한 연구는 매우 미미한 실정이다.

### 2.2. 교통사고 심각도 예측 및 분석 연구

기존 교통사고 심각도 예측 연구의 경우 전반적인 운전자를 대상으로 한 분석이 주로 이루어져 왔다. 또한 최근 들어 특정 차량(택시, 화물차, 버스 등) 관련 사고에 대한 분석 등과 같이 기존의 단순하고 포괄적인 분석 틀에서 벗어나 구체적인 교통사고 원인 및 특성을 감안할 수 있는 연구가 수행되고 있다(Lee, Kim, Kim, 2003).

그동안 진행되어온 교통사고 예측모형은 사고건수 및 심각도를 예측하고, 교통사고 발생에 영향을 미치는 요인을 분석하는 연구가 주로 이루어져 왔다. 교통사고 발생에 영향을 미치는 요인과 관련하여 크게 인적요인으로 인한 요인(McKenna, 1983; West, Elander, French, 1993; Limmö, Åberg, 1999; Súmer, 2003; Mun, Lee, 2011; Lim, Park, Kim, Kim, 2012)과 도로기하구조 및 도로교통환경 등으로 인한 요인(Duncan, Khattak, Council, 1998; Kim, Park, 2010; Hong, Kim, Oh, 2012), 복합적 요인(Kockelman, Kweon, 2002; Park, Han, Kim, 2009; Lee, Jung, Woo, 2012) 등으로 구분하여 교통사고 발생건수 및 심각도에 미치는 영향을 분석하였다.

렌터카 관련 교통사고와 관련한 연구는 거의 없었던 것으로 조사되었으며, 이에 본 연구는 선행 연구들의 방법론을 바탕으로 렌터카 관련 교통사고의 심각도를 분석할 수 있는 모형을 도출하고자 한다. 이를 통해 잠재적 사고위험이 높은 렌터카 운전자의 불안정한 운전 행태(거주지역 이외에서 주행, 운전경험 부족, 차량조작 미숙 등)에 의해 발생하는 사고위험을 줄이기 위한 교통안전대책 마련을 위한 기초자료로 활용할 수 있으며, 또한 렌터카 관련 교통사고 발생 시 사망자와 부상자

수를 줄여 사고 피해를 저감시킴으로서 사회적·경제적으로도 많은 혜택을 볼 수 있을 것으로 기대한다.

### 3. 교통사고모형

사고건수 또는 심각도를 예측할 때 쓰이는 대표적인 가산자료모형(count data model)으로 포아송 회귀모형(Poisson regression model)과 음이항회귀모형(negative binomial regression model)이 있다 (Kang, Do, Son, 2002). 포아송분포는 분산과 평균이 같다는 특성이 있으나, 이는 실제 자료에서 드문 경우로서 대부분의 가산자료는 평균보다 분산이 큰 과대산포(overdispersion)의 특징을 가지고 있어 포아송분포를 이용한 교통사고 모형은 모수추정에 문제를 발생한다(Kim, 2003, 2005; Chun, Kim, 2008; Choi, Jeong, 2014).

기댓값  $\mu_i$ 를 가지는 포아송분포를 따르는 종속변수  $Y_i$ 의 확률함수는 다음 식(1)과 같다.

$$f(y_i) = \frac{e^{-\mu_i} \mu_i^{y_i}}{y_i!} \quad (1)$$

$Y_i$ 의 기댓값은 설명변수  $X_{i1}, \dots, X_{ik}$ 의 선형결합으로 나타낼 수 있으며 포아송분포의 정준연결함수인 로그함수를 이용하여 식(2)와 같이 표현한다. 식(2)에서  $\beta_i$ 는 회귀계수를 나타낸다.

$$g(\mu_i) = \log \mu_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_k X_{ik} \quad (2)$$

음이항회귀모형은 평균과 분산이 같다는 가정을 가지는 포아송모형의 한계를 극복하기 위해 많이 사용하고 있으며, 포아송-감마 모형을 통해 도출된다.  $Y_i$ 가 과대산포를 가지는 경우 추가적인 변동  $\epsilon_i$ 가 존재한다고 가정하여 식(2)에  $\epsilon_i$ 가 추가된  $Y_i$ 의 기댓값을  $\lambda_i$ 라 하면  $Y_i | \epsilon_i$ 의 분포와 기댓값  $\lambda_i$ 의 분해는 아래 식(3)처럼 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} Y_i | \epsilon_i &\sim \text{Poisson}(\lambda_i), \\ E[Y_i | \epsilon_i] &= \lambda_i \\ &= \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_k X_{ik} + \epsilon_i) \\ &= \mu_i v_i \end{aligned} \quad (3)$$

여기에서  $v_i = \exp(\epsilon_i)$ 이며  $v_i$ 를 기댓값이 1, 분산이  $1/\theta$ 을 가지는 모수가 하나인 감마분포  $GA(\theta, 1/\theta)$ 로 가정한다. 이에 따라  $v_i$ 에 대한 확률밀도함수는 식(4)와 같다.

$$h(v_i; \theta) = \frac{\theta^\theta}{\Gamma(\theta)} v_i^\theta e^{-\theta v_i}, \quad v_i \geq 0, \quad \theta > 0 \quad (4)$$

여기에서  $\Gamma$ 는 감마함수를 나타낸다. 식(3)의  $\lambda_i = \mu_i v_i$  관계식과 식(4)를 통해  $\lambda_i$ 의 확률함수를 구할 수 있으며,  $\lambda_i$ 의 확률함수와  $Y_i | \epsilon_i$ 의 확률함수를 통해 결합확률함수를 구한 후  $\lambda_i$ 로 적분하면  $Y_i$ 의 주변확률분포를 식(5)과 같이 구할 수 있다.

$$f(y_i; \mu_i, \theta) = \frac{\Gamma(y_i + \theta)}{\Gamma(y_i + 1)\Gamma(\theta)} \left( \frac{\theta}{\mu_i + \theta} \right)^\theta \left( \frac{\mu_i}{\mu_i + \theta} \right)^{y_i} \quad (5)$$

또한  $Y_i$ 의 주변확률분포에 대한 기댓값과 분산은 다음 식(6)과 같이 얻어진다.

$$E[Y_i] = \mu_i, \quad \text{Var}(Y_i) = \mu_i + k\mu_i^2 \quad (6)$$

여기에서  $k = 1/\theta$ 는 과대산포를 뜻하며  $k$ 가 0의 값을 가지면 포아송모형과 동일하다. 본 연구에서 사용된 교통사고 발생건수 자료는 분산이 평균보다 큰 과대산포문제가 존재하여 포아송모형과 음이항모형을 모두 고려하여 모형 선택을 통해 최적의 모형을 선택하여 최종모형을 개발하였다.

#### 4. 자료 수집 및 분석 결과

##### 4.1. 교통사고자료 수집

대한민국의 대표적인 관광도시인 부산시, 제주도, 강릉시를 공간적 범위로 설정하고, 2011년부터 2013년까지 3년간의 교통사고 자료를 활용하였다. Table 1에서 제시한 바와 같이, 3개 도시에서 3년간 발생한 교통사고는 총 56,292건으로, 이 중 본 연구의 분석범위인 렌터카 관련 교통사고는 1,858건(전체 발생 교통사고의 3.3%), 승용차 교통사고는 29,127건(전체 발생 교통사고의 51.7%)으로 조사되었다. 이 중 제주도의 경우 렌터카 관련 교통사고가 8.3%로서 가장 높은 비율을 보이고 있다.

Table 1. Summary of traffic accidents

Types	Busan	Jeju Island	Gangneung	Total
Total Traffic Accidents (a)	41,232	11,630	3,430	56,292
Passenger cars				
No. of Traffic Accidents (b)	21,739	5,321	2,067	29,127
Ratio (b/a)	52.7%	45.8%	60.3%	51.7%
Rent cars				
No. of Traffic Accidents (c)	749	965	144	1,858
Ratio (c/a)	1.8%	8.3%	4.2%	3.3%

##### 4.2. 분석 자료의 구성

교통사고 심각도모형의 종속변수에 해당하는 교통사고 심각도는 대물피해 교통사고 환산계수인 EPDO(equivalent property damage only)의 정의에 따라 교통사고에 따른 피해정도를 사망, 중상, 경상, 부상사고로 구분하여 각각 가중치로 12, 5, 3, 1로 설정한 후 교통사고 심각도를 산정하였다(Ha, Park, Lee, 2003). 예를 들어, 중상 2명, 경상 1명일 경우의 EPDO는 13, 사망 1명, 경상 1명일 경우는 교통사고 심각도를 15로 정의할 수 있다. 보통 EPDO의 경우 물적 피해를 포함하나 본 연구에서는 차량의 물적 피해는 제외하고 인적 피해 발생만을 고려하도록 하였다.

Table 2에서와 같이 교통사고 심각도에 영향을 미칠 것이라 판단되는 설명변수로서 교통사고 자료를 연령대, 면허취득 경과년수 등의 개인특성변수와 사고유형, 사고형태, 음주상태 등의 사고특성변수, 그리고 제한속도 등의 도로의 기하구조 변수를 선정하였다.

본 연구는 렌터카 관련 교통사고 특성을 반영할 수 있는 교통사고 심각도 모형을 개발하기 위해, 기존 교통사고 심각도 분석 모형에 많이 사용하는 변수 이외에 면허취득 경과년수와 거주지역 여부를 새로운 변수로 추가하여 사용하였다.

#### 5. 렌터카 관련 교통사고 심각도 분석

##### 5.1. 분석 모형 선정

렌터카 관련 교통사고의 심각도 분석 모형 개발을 위하여 종속변수로는 렌터카 관련 교통사고

심각도로 설정하고, 설명변수로는 앞서 선정된 변수들을 분석에 사용하였다. 교통사고 심각도 분석 모형 개발을 위하여 통계프로그램인 SAS Package 9.4를 이용하여 포아송회귀분석과 음이항회귀분석을 실시하고 적합한 모형을 선정하기 위해 다양한 측도를 이용하였다.

Table 2. Input data for analysis

Variables		Variable properties
Dependent variables	Accident severity	EPDO(Equivalent Property Damage Only)
	Gender	Male, Female
Personal characteristic variables	Age group	10s, 20s, 30s, 40s, 50s, 60s or Older
	No. of years after getting a driving license	Less than 5yr, <u>Less than 10yr</u> , Less than 15yr, More than 15yr
	Residence	<u>Same residence</u> , Other residence
Accident characteristic variables	Time of day	<u>Day</u> , Night
	Type I accidents	Car-to-Person, Car-to-Car, <u>Single Car only</u>
	Type II accidents	Collision with structures, While passing on roadside, Running off the road other, Running off the road rolling down, While passing on sidewalk, Turning Over, Head-on collision, Collision with parked vehicle, Rear-end collision when parking or stopping, Rear-end collision when moving, While passing on road, Crossing collision, While crossing, <u>Other</u>
	Types of violation	Speed limit violation, Improper driving at intersection, Violation of pedestrian protection, Carelessness of pedestrian, Improper turning, Failure to slow down and temporarily stop, Violation of traffic signal, Driving too close to vehicle ahead, Infringement of safe driving, Violation of overtaking prohibition, Improper overtaking, Intrusion of median strip, Impending travelling for Straight or right turn, Failure to yield of course, Failure to drive on proper traffic passageway, Failure to yield of priority, <u>Other(Violation of driver)</u>
	Road alignment	Straight, Left curve, Right curve, Other
	Road grade	<u>Flat area</u> , Ascent, Descent, Other
Road geometric structure variables	Weather condition	Clear, Cloud, Rain, Snow, Fog, Other
	Road condition	<u>Dry</u> , Wet, Snow/Slush, Icy, Other
	Signal operation condition	<u>Non signal</u> , Signal operation, Flashing, Lights out, Breakdown

Variable(underline) : Default value for traffic accident severity analysis

Table 3. Results of analysis model selection

Measures	Rent cars		Passenger cars	
	Poisson	Negative binomial	Poisson	Negative binomial
Log likelihood	8,871.26	9,507.39	105,200.64	110,304.19
AIC	10,508.35	9,238.11	145,591.65	135,386.56
BIC	10,809.31	9,544.53	146,085.07	135,888.21
$\chi^2$	3.2873	1.3407	2.4035	1.2329

Table 3에서 보인 바와 같이 모형 분석 결과 음이항회귀모형의 로그우도함수값이 포아송회귀모형에 비해 크고, AIC와 BIC가 음이항회귀모형이 포아송회귀모형보다 작기 때문에 최적 모형으로서 음이항회귀모형이 더 적합하다고 할 수 있다. 또한 적합도 검정에서 피어슨 카이제곱 값이 1에 가까울수록 좋은 모형이라 할 수 있는데 렌터카 자료와 승용차 자료 모두 음이항모형이 포아송 모형보다 피어슨 카이제곱 값이 1에 근접하여 음이항모형을 최종모형으로 선택하였다.

## 5.2. 교통사고 심각도 모형 구축

### 1) 렌터카 관련 교통사고 분석 결과

Table 4의 좌측 결과는 3개 도시에서 렌터카로 인해 발생한 교통사고 심각도 분석 결과로서 성별, 연령, 면허경과년수, 주야구분, 기상상태, 노면상태의 경우는 기준변수에 비해 교통사고 심각도에 영향을 주는 변수가 존재하지 않았고, 동일거주지, 사고유형 I, 사고유형 II, 법규위반, 도로구배의 경우 교통사고 심각도에 영향을 주는 변수가 존재했다. 자세한 해석은 다음과 같다.

먼저 동일거주지의 경우 운전자 본인의 거주지역에서 계수가  $-0.0859$ 로 비거주지역에 비해 사고 심각도를 낮고, 사고유형 I의 경우 차대사람과 차대차일 때의 계수가 각각  $-0.5384$ ,  $-0.2882$ 로 차량 단독 사고일 때보다 사고 심각도가 낮은 것으로 분석되었다.

다음으로 구체적인 사고형태를 나타내는 사고유형 II의 경우 정면충돌, 주정차중 추돌, 진행중 추돌이 기타사고에 비해 사고 심각도가 높으며, 특히 정면충돌 사고의 계수가  $0.4294$ 로 가장 높으므로 사고 심각도를 가장 크게 높이는 것으로 분석되었다.

그리고 법규위반의 경우 기타 운전자 법규위반보다 중앙선 침범으로 인해 발생한 교통사고의 경우가 사고 심각도가 높으며, 도로구배의 경우 평지일 때 보다 내리막일 때 사고 심각도가 높은 것으로 분석되었다.

### 2) 승용차 교통사고 분석 결과

Table 4의 우측 결과는 3개 도시에서 승용차로 인해 발생한 교통사고 심각도 분석 결과이다. Table 4를 보면 사고유형 I에서 기준변수에 비해 교통사고 심각도에 영향을 주는 변수가 존재하지 않았고, 나머지 변수인 성별, 연령, 면허취득 경과년수, 동일거주지, 주야, 사고유형 II, 법규위반, 도로선형, 도로구배, 기상상태, 노면상태, 신호기 운영에서 교통사고에 영향을 주는 변수가 존재하였다. 자세한 해석은 다음과 같다.

먼저 성별의 경우 여성이 남성보다 사고 심각도가 낮으며, 연령의 경우 기준변수인 30대보다 10대와 60대 이상이 사고 심각도가 높은 것으로 분석되었다. 또한 면허취득 경과년수의 경우 5년 이상 10년 미만에 비해 15년 이상 경과한 운전자의 경우가 교통사고 심각도가 낮은 것으로 분석되었다.

그리고 동일거주지의 경우 운전자 본인의 거주지역에서 발생한 사고가 비거주지역에서 발생한 사고에 비해 사고 심각도가 낮은 것으로 분석되었으며, 야간에 발생한 사고가 주간에 발생한 사고보다 사고 심각도가 높은 것으로 분석되었다.

사고유형 II의 경우는 기타사고에 비해 공작물 충돌, 도로이탈 기타, 전도전복, 정면충돌, 주정차중 추돌, 진행중 추돌, 측면 직각충돌, 횡단중일 때가 사고 심각도가 높은 반면 길 자장자리구역 통행 중일 때는 반대로 사고 심각도가 낮은 것으로 분석되었다.

또한 법규위반의 경우 기타 운전자 법규위반 보다 과속, 교차로 통행방법 위반, 보행자 보호의무 위반, 서행 및 일시정지 위반, 신호위반, 안전거리 미확보, 안전운전 의무 불이행, 중앙선 침범, 직진 및 우회전 차량의 통행 방해일 때가 사고 심각도가 높은 것으로 분석되었다. 특히 과속의 계수가  $1.0448$ 로 교통사고 심각도가 가장 높은 것으로 해석할 수 있다.

도로선형의 경우 직선 구간에 비해 좌·우회전일 때가 사고 심각도가 높이나 기타구역에서는 사고 심각도가 낮은 것으로 분석되었다. 그리고 도로구배의 경우 평지 구간에 비해 내리막일 때 사고 심각도가 높으며, 기상상태의 경우 맑은 날에 비해 강우일 때가, 노면상태의 경우 건조할 때보

다 적설, 결빙, 기타일 때가 교통사고 심각도를 높은 것으로 분석되었다.

마지막으로 신호기 운영의 경우 신호기가 없는 상태에 비해 점등, 점멸 신호 운영일 때 사고심각도가 높은 것으로 분석되었다.

### 5.3. 렌터카와 승용차 관련 교통사고 심각도 결과 비교

승용차와 렌터카 관련 교통사고 심각도 비교 결과, 승용차 관련 교통사고의 경우 남성에 비해 여성의 교통사고 심각도가 낮은 것으로 분석된 반면, 렌터카 관련 교통사고는 남·녀간에 유의미한

Table 4. Results of traffic accident severity analysis using negative binomial regression models

Variables		Analysis results of rent cars			Analysis results of passenger cars		
		Estimate	S.E	p-value	Estimate	S.E	p-value
Intercept		1.8566	0.223	<.0001	1.4647	0.077	<.0001
Gender	Female	0.0189	0.039	0.631	<u>-0.0223</u>	0.008	0.006
	Male	criteria			criteria		
Age group	10s	0.1367	0.082	0.095	0.0974	0.036	0.007
	20s	0.0678	0.047	0.151	0.0144	0.012	0.232
	40s	-0.0214	0.052	0.680	-0.0071	0.011	0.510
	50s	-0.0161	0.065	0.805	-0.0034	0.012	0.771
	60s or Older	-0.1139	0.107	0.288	0.0292	0.014	0.040
	30s	criteria			criteria		
No. of years after getting a driving License	Less than 5yr	0.0258	0.042	0.541	-0.0048	0.012	0.676
	Less than 15yr	-0.0018	0.055	0.973	-0.0224	0.012	0.065
	More than 15yr	0.0820	0.057	0.150	<u>-0.0315</u>	0.012	0.006
Residence	Less than 10yr	criteria			criteria		
	<u>Same residence</u>	<u>-0.0859</u>	0.031	0.006	<u>-0.0530</u>	0.011	<.0001
Time of day	Ohter residence	criteria			criteria		
	Night	0.0005	0.032	0.987	0.0292	0.007	<.0001
Type I accidents	Day	criteria			criteria		
	<u>Car-to-Person</u>	<u>-0.5384</u>	0.137	<.0001	-0.0900	0.068	0.185
	<u>Car-to-Car</u>	<u>-0.2882</u>	0.130	0.027	0.0737	0.068	0.275
Type II accidents	Single Car only	criteria			criteria		
	Collision with structures	-0.1436	0.136	0.291	0.1945	0.071	0.006
	While passing on roadside	-0.0122	0.138	0.929	<u>-0.0783</u>	0.028	0.005
	Running off the road other	-0.1066	0.249	0.669	0.3911	0.168	0.020
	Running off the road rolling down	0.0604	0.293	0.837	0.3354	0.182	0.065
	While passing on sidewalk	0.0519	0.214	0.809	0.0623	0.040	0.116
	Turning Over	0.3139	0.195	0.108	0.3856	0.096	<.0001
	Head-on collision	0.4284	0.103	<.0001	0.2150	0.023	<.0001
	Collision with parked vehicle	-	-	-	-0.1165	0.368	0.752
	Rear-end collision when parking or stopping	0.1574	0.071	0.027	0.2499	0.016	<.0001
	Rear-end collision when moving	0.1564	0.060	0.010	0.1495	0.014	<.0001
	While passing on road	0.0742	0.143	0.603	-0.0337	0.030	0.253
	Crossing collision	0.0818	0.047	0.080	0.0421	0.011	0.000
While crossing	0.1231	0.082	0.132	0.0520	0.017	0.002	
Other	criteria			criteria			

Table 4. Results of traffic accident severity analysis using negative binomial regression models(continued)

Variables	Analysis results of rent cars			Analysis results of passenger cars			
	Estimate	S.E	p-value	Estimate	S.E	p-value	
Speed limit violation	0.5621	0.293	0.055	1.0448	0.092	<.0001	
Improper driving at intersection	0.0693	0.189	0.714	0.1268	0.038	0.001	
Violation of pedestrian protection	0.0357	0.192	0.852	0.1095	0.040	0.006	
Carelessness of pedestrian	-	-	-	-0.2787	0.706	0.693	
Improper turning	-0.2772	0.295	0.348	0.0704	0.064	0.269	
Failure to slow down and temporarily stop	0.1361	0.272	0.617	0.1705	0.064	0.007	
Violation of traffic signal	0.0723	0.188	0.701	0.2159	0.037	<.0001	
Driving too close to vehicle ahead	0.0262	0.186	0.888	0.1276	0.037	0.001	
Infringement of safe driving	0.0887	0.179	0.621	0.0971	0.035	0.006	
Violation of overtaking prohibition	0.1139	0.478	0.811	0.1209	0.174	0.487	
Improper overtaking	-	-	-	0.0975	0.417	0.815	
Intrusion of median strip	0.4185	0.192	0.029	0.2946	0.039	<.0001	
Impending travelling for Straight or right turn	0.1407	0.191	0.460	0.2183	0.042	<.0001	
Failure to yield of course	-	-	-	0.2022	0.207	0.329	
Failure to drive on proper traffic passageway	-0.1533	0.264	0.561	0.0676	0.047	0.148	
Failure to yield of priority	-	-	-	-0.5001	0.354	0.158	
Ohter(Violation of driver)		criteria			criteria		
Road alignment	Left curve	0.0508	0.076	0.505	0.0459	0.021	0.027
	Right curve	0.1300	0.079	0.100	0.0767	0.020	<.0001
	Other	-0.2309	0.187	0.217	-0.1206	0.040	0.003
	Straight		criteria			criteria	
Road grade	Descent	0.1297	0.053	0.015	0.0571	0.013	<.0001
	Ascent	0.0470	0.070	0.502	-0.0061	0.014	0.672
	Flat area		criteria			criteria	
Weather condition	Cloud	0.0319	0.076	0.674	0.0316	0.019	0.089
	Rain	0.0438	0.111	0.693	0.0654	0.029	0.025
	Snow	0.0370	0.264	0.889	-0.0457	0.070	0.516
	Fog	0.3454	0.273	0.206	0.0717	0.126	0.569
	Clear		criteria			criteria	
Road condition	Wet	-0.060	0.102	0.555	-0.006	0.027	0.816
	Snow/Slush	-0.065	0.315	0.836	0.179	0.090	0.047
	Icy	0.175	0.261	0.502	0.205	0.066	0.002
	Other	0.064	0.105	0.544	0.064	0.025	0.011
	Dry		criteria			criteria	
Signal operation condition	Signal operation	0.0170	0.042	0.688	0.0471	0.009	<.0001
	Flashing	0.3235	0.077	<.0001	0.1625	0.021	<.0001
	Lights out	-0.5900	0.749	0.431	0.1574	0.079	0.047
	Breakdown	0.3255	0.246	0.187	0.2366	0.158	0.133
	Non signal		criteria			criteria	
Dispersion	0.2204	0.012		0.1626	0.0027		



차이가 존재하지 않은 것으로 분석되었다.

연령대별 분석 결과, 렌터카 관련 교통사고는 기준변수인 30대에 비해 타 연령대간에 유의미한 차이가 존재하지 않았지만, 승용차 관련 교통사고의 경우 30대에 비해 10대와 60대 이상 운전자의 교통사고 심각도는 유의미하게 높은 것으로 분석되었다.

운전면허취득 경과년수에 대한 분석 결과 역시 렌터카 관련 교통사고의 경우 기준변수(5년~10년 미만) 대비 타 경과년수에는 유의미한 차이가 존재하지 않았지만, 승용차 사고의 경우 면허 취득 후 15년 이상 경과한 운전자의 교통사고 심각도가 유의미하게 낮아지는 것으로 분석되었다. 또한, 승용차 관련 교통사고의 경우 주간에 비해 야간의 심각도가 유의하게 높은 반면, 렌터카 관련 사고는 유의하지 않은 것으로 분석되었다. 렌터카 관련 사고의 경우 유의미한 차이가 존재하지 않은 이유로는 낮선 도로·교통환경 및 미숙한 차량 조작이 주야간이나 면허취득 경과년수에 상관없이 운전의 영향을 미치고 있는 것으로 판단된다.

승용차와 렌터카 관련 교통사고 모두 동일거주지역에서 발생한 사고의 경우 비거주지역에서 발생한 사고에 비해 교통사고 심각도가 유의미하게 낮아지는 것으로 분석되었다. 즉, 교통사고가 발생한 지역이 가해 운전자의 동일 거주지역인지 여부에 따라 교통사고 심각도에 더 높게 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

사고유형I에서는 승용차 관련 사고에서는 차량 단독사고 대비 차대사람, 차대차 교통사고의 심각도가 유의하게 차이가 존재하지 않는 반면 렌터카 관련 교통사고의 경우 차대사람과 차대차 교통사고는 차량 단독 사고에 비해 교통사고 심각도가 유의미하게 낮은 것으로 분석되었다.

사고유형II에서는 기타 사고에 대비하여 승용차 관련 교통사고의 경우 공작물충돌, 길가장자리구역 통행 중, 도로이탈 기타, 전도전복, 정면충돌, 주정차중 추돌, 진행 중 추돌, 측면 직각 충돌, 횡단중이 유의하였다. 반면, 렌터카 관련 교통사고의 경우 정면충돌, 주정차중 추돌, 진행 중 추돌이 유의하게 나타났다. 두 결과에서 동일하게 유의한 변수는 정면충돌, 주·정차 중 추돌과 진행 중 추돌인 것으로 분석되었다.

법규위반별 분석 결과, 승용차 관련 교통사고에서 과속, 교차로 통행방법 위반, 보행자 보호의무 위반, 서행 및 일시정지 위반, 신호위반, 안전거리 미확보, 안전운전 의무 불이행, 중앙선 침범, 직진 및 우회전 차량의 통행방해가 유의한 것으로 나타났다. 반면에, 렌터카 관련 교통사고에서는 중앙선 침범만이 유의하였던 것으로 분석되었다.

도로 선형에 따른 심각도 영향에 대한 분석 결과 렌터카 관련 교통사고에서는 유의한 변수가 없는 반면, 승용차 관련 교통사고의 경우 직선 구간 대비 좌회전과 우회전 구간에서의 심각도가 유의미하게 심각도에 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

도로 구배에 대한 분석 결과, 승용차와 렌터카 관련 교통사고 모두 평지 구간 대비 내리막에서 심각도에 유의하게 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 도로 선형에 따른 심각도 영향에 대한 분석 결과 렌터카 관련 교통사고에서는 유의한 변수가 없는 반면, 승용차의 경우 직선 구간 대비 좌회전과 우회전 구간에서의 심각도가 유의미하게 심각도에 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

기상상태와 노면상태에 대한 각각의 분석에서는 렌터카 관련 교통사고에서는 유의한 변수가 없는 반면, 승용차의 경우 비가 올 경우 맑음 대비 교통사고 심각도가 증가하는 것으로 분석되었다. 노면상태별 분석 결과 건조 상태에 비하여 적설, 결빙, 기타 상태일 때는 교통사고 심각도가 유의하게 증가하는 것으로 분석되었다.

신호기 운영 여부가 교통사고 심각도에 미치는 영향에 대한 분석 결과, 신호기 없음 상태 대비하여 승용차 관련 교통사고는 점등, 점멸, 소등에서 유의하고 렌터카 관련 교통사고는 점멸에서 유

의미한 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

승용차 운전자와 렌터카 운전자들을 대상으로 한 교통사고 심각도 비교 분석 결과, 승용차의 경우가 렌터카의 경우보다 교통사고 심각도에 유의미하게 영향을 미치는 요인이 많은 것으로 분석되었다.

#### 5.4. 렌터카 관련 교통사고 감소를 위한 개선 방안

앞서 분석한 바와 같이 교통사고유형과 범규위반 등의 사고요인과, 성별, 연령대, 면허취득기간 등 개인특성변수 등을 이용한 렌터카 관련 교통사고의 심각도에 영향을 미치는 주요 영향요인을 파악하였다. 본 연구에서는 이를 바탕으로 렌터카 관련 교통사고를 줄일 수 있는 다양한 개선방안을 제시하고자 한다.

첫째, 렌터카 차량대여자가 차량을 소유하고 있지 않거나 소유하고 있지 않은 차종을 대여하는 경우가 많아 차량 이용이나 조작이 서툴게 되며 차량을 소유하지 않은 초보운전자가 운행하는 경우는 특히 더 위험하게 된다. 익숙하지 않은 차량운행에 따른 위험을 최소화하기 위해서 차량 렌트시 가능한 본인이 주로 이용하는 익숙한 차량을 렌트하도록 한다. 차량을 소유하고 있지 않거나, 다른 차종을 렌트할 경우 렌터카 차종의 특성과 장치 조작방법 등을 대여 전에 일정시간 학습하고 연습함으로써 운전조작 미숙에 의한 사고를 줄여야 한다.

둘째, 본 연구에서 분석 대상으로 선정한 주요 관광도시(부산시, 강릉시, 제주시)에서 관광지나 휴양지를 통행하는데 주로 렌터카를 이용하는 운전자의 특성 상 주변 교통 및 도시 환경에 익숙하지 않다. 렌터카 관련 교통사고의 경우 동일지역에서 거주하는 경우에 비해 타 지역에서의 사고위험도가 증가하는 것으로 분석된 것도 이와 같은 이유가 원인이 된 것으로 판단된다. 또한, 연령대 별 및 운전면허취득 경과년수, 기상상태와 노면상태에 대한 분석 결과에서 변수 간의 유의미한 차이가 존재하지 않은 이유로는 낮은 도로·교통환경 및 미숙한 차량 조작이 면허취득 경과년수에 상관없이 운전 전에 영향을 미치고 있는 것으로 판단된다. 이와 같은 분석 결과는 낮은 교통환경이나 시시각각 변화하는 교통상황에 적응하고 대처하는 데 어려움을 느낄 경우 사고위험성이 증가한다는 연구 결과(Lee, Oh, Song, Yun, Hwang, 2010; Kim, Oh, Lee, 2006)나 낮은 초행길을 운행하는 경우가 많아 해당 도시의 도로교통특성에 익숙하지 않고 목적지를 찾는 과정에서 무의식 중에 범규를 위반할 가능성도 발생한다. 이와 같은 분석 결과는 운전자의 오류 또는 착오로 인한 범규 위반 및 사고위험성과 관련이 있다는 연구 결과(Parker, Reason, Manstead, Stradling, 1995)와 동일한 경향을 보여준다고 할 수 있다. 낮은 운행노선에 대한 이동에 대한 부담을 완화하기 위해서는 위험지역과 안전운전에 대한 정보를 보다 세밀하게 추가한 렌터카용 내비게이션 콘텐츠를 추가하여 사고 잦은 지점이나 위험지역에 대해 안전운전 음성/화면을 통해 사전 경고 및 각 유형에 맞는 대처요령을 안내하도록 한다.

셋째, 휴가철에 이용이 많은 렌터카 특성상 짧은 기간에 교통량이 집중되는 관광지나 휴양지를 주로 통행한다. 매년 사고의 20% 이상이 7~8월에 집중되고 있는데 여름철 날씨와 휴가지에서의 체력소모가 운전의 집중력을 저하시키고, 휴가철 장거리 운행시의 차량 지·정체로 인해 운전자 피로가 가중되면서 졸음운전이 발생하고, 장시간 주행에 따른 주의력 저하 등으로 인해 사고 위험을 초래하게 된다. 졸음 방지 및 피로로 인한 주의력 저하를 막기 위해 주기적으로 휴게소에서 휴식을 취할 수 있도록 사전에 교육을 실시하도록 한다. 또한 렌터카 이용자들이 교통사고나 긴급 상황에 대비하여 사용할 수 있도록 비상삼각대, 불꽃신호기, 안전조끼 등을 차량에 비치하고 이용자에게 반드시 사용법을 설명해서 긴급 상황이 사고를 유발하거나 2차사고로 확대되는 것을 방지하

여야 한다.

넷째, 과속으로 인해 발생하는 사고의 심각도가 증가하며, 내리막길에서의 사고 역시 심각도가 증가하는 것으로 분석되었다. 과속으로 인한 사고 발생 시 사고 심각도를 줄이기 위하여 렌터카로 출고가 되는 차량에 대해 과속방지장치(일정 속도 이상 주행을 하지 못하도록 하는 장치)와 과속 경고장치(현재 광역버스에 설치되어 운영 중인 일정 속도 이상 주행 시 차내 과속 경고를 발생) 설치를 의무화하는 방안도 검토할 필요가 있다.

다섯째, 렌터카의 경우 운전자 본인의 운전면허 확인을 통해 대여회사에 운전자격여부를 확인하고 자유롭게 차량의 사용이 가능하다. 불특정 운전자가 본인의 운전경험이나 운전능력에 대한 확신을 가지고 렌터카를 이용하고 있다. 또한 운전자들은 내차가 아니라는 인식에 의해 이용차량에 대한 관심도가 약해져 렌터카의 차량관리에 소홀하게 되고(Kim, Lee, Kim, Byun, 2012), 운전자 본인의 운전경험에 대한 확신은 과도한 자신감과 위험한 운전행동 감행으로 이어져 오히려 사고위험성이 증가할 수 있다(Katila, Keskinen, Hatakka, 1996; Stradling, Meadows, Beatty, 2004). 또한 관광지나 휴양지에서의 들뜬 운전자의 감정은 자신의 안전운전행동에 대한 의지를 다소 줄여 법규위반 운전행동 및 사고발생 위험성을 증가시킬 수 있다(Heino, Molen, Wilde, 1992; Owsley, McNeal, 2003; Hamish, 1999). 운전자 자신의 운전경력에 대한 과신으로 인해 안전/방어운전에 미온적으로 대응하며 다소 과격한 운전행태를 보이는 것과 더해져 주행속도에서의 사고 발생 및 방어적이지 못하고 공격적인 운전행태를 보이고 있기에 사고 심각도가 높은 것으로 판단된다. 렌터카 교통사고 유형과 대형 사고사례를 렌터카 내부 교통안전 계도물을 부착하여 렌터카 운전자 및 탑승자에게 교통사고의 위험성을 전파하도록 하여야 한다.

## 6. 결론 및 향후 연구과제

### 6.1. 결론

본 연구는 국내 주요 관광도시 중 부산시와 제주도, 강릉시를 사례지역으로 선정하여 렌터카 관련 사고의 교통사고특성을 분석하고, 사고심각도 분석 모형을 개발하여 교통사고의 요인들을 추출하고 다양한 주변 도로교통환경 및 개인특성 요인이 교통사고에 미치는 영향을 비교분석하는데 중점을 두었다. 분석된 주요결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 다양한 개인특성과 사고유형 바탕으로 렌터카 사고특성 분석을 수행하였으며, 사고자료의 특성을 고려하여 포아송 및 음이항회귀모형을 사용하여 모형별 차이를 비교·검증을 통해 음이항회귀모형을 최종모형으로 선정하였다.

2) 모형을 통해 도출된 렌터카 관련사고의 심각도에 영향을 미치는 요인은 동일거주지역 발생유무, 사고유형I, 사고유형II, 법규위반이 도출되었다. 비주거지역에서 교통사고가 발생한 경우 거주지역에서 발생한 사고보다 사고심각도가 높았으며, 차대사람이나 차대차 사고보다는 차량 단독 사고가 발생한 경우 역시 사고심각도가 증가하였다. 정면충돌, 주정차중 추돌, 진행중 추돌 사고가 발생한 경우 기타사고에 비해, 중앙선 침범사고가 발생한 경우 기타(운전자법규위반사고)에 비해 교통사고 심각도가 높아지는 것으로 분석되었다.

3) 이와 같은 연구성과를 통해 렌터카 운전자의 불안정한 운전(운전경험 부족, 차량조작 미숙 등)에 의해 발생하는 사고위험을 줄이기 위한 교통 안전대책(초보운전자의 자동차 조작법에 대한 숙지 교육, 교통문화 및 법규 교육, 내비게이션의 장착 확대와 렌터카 운전자용 안내방송 표출 등) 마련을 위한 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

## 6.2. 향후 연구과제

모든 운전자들이 동일한 운전수행 능력을 가지지 않으며, 개인에 따라 운전 능력과 방식이 다르기 때문에, 모든 운전자가 교통사고나 교통법규위반을 동일한 비율로 야기하지 않고 운전행동에 있어 개인차를 보이게 된다(Lee, 2007). 본 연구에서는 사고유형과 사고형태, 법규위반 등의 사고요인, 인과, 성별, 연령대, 주거지 사고발생유무, 면허취득기간 등의 개인특성 등을 중점 고려하였으나, 음주운전 발생여부 등의 인적요인이나 제한속도, 사고당시 속도 등의 도로교통환경에 대한 추가적인 변수를 고려한 연구가 필요하다.

특히, 운전경험 부족, 차량조작 미숙, 비거주지역에서의 운전 등의 요인이 복합적으로 작용하여 사고위험성이 높을 것으로 예상되는 렌터카에 대하여 승용차사고와의 비교를 통해 차이점을 도출하고, 그에 따른 개선방안을 도출하고자 하였다. 데 본 연구의 의미가 있다고 할 수 있다. 또한 승용차의 교통사고 심각도와 비교하여 렌터카의 교통사고 심각도 특성을 분석하는 연구를 수행하였으나, 렌터카의 경우 탑승자가 일반 승용차보다 많기에 피해정도가 과잉 분석될 가능성이 존재한다. 그러므로 상호 비교만으로 렌터카 사고심각도의 특성을 독립적으로 도출하기보다는 각 차량의 특성을 고려한 비교를 통해 렌터카 사고심각도를 줄일 수 있는 개선방안을 찾는 데 참조 자료로서 활용을 하여야 할 것이다. 특히, 본 연구에서는 인적요인에 초점을 맞추고 있기에 도로요인, 차량요인 등에서 개선 방안을 추가로 검토하고자 한다.

분석에 활용한 교통사고 자료는 부산시, 강릉시, 제주도 등의 일부도시를 중심으로 이루어져 지역적 차이를 간과한 측면이 있었다. 좀 더 광범위한 지역을 대상으로 연구가 이루어진다면 보다 설명력이 높은 모형을 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

마지막으로 렌터카 관련 사고의 교통사고 심각도 예측에 연구의 주안점을 두고 있기에, 심각도에 영향을 미치는 요인들의 개선을 통해 실질적인 심각도 감소 효과가 얼마나 있는지에 대해서는 분석이 이루어지지 못했다. 따라서, 렌터카 이용자에 대한 교통안전정책이 이루어졌을 때 그에 따른 렌터카 교통사고 심각도 감소효과는 어떠한지 추가적인 분석이 필요한 것으로 판단된다.

## References

- AASHTO (2012). *Highway Safety Manual*, Federal Highway Administration(FHWA)
- Choi, J. H., Jeong, J. P. (2014). Poisson regression and negative binomial regression model fit for traffic accidents, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 16(1), 165-172. (in Korean).
- Chun, H. J., Kim, H. I. (2008). A study on SMS expansion using negative binomial regression, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 10(4), 2065-2073. (in Korean).
- Duncan, C. S., Khattak, A. J., Council, F. M. (1998). Applying the ordered probit model to injury severity in truck-passenger car rear-end collisions, *Transportation Research Record*, 1635, 63-71.
- Ha, T. J., Park, J. J., Lee, H. M. (2003). Development of design criteria for crosswalks at signalized intersections, *Journal of Korean Society Transportation*, 21(4), 47-56. (in Korean).
- Hamish, A. D. (1999). Hazard and risk perception among young novice drivers, *Journal of Safety Research*, 30(4), 225-236.
- Heino, A., Molen, H. H., Wilde, G. J. S. (1992). *Risk-homeostatic processes in car following behavior : Individual differences in car following and perceived risk (Report No. VK90-02)*, Haren: Traffic Research Centre, University of Groningen.
- Hong, S. M., Kim, S. K., Oh, C. (2012). Characteristics of geometric conditions affecting freeway traffic safety at nighttime, sunrise, and sunset, *Journal of Korean Society Transportation*, 30(4), 95-106. (in Korean).
- Kang, M. W., Do, C. W., Son, B. S. (2002). Fitting distribution of accident frequency of freeway horizontal curve

- sections & development of negative binomial regression models, *Journal of Korean Society Transportation*, 20(7), 197-204. (in Korean).
- Katila, A., Keskinen, E., Hatakka, M. (1996). Conflicting goals of skid training, *Accident Analysis and Prevention*, 28, 785-789.
- Kim, K. M. (2003). Bivariate zero-inflated Poisson regression model with unequal covariates, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 5(1), 55-65. (in Korean).
- Kim, K. M. (2005). A Study on the zero-inflated Poisson regression model, *Journal of the Korean Data Analysis Society*, 7(2), 497-505. (in Korean).
- Kim, J. H., Lee, S. I., Kim, J. W., Byun, W. N. (2012). Reducing traffic accident by analysis of rent a car, *Transportation Technology and Policy*, 9(3), 19-31. (in Korean).
- Kim, J. H., Oh, J. T., Lee, S. C. (2006). Influences of driving behavior determinants on traffic violations and accidents, *The Korean Journal of Industrial and Organizational Psychology*, 19(3), 349-369. (in Korean).
- Kim, K. H., Park, B. H. (2010). Developing the traffic accident severity models by vehicle type, *Journal of the Korean Society of Safety*, 25(3), 131-136. (in Korean).
- Kockelman, K. M., Kweon, Y. J. (2002). Driver injury severity an application of ordered probit models, *Accident Analysis and Prevention*, 34(3), 313-321.
- Korean Transportation Safety Authority (2013). *The twenties cause the half of the entire deadly traffic accidents involving rent cars, analysis of status of deadly rent car traffic accidents during recent 5 years*, Press release. (in Korean).
- Lee, H. J. (2007). The analysis of the differences of driving behaviors according to drivers' personal characteristics and the causal relationship between personal characteristics and the number of traffic violations, *Journal of Korean Society Transportation*, 25(2), 39-50. (in Korean).
- Lee, S. H., Jung, W. D., Woo, Y. H. (2012). Comparative analysis of elderly's and non-elderly's human traffic accident severity, *The Journal of the Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, 11(6), 133-144. (in Korean).
- Lee, S. B., Kim, J. H., Kim, T. H. (2003). Development of traffic accident prediction models by traffic and road characteristics in urban areas, *Journal of Korean Society Transportation*, 21(4), 133-144. (in Korean).
- Lee, S. C., Oh, J. S., Song, H. H., Yun, D. S., Hwang, Y. S. (2010). The effects of driver characteristics on subjective workload, *The Korean Journal of Industrial and Organizational Psychology*, 23(3), 445-469. (in Korean).
- Lim, S. J., Park, J. T., Kim, Y. I., Kim, T. H. (2012). Analysis of elderly drivers' accident models considering operations and physical characteristics, *Journal of Korean Society Transportation*, 30(6), 37-46. (in Korean).
- Limmö, P.-A., Åberg, L. (1999). On the distinction between violations and errors : sensation seeking associations, *Transportation Research*, Part 2, 151-166.
- McKenna, F. P. (1983). Accident proneness : a conceptual analysis, *Accident Analysis and Prevention*, 15(1), 65-71.
- Mun, S. R., Lee, Y. I. (2011). Analysis of traffic crash severity on freeway using hierarchical binomial logistic model, *Journal of Korean Society of Road Engineers*, 13(4), 199-209. (in Korean).
- Owsley, C., McNeal, S. F. (2003). Impact of impulsiveness, venturesomeness, and empathy on driving by older adults, *Journal of safety Research*, 34, 353-359.
- Park, B. H., Han, S. W., Kim, K. H. (2009). Characteristics and models of intersection accidents by elderly drivers in the case of Cheongju 4-legged signalized intersections, *Journal of Korean Society of Road Engineers*, 11(4), 33-40. (in Korean).
- Parker, D., Reason, J. T., Manstead, A. S. R., Stradling, S. G. (1995). Driving errors, driving violations and accident involvement, *Ergonomics*, 38, 1036-1048.
- Stradling, S., Meadows, M., Beatty, S. (2004). Characteristic and crash-involvement of speeding, violation and thrill-seeking drivers traffic and transport psychology and application, *Proceedings of the ICITP, 2000*, 177-192.
- Sümer, N. (2003). Personality and behavioral predictors of traffic accidents : testing a contextual mediated model,

*Accident Analysis and Prevention*, 35, 949-964.

- West, R., Elander, J., French, D. (1993). Mild social deviance, type-A personality and decision making style as predictors of self-reported driving style and traffic accident risk, *British Journal of Psychology*, 84(2), 207-219.

## A Study on Analysis of Severities of Rental Car Traffic Accidents: Case of Major Sightseeing Cities Including Busan, Gangneung and Jeju Island\*

*Hangeom Ko<sup>1</sup>, Ilsoo Yun<sup>2</sup>, Kyunghyun Kim<sup>3</sup>, HyeIn Song<sup>4</sup>, Tae-Young Heo<sup>5</sup>*

### Abstract

This study was initiated to analysis the severities of traffic accidents involving rental cars using three-year-long traffic accident data between 2011 and 2013 happened in Busan, Gangneung and Jeju Island where are very famous sightseeing cities in Korea. As a result of analysis using negative binomial regression models, residence of the driver in the cities, accident type I, accident type II, violation of driving regulations are found out as influencing factors on the severities of the accidents. For example, the severities of the traffic accidents which were caused by drivers who did not live in the cities are turned out more worse than those of traffic accidents caused by drivers living in the cities. In addition, this study effort provides the improvement methods which may be effective in reducing traffic accidents involving rental cars based on the analysis results found in this study.

*Keywords* : Rental car, Traffic accidents, Negative binomial regression model, Equivalent property damage only, Overdispersion.

---

\*This work was supported by the Ministry of Education and Science Technology(NRF-2010-0028693) and Ministry of Science, ICT and Future Planning (2013K1A1A2A02078326) funded by the Korean government.

<sup>1</sup>Ph. D. Manager, Autonomous Driving Safety Research Team, Korea Automobile Testing & Research Institute, Korea Transportation Safety Authority, 200, Samjon-ro, Songsan-myun, Hwaseong-si, Gyeonggi-do, 18247, Korea. E-mail : hankal@ts2020.kr

<sup>2</sup>Professor, Transportation System Engineering, Ajou University, 206, World cup-ro, Yeongtong-gu, Suwon, Gyeonggi-do, 16499, Korea. E-mail : ilsooyun@ajou.ac.kr

<sup>3</sup>Ph. D. Candidate, Civil and Transportation Engineering, Ajou University, 206, World cup-ro, Yeongtong-gu, Suwon, Gyeonggi-do, 16499, Korea. E-mail : kk6661@ajou.ac.kr

<sup>4</sup>Master's course, Department of Information & Statistics, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea. E-mail : shinn224@naver.com

<sup>5</sup>(Corresponding Author) Associate Professor, Department of Information & Statistics, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea. E-mail : theo@chungbuk.ac.kr

[Received 23 October 2015; Revised 26 January 2016, 30 March 2016; Accepted 2 April 2016]