Journal of the Korean Society of Civil Engineers
Vol. 34, No. 2: 561-571/ April, 2014
DOI: http://dx.doi.org/10.12652/Ksce.2014.34.2.0561

ISSN 1015-6348 (Print)
ISSN 2287-934X (Online)
www.kscejournal.or.kr

Transportation Engineering **교통공학**

다수준분석모형을 이용한 고령운전자 교통사고 피해 심각성 분석

장태연*
Jang, Tae Youn*

Traffic Accident Damage Severity of Old Age Drivers by Multilevel Analysis Model

ABSTRACT

This study analyzes traffic accident severity of old age drivers in fourteen cities and counties of Jeonbuk Province. It is assumed that traffic accident effecting factors have two staged structure by personal and driving environment and urban characteristics. Multilevel Analysis Model is used under the assumption of hierarchical characteristics to analyze factors effecting severity. As the driver's age increases after sixty-five years old, accident damages become severe. The drunk driving is likely to make traffic accident damage more severer. The number of fatal accident by old age drivers is about three time more than by no old age drivers. Old age drivers have higher number of night traffic accidents but severer ones in daytime. Old age drivers show the higher number of traffic accidents but severer ones in fine weather. Wet road surface also influences damage severity and especially old age drivers show higher serious damage and fatal than no old drivers.

Key words : Traffic accidents, Old age drivers, Multilevel analysis model

초 록

전라북도내 14개 시·군의 교통사고 자료를 활용하여 고령운전자의 교통사고 피해 심각성을 분석하였다. 교통사고는 1차적으로 개인 및 운전환경 속성과 2차적으로 도시관련 속성에 의해 영향을 받는 2단계 위계적 특성을 갖는 것으로 가정하였다. 위계적 특성을 고려한 피해 심각성에 대한 영향요인을 분석하기 위해 다수준분석모형을 활용하였다. 분석결과로서 65세 이후의 고령운전자는 연령이 증가할수록 교통사고로 인한 피해상황이 심각해짐을 보여주며 안전한 운전방법의 교육과 교통사고를 미연에 방지하기 위한 대안이 필요하다. 음주운전은 고령운전자에게 사고 발생시 피해 심각성을 크게 할 경향이 높은데, 사망사고에 있어서 비고령자에 비해 발생비율이 약 3.0배 이상 높았다. 고령운전자는 야간 교통사고 발생빈도가 높은 편이나, 낮 시간대의 교통사고일수록 피해 심각성은 높아졌다. 고령운전자는 비고령자보다 흐린 날씨에서 사고 발생빈도가 높으나, 심각성에서는 맑은 날에 높아짐을 보였다. 습윤상태의 노면이 피해 심각성에 큰 영향을 주고 있는데, 비고령자에 비해서 고령운전자가 중상 및 사망비율도 높은 것으로 분석되었다.

검색어 : 교통사고, 고령운전자, 다수준분석모형

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

평균수명의 연장으로 인하여 고령인구는 점차 증가하고, 여가시간의 활용 및 삶의 질에 대한 고령자의 관심이 높아짐에 따라 사회활동을 활발하게 진행하면서 그에 따르는 고령자운전자가 증가하고 있다(Gee and Oh, 2003). 이러한 고령운전자의 증가로 인해 고령운전자에

* 정회원·교신저자·전북대학교 도시공학과 교수 (**Corresponding Author**·Chonbuk National University·jangty@jbnu.ac.kr)

Received May 15, 2013/ **revised** July 4, 2013/ **accepted** February 25, 2014

Copyright ⓒ 2014 by the Korean Society of Civil Engineers
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

의한 교통사고도 늘어나고 있는데, 치안정책연구소 분석에 따르면 국내 65세 이상 노인 인구 10만명당 교통사고 사망자 수는 평균 32.7명으로, 2010년도를 기준으로 한 OECD국가 회원국의 10.2명에 비해 3배가량 높은 것으로 제시하고 있다. 또한, 65세 이상 고령 운전자의 교통사고는 2002년도에 3,810건에서 2011년도 13,583건으로 10년새 356%가 급격히 증가했다. 2002년도의 전체 교통사고의 1.6%를 차지했던 고령자 교통사고 점유율은 2011년에는 6.1%까지 높아졌다(Herald Economy, 2013). 즉, 고령자의 경우 시력 및 신체기능과 판단능력의 저하 등으로 인하여 일반적인 교통상황에 적응하지 못하고 사고로 이어지는 사례가 증가하고 있다(Dewar, 2002; Sims et al., 2001). 또한, 고령운전자의 경우 사고가 발생했을 때, 심각한 중상이나 사망과 쉽게 연계되는 경향도 높다((Li et al., 2003; Meuleners et al., 2006). 고령운전자의 비율이 증가됨에 따라 지역사회는 도로체계를 안전하게 유지하고, 고령운전자가 독립적이고 지속적으로 이동권을 확보할 수 있는지 고민에 직면하게 된다.

고령자는 일반적으로 오랜 운전경험에도 불구하고 어쩔 수 없는 심신기능저하로 인해 신체적 기능과 판단능력이 필요한 운전에서 문제가 발생하고 다변화하는 도로환경과 교통법규를 쉽게 인지하지 못하는 특성을 가지고 있어 교통사고와 연결될 가능성이 높다

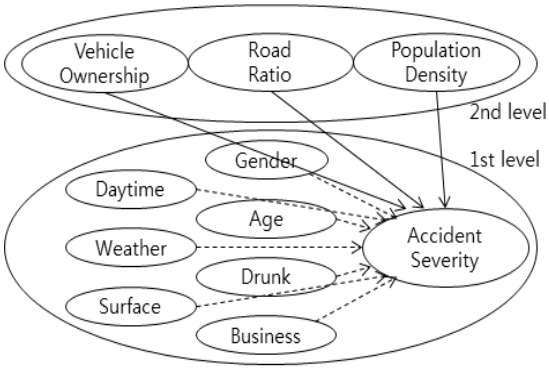

Fig. 1. Study Definition

Background	Study Purpose & Definition
Preliminary Study	Study Originality
Basic Statistic Analysis	Chi-square Test Between Variables
Multilevel Analysis Model	Two Level Analysis (Personal under Urban Var.)
Confidence Analysis	Intra-class Correlation
Model Results	Exploratory Analysis & Odd Ratio
Conclusions & Future Study	

Fig. 2. Study Flow

(Shin, 2001).

Figs. 1 and 2는 연구개념과 흐름을 보여주고 있는데, 교통사고의 발생은 개인적인 속성뿐 만아니라 운전환경 및 도시의 교통관련 속성과도 연관이 있는 것으로 가정하였다. 즉, 미피해, 물피, 경상, 중상, 사망 등의 교통사고 피해 심각성은 1차적으로 개인 및 운전환경에 의해 영향을 받고 그다음 도시관련 속성에 의해 받는 2단계 위계적 특성을 갖는 것으로 가정하였다. 연구목적은 전라북도 14개 시·군에서 발생한 교통사고에 대해 고령운전자와 비고령운전자를 비교하여 교통사고와 속성과의 관계성을 탐색적으로 분석한다.

1.2 선행연구 검토

고령운전자의 안전에 대해 Kim et al. (2010)는 설문을 통해 운전자의 심리·신체적 기능저하로 인해 도로상에서 교통사고를 유발시키는 개연성을 최소화하기 위한 경제적이고 효과적인 도로의 설계 및 시설 개선방안을 제시했다. Noh et al. (2008)는 고령운전자에 대한 속도변화, 판독소요시간, 오독률 분석을 실시하여 도로표지에 대한 인간공학적 특성과 적정 안내지명의 개수에 대한 연구를 진행하였다.

모형을 통한 고령운전자 분석으로 Kang et al. (2007)는 60세 이하와 61세 이상의 운전자가 발생시킨 교통사고율의 변화와 운전자수에 대한 선형회귀모형과 연령대별 교통사고 영향요인에 대한 포아송 회귀모형을 구축하였다. Park et al. (2009)는 로짓모형을 이용하여 고속도로상에서의 교통사고를 중장년층(20-50세)과 고령층(60세 이상)으로 나누어 도로요인, 교통환경요인, 인적요인에 의한 영향분석을 실시하였다. 교통사고에 대한 시간적 추이 분석으로 Cheung and McCartt (2011)는 ANCOVA 모형을 통해 미국의 9년간 경찰에 보고된 교통사고자료를 바탕으로 고령운전자(70세 이상)와 중년층 운전자(35세-54세)의 사망사고추이를 분석하였는데, 고령층의 경우 사망사고 감소추이가 중년층의 경우보다 큰 것으로 제시하였다. 이와같은 결과는 고령자의 경우 교통사고 후 경찰에 보고하는 비율이 감소하였고 사고후 고령운전자의 생존확률이 과거보다 높아진 것으로 결론내리고 있다. Raedt and Ingrid (2001)는 판별분석을 통해 65세에서 96세에 있는 84명의 고령운전자 교통사고를 과실과 비과실로 분류하여 과실 교통사고의 예측방법을 제시하였다. Daigneault et al. (2002)는 65세 이상 고령운전자의 과거 사고경력을 통해 현재 교통사고 위험성을 예측하는 선형모형을 구축하였으며, Lisa et al. (2005)는 로지스틱선형모형으로 스웨덴의 65세에서 84세까지의 고령운전자의 교통사고 발생가능성을 예측하였다.

선행연구는 선형회귀모형, 포와송 회귀모형, 로짓모형, 로지스틱 선형모형 등을 적용하여 주로 교통사고수를 분석하였고 본 연구는 교통사고 피해 심각성이 갖고 있는 순위적 특성과 도시속성

하에서 개인 및 운전환경속성이 심각성에 영향을 줄 거라는 가정에 다수준분석모형을 구축한다. 또한, 기존 연구는 교통사고 발생빈도를 기초로 고령자 교통사고를 분석하거나 중년층과 고령자의 차이를 분석하고 있다. 고령자 교통사고와 관련하여 비고령자와의 비교를 통해 사고특성을 분석하고 피해 심각성과 함께 도시속성을 고려한 연구는 미미하다. 고령운전자에 대한 교통안전 정책수립을 위해 지속적인 고령운전자 사고특성의 연구는 필요하다. 특히, 전북의 농촌지역 고령화를 고려한다면 고령자 교통사고 피해 심각성과 개인 및 도시 속성의 연관성 분석은 필요하다. UN의 교령사회 기준은 전체인구에서 65세 이상이 7.0% 이상이면 고령화 사회, 14% 이상이면 고령사회, 20% 이상이면 초고령 사회로 분류한다. 전라북도 14개 시·군에서 전주시, 익산시, 군산시가 고령화 사회, 완주군은 고령사회, 정읍시, 남원시, 김제시와 7개 군이 초고령 사회에 있다. 고령화는 급속히 진행되고 있어 고령자 교통사고에 대한 면밀한 분석이 필요하다.

2. 분석 방법

2.1 자료 및 기초통계분석

연구에서 활용할 자료는 2011년 전라북도 14개 시·군에서 발생된 교통사고와 도시관련 자료이다. 개인의 교통사고관련 자료는 TASS와 일부 도로교통공단의 도움을 통해 수집되었으며, 도시관련 자료는 시군의 통계연보를 참고 하였다. 22,210명이 교통사고를 발생시켰으며, 65세를 기준으로 할 때 65세 미만 교통사고 발생자 20,583명, 65세 이상 고령자 교통사고 발생자 1,627명이 포함된다(Table 1). 비고령자의 평균나이는 43.0세, 고령자의 평균나이는 69.9세이며, 최고령 교통사고 운전자 나이는 91세로 나타났다(Table 1).

연구에서 활용될 다수준분석모형의 구축을 위해 사용되는 독립변수는 개인수준(제1수준)과 도시수준(제2수준)의 2개 수준으로 분류된다(Table 2). 제1수준 변수는 개인속성인 성별, 나이, 교통사고 당시 음주여부 등이 있으며, 개인별 환경속성으로 사고차량이 영업용인지 비영업용인지 여부, 사고가 주간 혹은 야간에 발생했는지의 여부, 날씨에 있어 맑은 날이었는지 여부, 도로표면의 조건 등이 포함된다. 제2수준 변수는 교통사고 발생과 연관이 있는 도시 인구밀도, 도로율, 자동차 보유대수가 포함된다. 종속변수는 개인의 교통사고 피해정도이며, 심각성을 의미하도록 미피해=1, 물피=2, 경상=3, 중상=4, 사망=5 등 5단계로 나누었다.

교통사고 심각성과 관련하여 고령자와 비고령자간의 차이점을 Table 3에서 살펴보면 물피가 대부분의 교통사고를 차지하고 있으며, 고령자 및 비고령자와 교통사고 피해 심각성간에 중요한 상관관계(x^2=28.16)가 있음이 통계적으로 증명되고 있다. 비고령자에 비해 고령자가 전체 교통사고 중에서 사망사고가 약 1.5배 높게 나타나 고령자의 경우 신체적, 정신적 인지기능의 저하로 인해 심각성 높음을 가정할 수 있다. 또한, 전라북도내 14개 시·군의 비고령운전자와 고령운전자 교통사고 발생비율을 보면, 비고령자

Table 1. Statistics for Age

	N	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.
No Old	20,583	43.0	11.54	20	64
Old	1,627	69.9	4.11	65	91

Table 2. Variables

Level	Variable	Description
Personal Level (Level1)	Gender	Driver's Gender(Male=1, Female=0)
	Age	Driver's Age
	Drunk	Drunk Status of Driver(Drunk=1, Not Drunk=0)
	Business	Vehicle Status for Business(Nonbusiness=1, Business=0)
	Daytime	Time Status When Accident is Caused(Daytime=1, Nighttime=0)
	Weather	Weather Condition(Fair=1, Other=0)
	Surface	Condition of Road Surface(Dry=1, Other=0)
Urban Level (Level 2)	Density	Population Divided by City Area
	Road Ratio	Ratio of Roadway Area to City Area
	Car Ownership	Car Ownership of City(cars/100 persons)
Dependent Variable	Damage	Traffic Accident Damage Severity(No Demage=1, Material Damage=2, Minor Injury=3, Serious Injury=4, Death=5)

Table 3. Damage and Age by City

City	No Old Age						Old Age					
	1	2	3	4	5	Total	1	2	3	4	5	Total
Jeonju	1,238 (14.2)	4,571 (52.3)	2,029 (23.3)	808 (9.3)	48 (0.6)	8,694 (100.0)	54 (8.9)	355 (58.9)	142 (23.6)	49 (8.1)	3 (0.5)	603 (100.0)
Iksan	147 (3.8)	2,001 (51.1)	1,309 (33.5)	416 (10.6)	39 (1.0)	3,912 (100.0)	6 (2.3)	163 (61.1)	77 (28.7)	17 (6.4)	4 (1.5)	267 (100.0)
Gunsan	115 (3.5)	1,824 (56.7)	861 (26.8)	386 (12.0)	33 (1.0)	3,219 (100.0)	4 (1.7)	147 (59.5)	71 (28.7)	22 (8.9)	3 (1.2)	247 (100.0)
Gimje	28 (4.2)	211 (31.8)	206 (31.1)	199 (30.0)	19 (2.9)	663 (100.0)	1 (1.3)	30 (37.9)	19 (24.1)	20 (25.3)	9 (11.4)	79 (100.0)
Jeongeup	22 (2.5)	311 (34.9)	345 (38.7)	198 (22.2)	15 (1.7)	891 100.0)	0 (0.0)	22 (27.1)	29 (35.8)	28 (34.6)	2 (2.5)	81 (100.0)
Namwon	62 (7.9)	416 (52.9)	169 (21.5)	127 (16.2)	12 (1.5)	786 (100.0)	5 (7.1)	30 (42.9)	18 (25.7)	17 (24.3)	0 (0.0)	70 (100.0)
Wanju	31 (4.6)	308 (45.8)	195 (28.9)	119 (17.7)	20 (3.0)	673 (100.0)	5 (8.1)	23 (37.1)	18 (29.0)	16 (25.8)	0 (0.0)	62 (100.0)
Jinan	0 (0.0)	25 (25.8)	31 (31.9)	34 (35.1)	7 (7.2)	97 (100.0)	0 (0.0)	3 (20.0)	8 (53.3)	4 (26.7)	0 (0.0)	15 (100.0)
Muju	14 (8.6)	75 (46.0)	35 (21.5)	32 (19.6)	7 (4.3)	163 (100.0)	2 (6.7)	16 (53.3)	4 (13.3)	8 (26.7)	0 (0.0)	30 (100.0)
Jangsu	14 (12.4)	51 (45.1)	29 (25.7)	15 (13.3)	4 (3.5)	113 (100.0)	1 (7.7)	7 (53.8)	2 (15.4)	2 (15.4)	1 (7.7)	13 (100.0)
Imsil	6 (3.0)	117 (59.4)	29 (14.7)	33 (16.8)	12 (6.1)	197 (100.0)	0 (0.0)	9 (52.9)	2 (11.8)	6 (35.3)	0 (0.0)	17 (100.0)
Sunchang	3 (1.8)	72 (44.2)	55 (33.8)	31 (19.0)	2 (1.2)	163 (100.0)	1 (4.6)	9 (40.9)	5 (22.7)	6 (27.3)	1 (4.5)	22 (100.0)
Gochang	10 (2.1)	281 (59.7)	76 (16.1)	92 (19.5)	12 (2.6)	471 (100.0)	2 (2.9)	39 (57.4)	17 (25.0)	7 (10.3)	3 (4.4)	68 (100.0)
Buan	31 (5.7)	192 (35.5)	163 (30.1)	144 (26.7)	11 (2.0)	541 (100.0)	1 (1.9)	20 (37.7)	14 (26.4)	15 (28.3)	3 (5.7)	53 (100.0)
Total*	1,721 (8.4)	10,455 (50.8)	5,532 (26.8)	2,634 (12.8)	241 (1.2)	20,583 (100.0)	82 (5.0)	873 (53.6)	426 (26.3)	217 (13.3)	29 (1.8)	1,627 (100.0)

Note : 1=No Demage, 2=Material Damage, 3=Minor Injury, 4=Serious Injury, 5=Death; Percent within ( )

* : Sig. Test of Accident Severity by No Old Age and Old AGE in a Number of Accidents, x^2=28.16(Pr<0.0001)

에 의한 교통사고는 인구측면에서 큰 도시에서, 반면에 고령자의 경우에는 군에서 높은 비율을 보이고 있다. 초고령사회에 접어든 도농통합도시와 군의 경우 고령운전자의 비율이 높아 고령자 교통사고가 높은 것으로 생각된다.

Table 4는 개인수준의 변수에 대한 기술 통계자료이다. 성별비율에 있어서 비고령자는 평균값이 0.78, 고령자는 0.96으로서 대부분 남성이 여성보다 교통사고를 높게 발생시키며, 특히, 고령 남성운전자의 교통사고 발생이 월등히 높다. 음주운전 교통사고는 고령자보다는 비고령자가 높은 것으로 나타났다. 비고령자의 경우 야간보다는 주간 교통사고발생비율(0.55)이 약간 높게 나왔으나, 고령자의 경우 주간 교통사고 발생비율(0.75)이 매우 높은 것으로 나타났다.

Table 4. Descriptive Statistics for Personal Level

	No Old Age		Old Age		Min	Max
	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.		
Gender	0.78	0.41	0.96	0.19	0	1
Drunk	0.13	0.33	0.06	0.23	0	1
Commercial	0.83	0.37	0.85	0.36	0	1
Daytime	0.55	0.50	0.75	0.43	0	1
Weather	0.63	0.48	0.70	0.45	0	1
Surface	0.49	0.50	0.48	0.49	0	1

날씨의 경우에도 비고령자(0.63) 및 고령자(0.70)의 경우 맑은 날에 사고발생비율이 높게 나타났으며 고령자가 비고령자보다 높다. 노면상태에 따른 교통사고는 건조상태나 기타 상태 모두 비고령자 및 고령자 균등히 발생되었다.

2.2 다수준분석모형

교통사고 심각성 분석을 위해 다수준분석모형이 활용된다. 다수준분석모형에서 종속변수의 특성에 따라 다양한 방법론이 적용되는데 논문에서의 종속변수는 교통사고 피해정도에 따라 심각성의 순서를 보이는 특성이 있어 단순히 회귀모형을 통해 원인요소를 분석하는 것 보다는 이와 같은 특성을 반영한 모형구축이 필요하다. 또한, 종속변수가 이산적 특성을 보일 때 일반적으로 다항로짓모형 등이 사용되나 종속변수가 이산적 특성과 함께 순위적 특성을 보일 경우 자료의 속성을 제대로 반영하지 못하는 단점이 있다. 이러한 이산적 특성과 순위적 특성을 반영할 수 있는 모형이 다수준분석모형이다. 본 연구는 교통사고 운전자들을 대상으로 교통사고의 심각성에 영향을 주는 요인들을 분석하는데 목적이 있다. 운전자들은 개인속성 및 운전환경에 의해 주로 영향을 받아 교통사고를 발생시키지만 더 나아가 도시 여건에 따라 영향을 받을 수 있다는 가설하에 위계구조를 달리하는 로지스틱 다수준분석모형을 구축하였다. 미피해, 물피, 경상, 중상, 사망과 같이 단계별 사고피해 정도의 심각성에 대한 확률을 기초로 모형이 구축된다.

$$
\begin{aligned}
&\mathrm{Prob}[\leq 1|\beta] = P'(\text{미피해}) = P(1) \\
&\mathrm{Prob}[\leq 2|\beta] = P'(\text{물피}) = P(1)+P(2) \\
&\mathrm{Prob}[\leq 3|\beta] = P'(\text{경상}) = P(1)+P(2)+P(3) \\
&\mathrm{Prob}[\leq 4|\beta] = P'(\text{중상}) = P(1)+P(2)+P(3)+P(4) \\
&\mathrm{Prob}[\leq 5|\beta] = P'(\text{사망}) = 1.0
\end{aligned} \tag{1}
$$

where

$P(1) = \mathrm{Prob}[\text{미피해} = 1|\beta]$

$P(2) = \mathrm{Prob}[\text{물피} = 1|\beta]$

$P(3) = \mathrm{Prob}[\text{경상} = 1|\beta]$

$P(4) = \mathrm{Prob}[\text{중상} = 1|\beta]$

$P(5) = \mathrm{Prob}[\text{사망} = 1|\beta]$

2수준으로 계층화된 다수준분석모형은 단순화 될 수 있다.

$$
\ln\left(\frac{P(y_{ij})}{1-P(y_{ij})}\right) = x'_{ij}\gamma + d(y_{ij}) \tag{2}
$$

x'_{ij}는 1수준과 2수준의 모든 변수이며, γ는 변수에 대한 효과를 말한다. P'(미피해), P'(물피), P'(경상), P'(중상) 등은 각각 피해발생에 대한 누적확률이며, $P(y_{ij})$는 5단계의 교통사고 개별의 피해 발생확률로서 누적확률에 Threshold ($d(y_{ij})$) 값을 활용하여 산정된다.

2.2.1 무제약 모형(unconditional model)

교통사고 피해정도와 변수들을 활용하여 실제 구축될 모형이 제시된다. 위계별 자료에 적합한 단계별 다수준분석모형을 설정하는 것이 매우 중요함으로 연구에서는 가장 단순한 무제약모형부터 구축하고 개인수준 변수를 포함한 모형 및 전체 변수를 포함한 모형을 확대 · 구축한다.

$$
\ln\left(\frac{P(y_{ij})}{1-P(y_{ij})}\right) = \beta_{0j} + \mu_{0j} + \epsilon_{ij} \tag{3}
$$

μ_{0j}은 임의절편(Random Intercept) 값을 의미한다.

2.2.2 제1수준모형

다수준분석모형에서 일반적으로 활용되는 2수준모형을 교통사고에 응용할 경우 1수준모형은 다음과 같이 표현된다.

$$
\begin{aligned}
\ln\left(\frac{P(y_{ij})}{1-P(y_{ij})}\right) &= \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{성별}) + \beta_{2j}(\text{연령}) + \beta_{3j}(\text{음주}) \\
&+ \beta_{4j}(\text{영업}) + \beta_{5j}(\text{주간}) + \beta_{6j}(\text{기상}) + \beta_{7j}(\text{노면}) + \epsilon_{ij}
\end{aligned} \tag{4}
$$

β는 1수준모형의 변수에 대한 효과를 의미하며, ϵ_{ij}은 평균이 0이고 표준편차가 σ^2인 분포를 보인다고 가정한다.

2.2.3 제2수준모형

다수준분석모형의 핵심은 상수항과 기울기가 일반적인 확정모형에서 가정하는 것처럼 고정되고 분리되어 있으며 독립적이 아니고 보다 상위수준의 분포로부터 나온다는 점이다. 다수준분석모형에서 2수준모형은 1수준모형의 상수항과 회귀계수를 종속변수로 하여 2수준모형이 구축되며, 상수항을 종속변수로 하고 인구밀도, 도로율, 차량보유를 독립변수로 하는 2수준 모형을 구축하였다.

$$
\begin{aligned}
&\beta_{0j} = \\
&\gamma_{00} + \gamma_{01}(\text{인구밀도}) + \gamma_{02}(\text{도로율}) + \gamma_{03}(\text{차량보유}) + \mu_{0j} \\
&\beta_{1j} = \gamma_{10};\ \beta_{2j} = \gamma_{20};\ \beta_{3j} = \gamma_{30};\ \beta_{4j} = \gamma_{40}; \\
&\beta_{5j} = \gamma_{50};\ \beta_{6j} = \gamma_{60};\ \beta_{7j} = \gamma_{70}
\end{aligned} \tag{5}
$$

위의 식에서 γ_{00}는 교통사고 심각성 평균이고 1수준모형과 2수준모형을 통합하면 다음식과 같으며 고정(Fixed)부분과 임의(Random)부분으로 나누어진다.

$$\ln\left(\frac{P(y_{ij})}{1-P(y_{ij})}\right) = \gamma_{00} + \gamma_{10}(\text{성별}) + \gamma_{20}(\text{연령}) + \gamma_{30}(\text{음주}) + \gamma_{40}(\text{영업}) + \gamma_{50}(\text{주간}) + \gamma_{60}(\text{기상}) + \gamma_{70}(\text{노면}) + \gamma_{01}(\text{인구밀도}) + \gamma_{02}(\text{도로율}) + \gamma_{03}(\text{차량보유}) + \mu_{0j} + \epsilon_{ij} \quad (6)$$

3. 실증분석결과

3.1 도시속성의 사고심각성에 대한 설명력 분석

Table 6은 모형결과이며, 모형1인 무제약 모형(Null Model)을 통해 수준별 잔차의 분산구성비를 이용하여 제2수준 속성이 교통사고 심각성에 미치는 영향을 분석한다. 무제약 모형은 설명변수를 반영하지 않는 다수준분석모형이다. 교통사고 피해 심각성이 도시에 따라 차이가 있는지에 대한 집단(도시)효과는 상위수준에서의 임의효과 측 분산추정치($\sigma^2_{intercept}$)로 판별된다. 비고령자 및 고령자를 위한 모든 모형에서 도시간 분산추정치($\sigma^2_{intercept}$) 모두가 1%이내 수준에서 통계적으로 유의하다. 도시수준의 영향도를 평가하기 위해 측정자간 신뢰도 분석방법인 ICC(Intra-Class Correlation, ρ_{urban})의 평가척도를 이용한다. 산정방법은 다음식과 같다.

$$\rho_{urban} = \frac{\rho^2_{intercept}}{(\rho^{2+}_{\epsilon}\rho^2_{intercept})} \quad (7)$$

여기서 ρ^2_{ϵ}는 개인수준의 분산, $\sigma^2_{intercept}$는 도시수준의 분산을 의미한다. ICC값이 작을수록 상위수준 즉, 도시수준의 총분산 비율이 적어지게 되며, 반면에 100%에 가까울수록 상관관계가 높다는 것을 의미한다. 모형별 잔차의 분산값과 수준별 속성의 상관관계는

Table 5. ICC(ρ_{urban}) of Null Model(Model1)

	Variance		ICC(%)
	Level1 (σ_e)	Level2 ($\sigma_{intercept}$)	
No Old Age	1	0.2358	19.1
Old Age	1	0.2903	22.5

Table 6. Model Results

Level		Variables	No Old Age			Old Age		
			Model1	Model2	Model3	Model1	Model2	Model3
Fixed	Personal Level (Level1)	intercept	-2.8700*	-3.4021*	-3.4132*	-3.4501*	-4.2087*	-4.2725*
		Gender	-	-0.0527*	-0.0522***	-	-0.1339	-0.1416
		Age	-	-0.0016**	-0.0016***	-	0.01752**	0.0179***
		Drunk	-	0.8160*	0.8163*	-	1.1957*	1.2039*
		Business	-	0.1939*	0.1949*	-	-0.0614	-0.0512
		Daytime	-	-0.1436*	-0.1427*	-	0.0236	0.0239
		Weather	-	0.4489*	0.4487*	-	0.7754*	0.7760*
		Surface	-	-2.8432*	-2.8429*	-	-3.5156*	-3.5152*
	Urban Level (Level 2)	Density		-	0.0001	-	-	0.0001
		Road Ratio		-	0.3677**	-	-	0.4604**
		Car Ownership		-	0.0448**	-	-	0.1161**
	Threshold (Material Damage)		2.8438*	3.6029*	3.6035*	3.3932*	4.5538*	4.5631*
	Threshold (Minor Injury)		4.3380*	5.5218*	5.5226*	4.8738*	6.6277*	6.6418*
	Threshold (Serious Injury)		6.9816*	8.2676*	8.2687*	7.2553*	9.1532*	9.1738*
Random	Level1 Variance(σ^2_{ϵ})[a]		1	1	1	1	1	1
	Level2 Variance($\sigma^2_{intercept}$)		0.2358*	0.1453*	0.1036*	0.2903*	0.2782*	0.2594*
n			20,631	20,631	20,631	1,562	1,562	1,562
Log Likelihood			-59402.76	-82636.74	-82590.46	-4416.25	-6197.59	-6163.97

a Constrained; *p≤ 0.01, **p≤ 0.05, ***p≤ 0.1

Table 5에서 제시되고 있다. 비고령자의 경우 도시속성이 교통사고 심각성에 19.1%, 고령자의 경우 22.5% 영향을 주고 있다. 즉, 교통사고 심각성에 대한 전체 분산 중 비고령자는 19.1%, 고령자는 22.5%가 도시간 차이에 의해 발생되고 있다. 고령자 사고는 비고령자에 비해 ICC값이 높게 나타나 도시관련 속성에 의해 높은 영향을 받고 있어 고령자 교통사고 관련 교통정책의 수립시 시·군의 도시속성에 대한 연구가 보다 더 필요하다.

3.2 교통사고 발생빈도 및 피해심각성에 영향을 미치는 요인

교통사고 심각성에 영향을 미치는 요인을 알아보기 위해 다수준 분석모형을 구축한 결과가 Table 6에 제시되어 있다. 모형1의 무제약 모형은 설명변수를 포함시키지 않고 구축한 결과이다. 모형은 계속적으로 설명변수를 포함시켰을 때, 개인수준 및 도시수준의 분산이 어떻게 변하는 보여주기 위한 모형이다. 결과에 의하면 비고령자 및 고령자 공통으로 도시수준분산이 통계적으로 상당한 유의성을 보여주고 있는데 이는 어떤 설명변수도 포함시키지 않았을 때 교통사고 심각성에 있어 도시별 차이가 있는 것을 의미한다. 만약, 다수준분석모형을 사용하지 않고 일반적인 회귀모형을 사용했을 경우 거시 수준의 차이를 반영하지 못해 통계적으로 문제가 발생될 수 있음을 보여준다(Lee et al., 2006).

모형2는 하위수준(제1수준)의 고정효과로서 개인의 속성 및 운전환경이 교통사고 심각성에 미치는 영향을 제시하고 있다. 모형2의 결과 도시수준의 분산이 비고령자 및 고령자 모두 감소하는 것을 보여주고 있는데, 이를 통해 개인수준의 변수들이 어느 정도 지역간 차이를 설명하고 있음을 알 수 있다. 비고령자의 모든 개인속성의 설명변수가 통계적 유의성을 보이고 있으나 고령자의 경우 성별, 영업용차량 여부, 낮시간대 사고 발생여부 등에서 통계적 유의성 없는 것으로 나타났다. 교통사고 피해 심각성에 대한 Table 6의 모형2와 교통사고 발생빈도에 대한 기초자료 통계결과를 참고하여 실증분석이 이루어진다.

먼저 성별에 대한 분석을 살펴보면, Table 6에서 비고령자 및 고령자 모두 음(-)의 값을 보이고 있어 남성 운전자일 경우 피해의 심각성이 낮아짐을 보여주고 있다. 전라북도라는 지역의 특수성, 여성운전자의 경우 운전에 필요한 공간지각능력의 차이 등으로 사고시 심각성이 높아질 수 있는 부분으로 지속적인 연구가 필요하다.

비고령자의 경우 연령은 음(-)의 부호를 보여 연령이 증가할수록 교통사고의 심각성이 낮아지는 현상을 보이는 반면에, 고령자의 경우 양(+)의 부호를 보이고 있어 연령이 증가할수록 교통사고로 인한 피해상황이 심각해짐을 보여주고 있다. 나이가 들수록 시력, 인지반응시간, 의학적 여건 등에 있어서의 변화가 고령운전자로 하여금 안전한 운전을 방해하는 요인으로 작용하게 되어 안전한 운전방법, 운전중단시 이동을 위한 도움 요청방법 등 교통사고를 미연에 방지하기 위한 정책이나 대안의 제시가 요구된다(AMA 2010).

Table 7에서 전체적으로 남성의 경우 높은 사고 발생빈도를 보여주는데, 특히 고령자 남성의 경우 압도적으로 높다. 즉, 비고령자의 경우 남성이 78.1%이고 여성이 21.9%인 반면에 고령자의 경우 남성이 95.9%, 여성이 4.1%를 차지하고 있다. 고령운전자의 높은 사고율을 보여주는 Massie et al.(1997)의 연구와 같은 결과를 보여주고 있는데 그들의 연구에서도 운전자의 연령, 성별, 운전시간, 연간평균운행거리를 변수로 충돌사고율을 분석한 결과 고령운전자의 사망충돌사고율은 주간과 야간 모두 남성이 여성보다 2~3배 높고 다른 연령층에 비해서도 높았음을 제시하고 있다. 그러나, 고령자는 성별에 대한 통계적 중요성이 없는데, 농촌지역인 전북지역 특성상 고령자의 경우 남성에 비해 여성운전자가 압도적으로 비율이 낮고 사회적 활동 측면에서 차량의 운전기회가 남성에게 높음을 가정할 때, 사고발생 가능성도 낮아 성별에 대한 통계적 중요성이 없는 것으로 판단된다.

Table 8은 사고차량이 사업용인지 비사업용인지에 대한 여부와 사고발생빈도를 보여주고 있는데, 사고발생빈도는 비영업용차량에서 높게 나타났다. 비고령자일 경우 비영업용일수록 사고 심각성을 높이는 경향이 크며 통계적으로 중요성을 보인다. 반면에, 고령자

Table 7. Frequency of Damage by Gender

	No Old* (No. of Accidents)		Old** (No. of Accidents)	
	Male	Female	Male	Female
No damage	1,288 (74.8%) (8.0%)b	433 (25.2%) (9.6%)	76 (92.7%) (4.9%)	6 (7.3%) (8.9%)
Material Damage	8,109 (77.6%) (50.4%)	2,346 (22.4%) (52.2%)	839 (96.1%) (53.8%)	34 (3.9%) (50.8%)
Minor Injury	4,386 (79.3%) (27.3%)	1,146 (20.7%) (25.5%)	410 (96.2%) (26.3%)	16 (3.8%) (23.9%)
Serious Injury	2,088 (79.3%) (13.0%)	546 (20.7%) (12.1%)	206 (94.9%) (13.2%)	11 (5.1%) (16.4%)
Death	214 (88.8%) (1.3%)	27 (11.2%) (0.6%)	29 (100.0%) (1.8%)	0 (0.0%) (0.0%)
Total	16,085 (78.1%)[a] (100.0%)[b]	4,498 (21.9%) (100.0%)	1,560 (95.9%) (100.0%)	67 (4.1%) (100.0%)

*x^2=35.26(Pr<.0001), **x^2=4.11(Pr<0.39)
a : Row Percent, b: Column Percent

Table 8. Frequency of Damage by Businees

	No Old* (No. of Accidents)		Old** (No. of Accidents)	
	Business	Nobusin	Business	Nobusin
No damage	281 (16.4%) (8.1%)	1440 (83.6%) (8.4%)	19 (23.1%) (7.8%)	63 (76.9%) (4.6%)
Material Damage	1,457 (13.9%) (41.9%)	8998 (86.1%) (52.6%)	111 (12.6%) (45.5%)	762 (87.4%) (55.1%)
Minor Injury	1,209 (21.8%) (34.7%)	4323 (78.2%) (25.3%)	83 (19.3%) (34.0%)	343 (80.7%) (24.8%)
Serious Injury	510 (19.4%) (14.6%)	2124 (80.6%) (12.4%)	27 (12.4%) (11.1%)	190 (87.6%) (13.7%)
Death	23 (9.5%) (0.7%)	218 (90.5%) (1.3%)	4 (1.6%) (1.6%)	25 (86.4%) (1.8%)
Total	3,480 (16.9%)[a] (100.0%)[b]	17103 (83.1%) (100.0%)	244 (15.0%) (100.0%)	1383 (85.0%) (100.0%)

*x^2=183.10(Pr<.0001), **x^2=15.73(Pr<0.0034)
a : Row Percent, b: Column Percent

Table 9. Frequency of Damage by Drunk

	No Old* (No. of Accidents)		Old** (No. of Accidents)	
	No	Yes	No	Yes
No damage	1,484 (86.2%)a (8.3%)b	237 (13.8%) (9.0%)	78 (95.1%) (5.1%)	4 (4.9%) (4.4%)
Material Damage	9,061 (86.7%) (50.5%)	1,394 (13.3%) (52.9%)	814 (93.2%) (53.0%)	59 (6.8%) (64.1%)
Minor Injury	4,851 (87.7%) (27.0%)	681 (12.3%) (25.8%)	411 (96.5%) (26.8%)	15 (3.5%) (16.3%)
Serious Injury	2,357 (89.5%) (13.1%)	277 (10.5%) (10.5%)	208 (95.8%) (13.6%)	9 (4.2%) (9.8%)
Death	195 (80.9%) (1.1%)	46 (19.1%) (1.8%)	24 (82.7%) (1.5%)	5 (11.3%) (5.4%)
Total	17,948 (87.2%)[a] (100.0%)[b]	2,635 (12.8%) (100.0%)	1,535 (94.3%) (100.0%)	92 (5.7%) (100.0%)

*x^2=26.14(Pr<.0001), **x^2=13.94(Pr<0.0075)
a : Row Percent, b: Column Percent

의 경우 영업용차량 운전자 일수록 교통사고 심각성을 높이는 경향이 있으나 통계적 중요성은 없다.

음주운전의 경우 Table 6에서 비고령자 및 고령자 모두 양(+)의 값을 보이고 있어 음주가 교통사고의 심각성을 높이고 있음을 가정할 수 있다. 특히, 고령자의 경우 비고령자에 비해 계수값이 크게 나타나, 음주가 고령운전자에게 사고발생시 피해정도를 크게 할 경향이 높다. Table 9에서의 음주에 의한 교통사고 발생빈도을 보면 비고령자 및 고령자 모두 비음주에 의한 사고 발생이 높게 나타났다. 또한, 고령자의 경우 비고령자보다 비음주의 사고 발생빈도가 높게 나타났다. Gee and Oh (2003)은 음주운전 교통사고를 연령별 운전면허소지자수와 비교한 결과 연령층이 올라갈수록 운전면허소지자 만명당 음주운전 교통사고 발생이 낮은 것으로 나타나 이는 젊은층의 음주운전에 대한 위험성 인식이 고령층에 비해 낮다는 것을 제시한다. 그러나, 본 연구에서 음주에 의한 사망사고에 있어서 고령자(5.4%)의 경우 비고령자(1.8%)에 비해 발생비율이 약 3.0배 이상으로 제시되고 있어 신체적으로 불리한 고령자에게 음주사고는 치명적임을 알 수 있다. 음주운전으로 인한 교통사고는 본인은 물론 타인들에게 인적, 물적 피해를 야기하고 있어 가정의 불행한 사태를 방지하기 위하여 음주운전은 근절되어야 한다. 음주운전 예방을 위해 단속의 과학화와 지속적이고 합리적인 단속도 필요하지만 운전자의 태도와 사회분위기가 음주운전의 위험성과 죄의식을 높여 줄 수 있도록 변화되어야 한다.

일반적으로 연령이 높아질수록 시력저하와 야간에서의 거리감각 저하, 마주 오는 차량의 전조등으로 인한 주변 운전상황의 파악의 어려움 등으로 인하여 가능한 야간 운전을 피하는 것이 심각성을 낮출 수 있다. Table 10에서 보는 것처럼 전북지역의 교통사고는 주로 야간에 많이 발생되었으며 특히 고령운전자는 야간 교통사고 발생빈도가 높은 편이다. 우리나라 고령자 운전사고의 경우 야간보다는 주간에 사고가 발생한다는 Shin (2001)의 연구와는 반대의 결과를 보인다. 또한, Jung et al. (2010)은 고령운전자의 경우 조명시설의 부족으로 돌발상황 파악의 어려움과 대향차량에 의한 눈부심으로 야간운전을 기피하는 경향이 있다고 제시하고 있다. Table 6의 교통사고 심각성에 대한 다수준분석모형에서는 사고발생시간에 있어서 주간의 경우 비고령자는 음(-)의 부호를 고령자는 양(+)의 부호를 보이고 있다. 즉, 비고령자인 경우 야간에 중상 및 사망사고가 발생할 가능성이 높고, 고령자는 주간 교통사고일수록 사고 피해 심각성이 높음을 의미한다. 농촌지역이 대부분인 전북지역 대다수 시·군에서는 비고령자 및 고령자 운전자에게 공통으로 야간운전은 사고발생 및 피해 심각성에 있어 중요한 요인으로서 대향 차량의 전조등 차단, 조명시설, 차선도색시설, 도로표지판 등의 설치가 강화될 필요가 있다. 25세 이상의 운전자는 야간에 시각적 정보를 얻기 위해 주간보다 2배의 빛이 필요하고,

Table 10. Frequency of Damage by Daytime

	No Old* (No. of Accidents)		Old** (No. of Accidents)	
	Day	Night	Day	Night
No damage	839 (48.8%) (9.0%)	882 (51.2%) (7.8%)	18 (21.9%) (4.5%)	64 (78.1%) (5.2%)
Material Damage	4,808 (45.9%) (51.6%)	5,647 (54.1%) (50.1%)	211 (24.2%) (52.2%)	662 75.8%) (54.1%)
Minor Injury	2,453 (44.3%) (26.3%)	3,079 (55.7%) (27.3%)	120 (28.2%) (29.7%)	306 (71.8%) (25.0%)
Serious Injury	1,081 (41.1%) (11.6%)	1,553 (58.9%) (13.8%)	44 (20.3%) (10.9%)	173 (79.7%) (14.2%)
Death	134 (55.6%) (1.4%)	107 (44.4%) (1.0%)	11 (37.9%) (2.7%)	18 (62.1%) (1.5%)
Total	9,315 (45.3%)[a] (100.0%)[b]	11,268 (54.7%) (100.0%)	404 (24.8%) (100.0%)	1223 (75.2%) (100.0%)

*x^2=41.9147(Pr<.0001), **x^2=8.19(Pr<0.0849)
a : Row Percent, b: Column Percent

Table 11. Frequency of Damage by Weather

	No Old* (No. of Accidents)		Old** (No. of Accidents)	
	Fair	Other	Fair	Other
No damage	857 (49.8%) (11.4%)	864 (50.2%) (6.6%)	34 (41.5%) (7.0%)	48 (58.5%) (4.2%)
Material Damage	5,150 (49.3%) (68.3%)	5,305 (50.7%) (40.7%)	336 (38.5%) (69.6%)	537 (61.5%) (46.9%)
Minor Injury	994 (18.0%) (13.2%)	4,538 (82.0%) (34.8%)	77 (18.1%) (15.9%)	349 (81.9%) (30.5%)
Serious Injury	485 (18.4%) (6.4%)	2,149 (81.6%) (16.5%)	30 (13.8%) (6.2%)	187 (86.2%) (16.4%)
Death	58 (24.1%) (0.7%)	183 (79.9%) (1.4%)	6 (20.7%) (1.2%)	23 (79.3%) (2.0%)
Total	7,544 (36.5%)[a] (100.0%)[b]	13,039 (63.5%) (100.0%)	483 (29.7%) (100.0%)	1,144 (70.3%) (100.0%)

*x^2=2,069.28(Pr<.0001), **x^2=92.64(Pr<0.0001)
a : Row Percent, b: Column Percent

75세의 운전자는 25세 운전자보다 32배의 많은 빛을 필요로 한다 (Lee and Park, 2005). 빛은 교차로와 신호등의 조도와 관련해서 중요한 요인으로 가능한 고령운전자는 야간운전을 자제하는 것이 바람직하나, 교통시설측면에서도 고령운전자를 위해 배려가 필요하다. 그러나, Table 6에서 고령운전자의 사고 발생에 대한 주간시간대 변수는 통계적 중요성을 보이고 있지는 않다.

날씨는 사고 피해 심각성에 상당한 영향을 미치는 요소이다. Table 11에서 비고령자와 고령자의 경우 맑은날 보다는 기타 흐린 날씨에서 사고를 많이 발생시켰으며, 특히 고령자(70.3%)의 경우 비고령자(63.5%)보다 기타 흐린 날씨에서 발생빈도가 높다. 흐린 날이나 겨울의 경우, 차량이 미끄러지기 쉬울 뿐만 아니라 제동거리도 길어지므로 인지기능이 떨어지는 고령운전자에게 사고 발생빈도가 높다. 반면에 사고 피해 심각성 경향에서는 비고령자 및 고령자 모두 날씨 에서 양(+)의 값을 보이고 있어 맑은 날에 사고의 심각성이 높고, 비고령자보다는 고령자 사고에 있어서 심각성이 높음을 제시하고 있다(Table 6). 맑은 날은 운전자로 하여금 감정적으로 주변상황에 주의를 덜하게 하고, 계절적 측면에서 봄이 오면 찾아오는 춘곤증 등 밀려오는 졸음으로 인해 상황변화에 따른 인지반응시간의 증가로 교통사고 발생시 피해 심각성을 증가시키는 요인이다.

Table 12에서 도로표면 상태와 교통사고 심각성 분석에서 비고령자 및 고령자 모두 음(-)의 부호를 보여 건조상태인 경우 미피해

Table 12. Frequency of Damage by Surface

	No Old* (No. of Accidents)		Old** (No. of Accidents)	
	Dry	other	Dry	Other
No damage	1,337 (77.7%) (12.7%)b	384 (22.3%) (3.8%)	66 (80.5%) (7.8%)	16 (19.5%) (2.1%)
Material Damage	7,833 (74.9%) (74.6%)	2,622 (25.1%) (26.0%)	696 (79.7%) (81.9%)	177 (20.3%) (22.8%)
Minor Injury	857 (15.4%) (8.2%)	4,675 (84.6%) (46.4%)	61 (14.3%) (7.2%)	365 (85.7%) (46.9%)
Serious Injury	420 (15.9%) (4.0%)	2,214 (84.1%) (21.9%)	23 (10.6%) (2.7%)	194 (89.4%) (24.9%)
Death	54 (22.4%) (0.5%)	187 (77.6%) (1.9%)	3 (10.3%) (0.4%)	26 (89.7%) (3.3%)
Total	10,501 (51.0%)[a] (100.0%)[b]	10,082 (49.0%) (100.0%)	849 (52.2%) (100.0%)	778 (47.8%) (100.0%)

*x^2=7,049.72(Pr<.0001), **x^2=707.21(Pr<0.0001)
a : Row Percent, b: Column Percent

및 물피 등 사고심각성이 낮아짐을 알 수 있다. 즉, 기타 습윤상태 일수록 교통사고피해 심각성에 큰 영향을 주며 통계적 중요성을 보이고 있다. 특히, 비고령자에 비해서 고령자의 설명변수 값이 커 기타 습윤상태에서 중상 및 사망비율이 높아질 가능성이 있다. 이는 기타 습윤상태의 노면에서 순간적 판단을 위한 반응시간은 나이가 들어갈수록 증가하며, 고령자가 비 고령자에 비해 더 많은 지각 및 반응시간이 필요하다(Olson and Sivak, 1986). Table 12에서 비고령자 및 고령자 모두 기타 습윤상태에서 미피해, 물피보다 경상, 중상 사망에서 교통사고 발생이 높으며, 특히, 고령자가 비고령자보다 높다. 통계적 중요성도 보여준다.

개인수준의 설명변수는 모형2와 모형3이 같은 결과를 보이고 있어 모형3에서는 도시수준의 설명변수에 대해 분석한다. 도시의 인구밀도는 교통사고 심각성에 미치는 영향은 매우 미미하며 통계적으로 중요하지 않다. 도로율과 자동차 보유대수의 경우 비고령자 및 고령자에게 교통사고 심각성에 대해 중요한 상승요인을 작용하고 있으며, 특히 비고령자보다는 고령자에게 교통사고 심각성을 가중시킨다.

Table 13은 Table 6을 기초로 하여 산출된 교통사고 피해 심각성에 대한 발생 크기를 제시하고 있다. 즉, 교통사고 심각성이 한단계 심각해지는 비율을 의미한다. 결과의 해석은 모형3을 기준으로 이루어진다. 성별에서 남성은 비고령자의 경우 모형의 계수값이 −0.0552이고, 고령자는 −0.1416인데 이때 Odd Ratio는 각각 0.9491($e^{-0.0522}=0.9491$), 0.8679($e^{-0.1416}=0.8679$)로 나타났다. 즉, 비고령자의 경우 남성은 0.9491배, 고령자의 경우 0.8679배 교통사고 심각성을 단계별로 감소시키는 경향이 있다. 교통사고 피해 심각성에 가장 높은 영향력을 보이는 변수는 음주변수로서 비고령자의 경우 2.2621배, 고령자의 경우 3.3332배로 단계별로 심각성이 높이는 효과를 보이고 있다. 음주 운전의 경우 교통사고 발생시 피해를 크게 할 가능성이 커 음주운전방지를 위한 사회적 경각심을 높이는 정책이 매우 필요하다 하겠다. 날씨의 경우 비고령자 및 고령자에게 모두 심각성을 높이는 요소이며, 특히 고령자에게 교통사고 심각성을 가중시키는데 2.1728배 심각성을 높일 수 있다. 도시요소에서는 지역의 도로율이 비고령자의 경우 1.4444배, 고령자는1.5847배 교통사고 심각성에 영향을 주는 것으로 나타났다.

Table 13. Odd Ratio

Variables	No Old Age	Old Age
	Model3	Model3
intercept	0.0329	0.0139
Gender	0.9491	0.8679
Age	0.9984	1.0181
Drunk	2.2621	3.3332
Business	1.2152	0.9500
Daytime	0.8669	1.0242
Weather	1.5663	2.1728
Surface	0.0582	0.0297
Density	1.0001	1.0000
Road Ratio	1.4444	1.5847
Car Ownership	1.0458	1.1231

4. 결론 및 시사점

전라북도내 14개 시·군의 교통사고 자료를 활용하여 고령운전자의 교통사고 피해 심각성을 분석하였다. 피해 심각성은 미피해, 물피, 경상, 중상, 사망 등 5단계로 분류하였다. 기존 연구와는 다르게 도시수준의 영향성을 포함하는 다수준분석모형을 활용하여 교통사고 피해 심각성에 영향을 주는 요인을 탐색적으로 제시하였다.

연구결과를 정리하면 다음과 같다. 65세 이후의 고령자의 경우 연령이 증가할수록 교통사고로 인한 피해상황이 심각해짐을 보여주고 있어 육체적 변화에 따른 안전한 운전방법과 운전 중단시 이동을 위한 도움요청방법 등 교통사고를 미연에 방지하기 위한 대안이 필요하다. 음주가 고령자 운전자에게 사고발생시 피해 심각성을 크게 할 경향이 높은데, 사망사고에 있어서 비고령자에 비해 발생비율이 약 3.0배 이상 높은 것으로 나타났다. 고령운전자의 경우 야간 교통사고 발생빈도가 높은 편이나, 반면에 낮 시간대의 교통사고일수록 교통사고 피해 심각성은 높아진다. 고령운전자는 비고령자보다 흐린 날씨 등에서 교통사고 발생빈도가 높게 나타났으며, 교통사고 피해 심각성 경향에서는 맑은 날에 심각성이 높아짐을 보이고 있다. 노면상태에 대해서는 습윤상태 일수록 교통사고피해 심각성에 큰 영향을 주고 있고, 비고령자에 비해서 고령자가 습윤상태에서 중상 및 사망비율이 높은 것으로 분석되었다.

연구의 결과를 토대로 고령운전자를 위한 정책적인 방안을 제시하면, 주기적으로 고령운전자의 신체적·정신적 운전능력을 평가하고, 필요한 사항을 인식하여 보완할 수 있는 교육프로그램의 개발이 필요하다. 또한, 외국에서 이미 시행하고 있는 고령운전자 교육이 교통사고 특성을 고려한 안전운전을 유도할 수 있는 프로그램과 함께 도입되어야 한다. 고령자 통행행태조사를 통해 고령자를 위한 대중교통을 포함한 대체교통수단 도입 등 교통서비스를 강화하여 운전에 대한 수요를 가능한 감소시키는 정책개발도 필요하다. 문전서비스가 가능한 수요응답형교통수단 도입에 대한 논의도 사회적 차원에서 필요하다.

한정된 자료를 기초로 한 본 연구는 교통사고에 직·간접적으로 영향을 주는 요인들을 포함하지 못한 한계가 있다. 또한, 연구에서의 도시속성들은 교통사고 심각도를 감소시킬 수 있는 정책도출에

있어 어느정도 한계성을 보이고 있다. 교통사고를 발생시킨 원인이 고령자와 비고령자가 서로 다른 요인일수 있어 각 집단에 적합한 자료수집과 요인 분석이 이루어져야 한다고 본다.

References

American Medical Association (2010). *Assessing and counseling older drivers*, Chicago, IL.

Cheung, I. and McCartt, A. (2011). "Declines in fatal crashes of older drivers: Changes in Crash Risk and Survivability." *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 43, No. 3, pp. 666-674.

Daigneault, G., Joly, P. and Frigon, J. (2002). "Previous convictions or accidents and the risk of subsequent accidents of older drivers." *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 34, No. 2, pp. 257-261.

Gee, W. S. and Oh, E. J. (2003). *A study on the driving characteristics of senior drivers*, Kyonggi Research Institute (in Korean).

Herald Economy (2013). *350% Increases of ederly traffic accidents*, Herald Economy, 2013. 4. 26 (in Korean).

Joop, J. Hox (2010). *Multilevel analysis*, Routledge, New York, NY 10017.

Jung, J. H., Kim, T. H. and Rho, J. H. (2010). "Study on reduction of traffic accidents of older drivers." *Transport Technology and Policy*, Vol. 7, No. 1, pp. 13-20.

Kang, K. W., Kwon, J. T. and Kook, W. K. (2007). "Reconsideration of the relationship between the rapid aging of the societies and the older driver's traffic accidents." *Journal of Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 27, No. 1D, pp. 19-26 (in Korean).

Kim, J. G., Kim, Y. S. and Cho, W. B. (2010). "Road environment considering the safety of older drivers." *Proceeding of 2010 Annual Conference*, Korean Society of Civil Engineers (in Korean).

Lisa, H., Mats, W. and Per, H. (2005). "Predicting older drivers' accident involvement–Smeed's law revisited." *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 37, No. 4, pp. 675-680.

Lee, S. W., Yoon, S. D., Park, G. Y. and Min, S. H. (2006). *Space measuring model practice*, Parkyoungsa Seoul (in Korean).

Lee, W. Y. and Park, M. G. (2005). *Study on the older driver's behavior and traffic accident characteristics*, The Road Traffic Authority (in Korean).

Li, G., Braver, E. and Chen, L.(2003). "Fragility versus excessive crash involvement as determinants of high death rates per vehicle-mile of travel among older drivers." *Accident Analysis Prevention*, Vol. 35, No. 2, pp. 227-235.

Massie, D., Green, P. and Campbell, K. (1997). "Crash involvement rates by driver gender and the role of average annual mileage." *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 29, No. 5 pp. 675-685.

Meuleners, L. B., Harding, A., Lee, A. H. and Legge, M. (2006). "Fragility and crash overrepresentation among older drivers in Western Australia." *Accident Analysis Prevention*, Vol. 38, No. 5, pp. 1006-1010.

Noh, K. S., Lee, J. H. and Kim, J. M. (2008). "Older drivers' characteristics and optimal number of guide names on road signs." *Journal of Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 28, No. 2D, pp. 235-242 (in Korean).

Park, J. T., Kim, Y. S. and Lee, S. B. (2009). "The analysis of older driver's traffic accident characteristic at express-way using logit model." *The Korean Society Road Engineers*, Vol. 11, No. 4, pp. 1-7 (in Korean).

Raedt, R. and Ingrid, P. (2001). "Predicting at-fault car accidents of older drivers." *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 33, No. 6, pp. 809-819.

Shin, Y. S. (2001). *Study on driving behavior of older drivers and safe driving*, The Korea Transport Institute (in Korean).

Sims, R., McGwin G., Pulley, L. and Roseman, J. (2001). "Mobility impairments in crash-involved older drivers." *Journal of Aging Health*, Vol. 13, No. 3, pp. 430-438.