

고령운전자 교통안전성 평가모형 개발

The Development of Traffic Accident Severity Evaluation Models for Elderly Drivers

김 태 호* 이 기 영** 최 윤 환*** 박 제 진****
(Tae-Ho Kim) (Ki-Young Lee) (Yoon-Hwan Choi) (Je-Jin Park)

요 약

본 연구는 최근 사회적으로 이슈가 되고 있는 고령자 교통사고 인적요인을 평가할 수 있는 모형 개발을 목적으로 한다. 본 연구의 수행을 위해 교통안전공단인 운전자적성검사(Simulation, 설문조사) 자료를 수집하였으며, 교통사고영향 모형 개발을 위해 포아송 및 음이항 회귀분석(Poisson Regression Analysis)을 실시하였다. 교통안전성 평가모형 분석결과, 고령 운전자의 경우 선택적 주의능력, 속도예측능력, 주의배분능력이 교통사고에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 다음으로 비고령운전자의 경우 선택적 주의능력, 속도예측능력, 거리지각능력, 주의배분능력, 주의전환능력이 교통사고와 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이러한 분석결과를 바탕으로 고령운전자와 비고령운전자의 사고발생에 미치는 영향요인은 서로 다르게 나타났으며, 교통사고를 미연에 방지하기 위한 최소한의 방편으로 고령운전자와 비고령운전자를 구분하여 교통사고 예방교육을 실시해야 할 것으로 판단된다.

Abstract

This study tries to develop model in order to assess personal factors of senior traffic accidents that are widely recognized as one of the social problems. For the current practice, it gathers data (Simulation & Questionnaire Survey) of KOTSA and conducts Poisson and Negative Binomial Regression Analysis to develop traffic accident severity model. The results show that elderly drivers' accidents are mainly affected by attentiveness selection, velocity prediction ability and attentiveness distribution ability in a positive(+) way. Second, non-senior drivers' accidents are also positively(+) influenced by attentiveness selection, velocity prediction, distance perception, attentiveness distribution ability and attentiveness diversion ability.

Therefore, influencing factors of senior and non-senior drivers to vehicle accidents are different. This eventually poses a indication that preliminary education for car accident prevention should be implemented based upon the distinction between senior drivers and non-senior drivers.

Key words: Elderly driver, traffic accident, poisson regression analysis, negative binomial analysis, driver aptitude test

* 주저자 : 한국도로공사 도로교통연구원 박사후 연구원

** 공저자 : 한국도로공사 도로교통연구원 책임연구원

*** 공저자 : 한국도로공사 건설계획처 처장

**** 공저자 : 한국도로공사 도로교통연구원 책임연구원(교신저자)

† 논문접수일 : 2009년 1월 13일

† 논문심사일 : 2009년 2월 17일(1차), 2009년 4월 21일(2차)

† 게재확정일 : 2009년 4월 22일

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

과학기술의 발전과 건강에 대한 관심 등으로 평균 수명이 늘어나면서 우리나라도 고령화 사회에 접어들고 있다. 통계청 자료에 의하면, 우리나라 고령인구의 비중은 해가 거듭될수록 증가하고 있는 실정이다. 자세히 살펴보면, 1970년 3.1%, 1980년 3.8%에 불과했던 고령인구의 증가추이가 1990년 5.1%에 이어 지난 2000년에는 7.2%로 나타났다. 또한 2018년에 고령인구는 14%를 점유할 것으로 예측되어 매우 빠른 속도로 초고령 사회로의 진입이 예상되어진다 [1]. 빠르게 진행되는 고령화 과정에서 고령자의 운전면허 소지 및 교통사고 관련 통계는 주목할 만한 수치를 보여주고 있다. 2006년 도로교통관리공단(RTSA)의 자료에 의하면 고령운전자의 교통사고건수는 고령층의 사회적 활동이 작음에도 불구하고 전체 고령자 교통사고건수의 약 30%로 빠른 증가를 나타냈다. 특히 고령화가 진행될수록 고령자의 운전면허 소지자수가 증가될 것으로 예상되어 향후 고령운전자에 의한 교통사고는 급증할 것으로 판단된다 [1]. 이러한 높은 사고심각도 발생에도 불구하고 국내의 고령운전자에 대한 연구는 매우 미흡한 실정이다. 본 연구의 목적은 고령운전자의 행동특성을 측정할 수 있는 운전자 적성검사(Driving Aptitude) 항목과 교통사고 자료를 조사하고, 사고심각도 모형을 개발하도록 한다.

개발된 심각도 모형을 토대로 고령자 교통사고에 대한 시사점을 도출한다.

2. 연구의 범위 및 방법

고령운전자와 교통사고심각도(대물피해환산 : EPDO) 간의 영향관계 및 사고발생 확률을 예측할 수 있는 모형개발을 위한 다각적인 접근방법을 구상하고 체계화시키기 위해 다음과 같은 사항들을 연구의 주요 내용으로 선정한다.

① 국내·외 고령자 교통사고관련 연구고찰을 통

하여 착안점을 도출한다.

- ② 고령자 교통사고심각도 모형개발을 위한 자료 수집은 교통안전공단의 운전적성 검사 및 실험 결과(Simulation)와 교통사고 자료를 수집한다.
- ③ 운전적성검사를 받은 수검자를 기준으로 교통사고 자료를 종합한다.
- ④ 교통안전측면의 운전자 연령임계점연구(김태호, 2008)의 기준을 수용하여 고령자와 비고령자 교통사고심각도 모형 개발을 수행하며, 분석방법은 포아송 회귀분석(Poisson Regression Analysis)을 이용하여 도출한다.
- ⑤ 고령운전자와 비고령운전자와 관련된 신체적(속도예측능력, 정지거리반응, 주의전환능력 등) 영향요인들에 대한 표준화 계수 비교를 통해 고령운전자의 사고심각도 영향인자를 규명한다.

II. 고령운전자 개념 및 선행 연구고찰

1. 고령운전자 개념 [2]

일반적으로 고령자란 신체 및 정신적으로 노화되고, 사회적 역할의 감소로 의존적 성향을 가지며, 연장자로서 권위를 가지는 사람을 말한다. 법령 및 통계자료상의 고령자 분류기준을 종합하면 <표 1>과 같다.

<표 1> 법령 및 통계자료상의 고령자 분류기준
<Table 1> Existing age threshold for old age group

구분	근거 법령	법령별 세부기준
법령	고령자고용촉진법	• 고령자는 55세 이상 • 준 고령자는 50세 이상 55세미만
	국민연금법상	• 60세 이상
	노인복지법 및 국민기초생활보장법	• 65세 이상
통계	통계청 자료	• 65세 이상
	교통사고 통계	• 65세 이상

주) 자료 : 강지혜, “고령운전자의 행동특성을 고려한 교통안전제도 개선에 관한 연구,” 서울시립대 석사학위논문, 2005.

현재 고령자의 구분은 55~65세 사이에서 기준을 정하고 있지만 교통안전 측면에서 고령운전자의 인적 및 인구통계학적 임계점을 규명해야 한다. 김태호(2008) 연구에서는 교통사고와 운전능력을 연계하여 CART 분석을 실시하였으며, 그 결과 법적인 고령자 기준보다 낮은 51세를 전후로 구분하는 것이 타당하다는 결론을 얻었다 [1]. 따라서 본 연구에서는 51세를 기준으로 고령자와 비고령자에 대한 교통사고 예측모형을 개발한다.

<표 2> 국내 고령운전자 문헌 고찰 종합
<Table 2> Synthesis comparative table of domestic literature review

연구자 (연도)	분석방법	사고인과 관계규명	분석대상변수	
			종속변수	독립변수
임평남 (1995)[3]	연령대별 교통사고 원인분석 (빈도분석)	×	×	- 연령대별 : 주야간 / 교통사고건수 : 교통사고치사율
유현상 (1999)[4]	교통사고 성격, 태도 특성 분석 (설문/빈도분석)	△	×	- 성격, 태도
신연식 (2002)[5]	고령자와 비고령자 차이 분석 (설문/빈도분석)	×	×	- 시각·청각기능 - 판단처리, 운동기능 - 인지반응시간 - 정보처리
교통 안전 공단 (2002)[6]	고령자사고 현황/특성분석 (설문/빈도분석)	×	×	- 고령자 교통사고 건수 / 사상자 : 시간대별 / 연령대별 : 사고유형별 / 제1당사자 : 면허경과년수별 : 도로이용상태별
경기 개발 연구원 (2003)[7]	고령자와 비고령자 집단 운전특성 차이 분석 (설문/빈도분석)	×	×	- 고령운전자 교통사고 건수 : 주야별, 성별 : 음주운전, 차종별 : 법규위반 / 도로여건별
배영철 (2004)[8]	법규위반 중 심의 운전 행동 분석 (설문/빈도분석) (회귀분석)	×		- 정서적 태도, 통제력 - 주관적 규범 - 과거행동 (Likert 척도)
강지혜 (2005)[2]	연령대별 교통사고 원인 분석 (변화추세분석)	△	×	- 연령대별 사고건수 : 보상심리, 여유용량 : 사고연루율
박선진 (2006)[9]	고령자와 비고령자 차이 분석 (설문/빈도분석)	×	×	- 운전경력 - 주행거리 - 위반경험 - 사고경험
김태호 (2008)[1]	의사결정나무법 (CART)		교통사고 건수	- 운전자의 연령(10세단위)

2. 선행 연구 고찰

고령운전자 교통사고 관련 국내 및 국외 문헌 고찰을 수행하였으며, 종합적인 내용은 <표 2>, <표 3>과 같다.

선행연구 고찰을 통한 본 연구의 한계점 및 그에 대한 착안점은 다음과 같다.

첫째, 고령자의 인적요인 특성이 교통사고에 직접적으로 미치는 영향을 판단할 수 있는 연구가 미흡하다. 따라서 본 연구에서는 운전행동에 관계되는 인성, 습성 및 행동 등을 과학적으로 측정하는 운전정밀검사 자료를 이용하여 교통사고의 영향을 규명

<표 3> 국외 고령운전자 문헌 고찰 종합
<Table 3> Synthesis comparative table of overseas literature review

연구자 (연도)	분석방법	사고인과 관계규명	분석대상변수	
			종속변수	독립변수
Koltnow (1985)[10]	주행시험	×	×	- 인지반응능력
Cooper (1990)[11]	고령자와 비고령자 운전특성 차이 분석 (설문/빈도분석)	×	×	- 교통사고 발생시 운전행동 : 회전시 등
Staplin & Lyles, Staplin & Harkey (1991)[12]	- 방향회전 선호특성 분석 (설문/빈도분석)	×	×	- 방향회전선호빈도 - 법규위반
Ball, Owley & Sloane & Roenker & Bruni, (1993)[13]	집단간 지각 능력 차이분석 (설문/빈도분석)	△	×	- 지각반응 능력
Hakamies Blomqvist (1999)[14]	교통사고 특성분석 (설문/빈도분석)	×	×	- 교통사고건수 : 연령대별 : 도로형태별
Lyman (2002)[15]	시계열분석	×	×	- 고령운전자사고 : 연도별 : 사고심각도별
Jim Langford (2005)[16]	운전자특성 교통사고의 관계분석 (설문/빈도분석)	△	×	- 교통사고율 : 연간 주행거리별 : 연령별
Hakamies Blomqvist (2005)[17]	빈도분석	×	×	- 스웨덴 사고자료 - 면허 통계

주) ○는 규명, △는 일부 규명, ×는 전혀 규명되지 않음

할 수 있는 모형을 개발한다.

둘째, 주요한 선행연구는 접근방법 측면에서 집단간(고령자, 비고령자) 단순비교를 위주로 접근하고 있어 실질적으로 교통사고에 미치는 영향정도를 파악하기에는 다소 미흡하다고 판단된다. 따라서 본 연구에서는 교통사고에 영향을 주는 변수와 계수를 기준으로 집단간(고령자, 비고령자) 비교를 할 수 있는 연구를 수행한다.

셋째, 교통안전 연구의 대표적인 한계적인 자료의 수집에 대한 한계를 보완할 수 있도록 교통안전공단에서 전국을 대상으로 실시하고 있는 자료를 토대로 표준화되고 범용적인 모형개발을 수행한다. 또한 교통사고 예측모형을 위해 개인별 사고 발생 여부를 수집하였다.

Ⅲ. 분석자료 수집 및 구축

1. 분석자료 수집 개요

본 연구에서 운전자의 인적특성을 반영하기 위해 운전정밀검사를 바탕으로 자료를 수집하였다. <표 4>

<표 4> 교통안전공단 운전적성검사의 구성

<Table 4> Components of KOTSA's driver aptitude test

요인	검사항목	측정내용
지각운동요인	속도에측검사 (단위 : 1/1,000초)	<ul style="list-style-type: none"> 이동물체(차량, 보행자 등) 속도예측 능력 조반용(1~5, 1 ⇒ 139이하, 5 ⇒ 890초과) 지연반용(1~5, 1 ⇒ 123이하, 5 ⇒ 1,369초과)
	정지거리 예측검사 (단위 : 픽셀)	<ul style="list-style-type: none"> 차량의 가속도를 감안하여 적절한 위치에 정지시킬 수 있는 차량의 통제력 정지거리(1~5, 1 ⇒ 23이하, 5 ⇒ 94초과)
	주 의 력 검 사	<ul style="list-style-type: none"> 전 환 (1/1,000초) <ul style="list-style-type: none"> 특정 대상(위치)에만 몰두하여 주의를 흡수당하지 않고 자유롭게 주의를 조율할 수 있는 능력 주의전환(1~5, 1 ⇒ 683이하, 5 ⇒ 1,690초과) 배 분 (1/1,000초) <ul style="list-style-type: none"> 전방, 측방, 후방 등에 대한 주의분산 능력 주의배분(1~5, 1 ⇒ 708이하, 5 ⇒ 1,622초과) 선 택 (오반응수) <ul style="list-style-type: none"> 선택적 주의할당 능력 주의선택(1~5, 1 ⇒ 6회이하, 5 ⇒ 28회 이상)
	거리지각검사 (단위 : mm)	<ul style="list-style-type: none"> 깊이지각(depth perception) 능력 거리오차(1~5, 1 ⇒ 4.0이하, 5 ⇒ 17.5초과)
지적능력요인	인지능력검사 I (정답수)	<ul style="list-style-type: none"> 상황유동성 등 복잡한 상황에서의 판단능력 판단정답수(1~5, 1 ⇒ 19~22회, 5 ⇒ 2회 이하)
	지각성향검사 (정답수)	<ul style="list-style-type: none"> 장의존생/독립성(시각적 변별능력) 판단정답수(1~5, 1 ⇒ 28~30회, 5 ⇒ 8회 이하)

주) 자료 : 교통안전공단 운전정밀 검사팀 내부자료, 2006.

에 운전정밀검사의 항목 및 세부측정 내용에 대한 종합표를 제시하였다.

2. 조사대상자의 특성분석

고령화에 따른 운전적성상의 차이를 알아보기 위해 교통안전공단에서 시행하는 운전적성검사의 일종인 운전정밀검사 결과자료를 분석하였다. 대상 자료는 2005년도 연간 수검 자료에서 결측치(Missing data)를 제외한 32,803명의 자료를 수집하였다.

추출된 표본의 연령별·성별분포를 살펴보면 남자가 98%, 여자가 2%이며, 연령대는 41~50세의 자료가 가장 많으며, 30세 이하의 자료가 가장 적은 것으로 나타났다.

본 연구는 전국적인 자료를 이용하여 교통사고 예측모형을 개발하는 것이 목적이므로, 인구분포비율과 유사성이 있도록 표본을 추출하여야 한다. 따라

<표 5> 추출표본의 연령·성별 분포 (단위 : 명)
<Table 5> Age and gender distributions for the sample (unit : persons)

구분	연령별					계 (비율)
	30세 이하	31~40세	41~50세	51~60세	61세 이상	
남자	1,344	7,894	12,566	8,250	2,094	32,148 (98%)
여자	27	161	256	168	43	655 (2%)
합계	1,371	8,055	12,822	8,418	2,137	32,803 (100%)

<표 6> 추출표본의 연령·지역별 분포 (단위 : 명)
<Table 6> Reliability of regional sampling (unit : persons)

구분	인구수(명)	표본수(명)	인구수(%)	표본수(%)
수도권	22,621,232	16,807	48%	51%
경상도	12,649,209	8,318	27%	25%
전라도	5,007,697	3,228	11%	10%
충청도	4,771,840	2,904	10%	9%
기타지역	1,991,456	1,546	4%	5%
합계	47,041,434	47,041,434	100%	100%

서 2005년 전국 지역별 인구분포 비율과 지역별 표본비율을 비교한 결과 유사한 것으로 나타났다.

사고발생 여부는 추출표본의 개인별 자료를 수집하였으며, 고령자의 경우 10,555명 중 약 35% 수준인 3,694명이 사고를 경험한 것으로 나타났다. 비고령자의 경우는 22,248명 중 약 21% 수준인 4,672명인 것으로 나타났다.

본 연구는 운전자적성검사를 받은 대상자 중 사고발생경험이 있는 대상자를 사고건수의 경중으로 분류하여 분석을 진행한다.

IV. 교통사고예측 모형 개발

교통사고는 임의적으로 발생하는 것으로서 본 연구의 교통안전성 평가모형(고령자, 비고령자) 개발을 위해 포아송 회귀분석과 음이항 회귀분석을 활용하였다.

1. 회귀분석 모형

1) 포아송 회귀분석 모형

포아송 분포는 각 사건이 서로 독립적이고 일정한 발생 확률을 가지고 있다는 전제하에 일정기간에 어떤 사건이 몇 번 일어날지의 확률을 묘사한다. 일반적으로 포아송 분포의 모양은 그 평균의 값에 달려 있으며, 이는 분산과 일치한다. 만약 평균이 0에 접근하면, 그 분포는 수직축에 크게 치우친 모양의 그래프를 보여주고, 평균이 매우 크고 수직축으로부터 멀리 떨어져 있으면, 포아송 분포는 대략 정규 분포와 유사하게 될 수 있다. 교통사고의 발생은 산발적이고 이산적인 형태의 분포를 나타내므로 포아송 분포를 사용하는 것이 일반적이다. 교차로의 사고건수 \hat{Y}_i 가 포아송 분포를 따른다는 가정 하에 i 번째 교차로에서 m 개의 변수에 의해 발생할 사고의 확률에 대해서는 식 (1)과 같이 표현할 수 있다.

$$P(n_i) = \frac{\lambda_i^{n_i} \exp(-\lambda_i)}{n_i!} \quad (1)$$

$$\lambda_i = \exp(\beta_0 X_0 + \dots + \beta_m X_m) = \exp\left(\sum_{j=0}^m \beta_j X_j\right)$$

- $P(n_i)$: 사고 n_i 가 교차로 i 에서 교통사고가 발생할 확률
- β_j : 회귀추정계수

식 (1)에서 모형계수인 β 는 최우추정법(Maximum Likelihood)을 이용하여 계산된 것이다. 따라서 포아송 회귀모형의 종속변수가 일정기간 동안 주어진 사건의 발생횟수를 나타낸 것이고, 그 값이 크지 않아 과분산(Overdispersion)화 되어 있지 않은 경우, 그리고 그 사건들이 서로 독립적으로 발생하는 경우에 가장 적합하다.

2) 음이항 회귀분석 모형

음이항 회귀분석은 각 분포의 분산이 같아야 한다는 포아송 회귀분석의 제약조건을 완화시키는데 사용될 수 있다. 교통사고 예측모형에 있어서 포아송 회귀분석은 추정된 자료의 평균을 실제자료의 분산이 초과하면 과분산으로 나타난다. 과분산은 조사되지 않은 다른 성질의 구간이 다양한 결과를 나타내기 때문이며, 음이항 회귀분석은 사고자료가 과분산일 때 사용하면 큰 효과를 나타낼 것으로 기대된다. 음이항 회귀분석은 포아송 회귀분석과 비슷하게 i 번째 교차로에서의 사고발생건수는 q 개의 변수와 연관성을 가지는 것으로 식 (2)와 같이 제시된다.

$$\lambda_i = \exp(\beta_0 X_0 + \dots + \beta_m X_m + \epsilon_i) = \exp\left(\sum_{j=0}^m \beta_j X_j\right) \quad (2)$$

- β_j : 회귀추정계수
- ϵ_i : 오차항(평균 1, 분산 α 인 감마분포 가정)

2. 모형의 검증

모형에 대한 적합도 검증(Goodness-of-fit)방법으로는 과분산(K)과 우도비(ρ^2)가 있으며, 이에 대한 설명은 다음과 같다.

1) 과분산 (K)

포아송 회귀모형에서 과분산(Overdispersion)은 모형계수의 분산을 실제보다 적게 예측하게 되는 원인

이 된다. 또한 이것은 일부 변수들의 중요도를 과장하여 나타내는 결과를 초래하기도 한다. 자유도, $n-p$ 등에 의해 구분되는 모수를 포함하고 있는 모형의 편차는 과분산인지의 여부를 결정할 수 있는 수치를 제공한다. 분산이 포아송 분포보다 더 크거나 작은 경우는 포아송 회귀모형이 적합하지 않음을 나타낸다.

$$DEV(x_0, x_1, x_2, \dots, x_{p-1}) = 2 \left(\sum_{i=1}^n Y_i \log_e \left(\frac{Y_i}{\mu_i} \right) - \sum_{i=1}^n (Y_i - \mu_i) \right) \quad (3)$$

2) ρ^2 (우도비)

ρ^2 (우도비)는 McFadden의 결정계수라고도 불리며 0과 1사이의 값을 갖는데 1에 가까울수록 모형의 적합도가 높다고 평가되며 회귀분석의 결정계수와는 달리 0.2~0.4의 값이면 충분히 높은 적합도를 가진다고 볼 수 있다.

3. 변수선정을 위한 상관분석

본 연구에서는 고령자의 사고에 영향을 미치는 변수 선정을 위해 상관분석을 이용하였으며, 높은 상관관계¹⁾를 가지는 변수로 속도예측능력(0.790), 선택적 주의능력(0.610), 주의배분능력(0.480)으로 나타나 지적능력보다는 지각운동능력이 교통사고에 많은 영

<표 7> 상관관계 분석 결과 : 고령자

<Table 7> Result of correlation analysis(Aging driver)

종속변수(교통사고건수)		Coeff.	P-value
독립변수(인적요인)			
지각운동 요 인	속도예측능력	0.790	0.042
	정지거리예측능력	0.357	0.068
	주의 전환능력	0.230	0.103
	주의배분능력	0.460	0.015
	선택적주의능력	0.610	0.008
	거리지각능력	0.037	0.350
지적능력 요 인	인지적 능력	0.150	0.089
	지각성향특성	-0.370	0.21

1) 상관관계가 있다는 기준인 0.4이상을 기준으로 함.

<표 8> 상관관계 분석 결과 : 비고령자

<Table 8> Result of correlation analysis(Young driver)

종속변수(교통사고건수)		Coeff.	P-value
독립변수(인적요인)			
지각운동 요 인	속도예측능력	0.490	0.034
	정지거리예측능력	0.157	0.120
	주의 전환능력	0.430	0.020
	주의배분능력	0.451	0.034
	선택적주의능력	0.510	0.002
	거리지각능력	0.537	0.008
지적능력 요 인	인지적 능력	0.150	0.230
	지각성향특성	-0.170	0.127

향을 주고 있음을 알 수 있었다 [1].

비고령자의 사고심각도에 영향을 미치는 변수를 선정하기 위하여 상관분석을 이용하였으며, 높은 상관관계를 가지는 변수로 거리지각능력(0.537), 선택적 주의능력(0.510), 속도예측능력(0.490), 주의배분능력(0.451), 주의전환능력(0.430)으로 나타나 고령운전자에 비해 다소 많은 영향요인이 나타나는 것을 알 수 있었다 [1]. 또한, 상관계수의 값도 고령자에 비해 낮은 값을 가지는 것으로 나타나 사고심각도와 상관정도가 고령자에 비해 낮다고 할 수 있다.

고령자와 비고령 운전자 그룹의 교통사고와 변수 간의 상관관계 분석결과 속도예측능력, 주의전환능력, 선택적 주의능력의 경우 두 그룹 모두 사고와 관련이 있는 인적요인으로 나타났다.

4. 교통사고 예측모형 개발

본 분석에서는 사고발생 여부를 종속변수로 인적요인 특성을 영향변수로 활용하였으며 신뢰구간 95%($\alpha=0.05$)이내에서 교통사고 예측모형을 개발하였다. 모형 개발은 통계패키지 LIMDEP(Limited Dependent Variable, ver 8.0) 소프트웨어를 이용하였다.

1) 고령자 교통사고 예측모형 개발

고령자 교통사고 예측모형은 <표 9>와 같이 도출되었으며, 3개의 요인이 교통사고와 관련이 있는 것으로 나타났다. 음이항 회귀모형 과분산계수의 p-value

<표 9> 고령자 교통사고 예측모형 결과
 <Table 9> Result of accident prediction model
 (Aging driver)

고령자 사고예측 모형		POISSON	NEGATIVE BINOMIAL
상수	Parameter	0.05	0.05
	T-statistic	-2.758	-2.456
	P-value	0.006	0.014
속도예측 능력 (X1)	Parameter	0.15	0.16
	T-statistic	2.504	2.237
	P-value	0.012	0.025
주의배분 능력 (X2)	Parameter	0.10	0.10
	T-statistic	6.994	2.836
	P-value	0.000	0.005
선택적 주의능력 (X3)	Parameter	0.31	0.31
	T-statistic	5.182	4.020
	P-value	0.000	0.000
Loglikelihoodfunction		-219.70	-219.66
Restrictedloglikelihood		-289.08	-219.70
α		-	0.022(0.712)
ρ ²		0.240	0.001

는 0.712로 포아송 회귀모형을 따르는 것을 알 수 있다. 모형의 설명력을 나타내는 ρ²(우도비)는 0.240으로 분석되어 음이항 회귀모형보다는 포아송 회귀모형이 설명력이 높은 것으로 나타났다.

$$Y = \exp(0.05 + 0.15X_1 + 0.1X_2 + 0.31X_3) \quad (4)$$

- Y : 사고건수(건/년)
- X₁ : 속도예측 반응시간(1/1,000초)
- X₂ : 배분능력(1/1,000초)
- X₃ : 선택적 주의능력(오반응수)

고령자운전자 교통사고 영향인자를 분석해 보면 선택적 주의능력, 속도예측능력, 주의배분능력 순으로 교통사고발생에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 고령운전자의 경우 선택적 주의능력(0.31)에 의한 교통사고 발생이 가장 높음을 알 수 있다. 이는 돌발 상황(Incident)에 대한 반응 오류수로 잘못된 대처가 많을수록 그렇지 않는 운전자에 비해 사고를 많이 경험하는 것을 알 수 있다.

속도예측 반응시간(0.15)은 이동물체에 대한 속도 예측능력이다. 다시 말하면, 주변 차량의 속도를 판단하여 정해진 위치에 언제 도착하는지에 대한 반응 시간으로 조반응(속도에 비해 빠른 반응), 지연반응(속도에 비해 느린 반응)을 피하고 정확한 속도예측 능력이 필요하기 때문이다.

주의배분능력(0.10)은 주의에서 발생하는 상황에 대처하는 반응시간으로서 주의배분능력을 결정하는 인지-반응시간이 증가할수록 교통사고가 증가하는 것을 알 수 있다.

2) 비고령자 교통사고 예측모형 개발

비고령자 교통사고 예측모형은 고령운전자 교통 사고 예측모형과 동일한 방법으로 개발하였으며, <표 10>에 제시되어 있다. 음이항 회귀모형 과분산

<표 10> 비고령자 교통사고 예측모형 결과
 <Table 10> Result of accident prediction model
 (Young driver)

고령자 사고예측 모형		POISSON	NEGATIVE BINOMIAL
상수	Parameter	0.10	0.10
	T-statistic	-1.589	-1.428
	P-value	0.012	0.042
속도예측 능력 (X1)	Parameter	0.02	0.02
	T-statistic	2.221	2.250
	P-value	0.0004	0.0010
주의전환 능력 (X2)	Parameter	0.05	0.06
	T-statistic	1.851	1.568
	P-value	0.0012	0.018
주의배분 능력 (X3)	Parameter	0.12	0.12
	T-statistic	-1.782	-1.589
	P-value	0.0208	0.034
선택적 주의능력 (X4)	Parameter	0.20	0.20
	T-statistic	-1.961	-1.570
	P-value	0.0478	0.0490
거리지각 능력 (X5)	Parameter	0.12	0.11
	T-statistic	1.844	1.997
	P-value	0.0496	0.0460
Loglikelihoodfunction		-224.80	-220.50
Restrictedloglikelihood		-294.05	-218.32
α		-	0.031(0.711)
ρ ²		0.192	0.002

계수의 p-value는 0.711로 포아송 회귀모형을 따르는 것을 알 수 있다. 모형의 설명력을 나타내는 R^2 (우도비)는 0.192로 분석되어 음이항 회귀모형보다는 포아송 회귀모형이 설명력이 높은 것으로 나타났다.

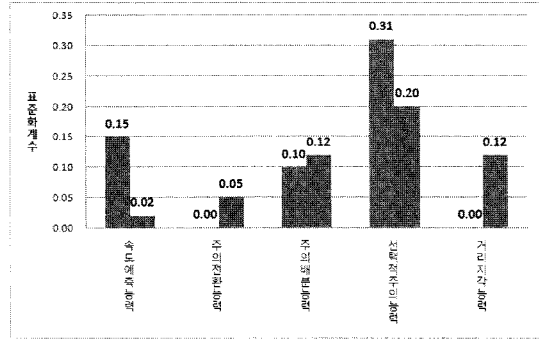
$$Y = \exp(0.1 + 0.02X_1 + 0.05X_2 + 0.12X_3 + 0.02X_4 + 0.12X_5) \quad (5)$$

- Y : 사고건수(건/년)
- X_1 : 속도예측 반응시간(1/1,000초)
- X_2 : 주변상황을 조율할 수 있는 반응시간(1/1,000초)
- X_3 : 배분능력(1/1,000초)
- X_4 : 선택적 주의능력(오반응수)
- X_5 : 거리지각능력(mm)

비고령자 변수들의 특성을 분석하여 고령운전자에 비해 많은 영향요인을 가지는 것으로 나타났다. 자세히 살펴보면, 선택적 주의능력, 속도예측능력, 거리지각능력, 주의전환능력, 속도예측능력 순으로 교통사고발생에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 고령운전자에 비해 선택적 주의능력, 속도예측능력은 상대적으로 교통사고에 낮은 영향을 주고 있는 것으로 나타났으며, 주의배분능력의 경우는 유사한 수준인 것으로 나타났다. 그러나, 주의전환능력, 거리지각능력의 경우는 고령운전자에서는 나타나지 않은 영향인자에 해당한다.

좀 더 세부적으로 살펴보면, 주의전환능력(0.05)은 반응시간이 길수록 사고가 증가한다고 분석되었다. 이는 주변에 위급상황 발생시 특정 대상에만 몰두하지 않고 주변상황(2차적 사고)에 대한 종합적인 판단을 하고, 적절히 조율 통과하는 능력이 필요하기 때문이다. 주변상황 조율에 대한 변수는 고령자에 비해 비고령자가 상대적으로 경험이 부족하여 발생하는 요인이라 판단된다.

거리지각능력(0.12)은 고령자에 비해 주변 물체까지의 실제거리와 운전자 판단거리에 차이가 적으며, 주변 물체와 적절한 거리를 유지하기 때문이라 할 수 있다. 하지만 방어적 운전을 하는 고령자에 비해 운전자 자신의 운전능력을 과신함에 따라 다소 영향을 주는 것으로 판단된다. 지금까지 살펴본 표준화



<그림 1> 표준화된 모형계수값 비교(고령 vs 비고령자)
 <Fig. 1> Comparison of standardized coefficient (Old driver vs young driver)

된 계수값을 <그림 1>에 비교· 제시하였다.

분석결과 고령자와 비고령자에 따라 사고발생에 미치는 영향요인이 다르게 나타났다.

속도예측능력, 주의배분능력, 선택적 주의능력의 경우 비고령자에 비해 고령자가 높은 영향을 미치는 것으로 분석되었는데 이는 고령자의 운전대처능력이 대체적으로 비고령자보다 느리기 때문이라 추론해 볼 수 있다. 주의전환능력, 거리지각능력의 경우 비고령자의 사고심각도에만 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이는 비고령운전자의 운전성향이 운전자 자신의 능력을 과신하는 경향이 있을 뿐만 아니라 운전경험이 부족하여 발생하는 영향이라 추론해 볼 수 있다.

V. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 운전자의 연령 변화에 따라 운전자 능력이 교통사고에 미치는 영향력에 대한 연구를 수행하였다. 개발된 모형의 결과는 현재 빠르게 진행되고 있는 고령사회를 대비할 수 있는 행태연구의 시작이 될 것이며, 효과적인 고령운전자 교통안전대책 및 관리방안을 제시하는데 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

운전자의 연령대 51세를 기준으로 구분된 고령운전자와 비고령운전자의 인적 및 교통사고특성을 분석한 결과는 다음과 같이 정리할 수 있다.

- ① 고령운전자의 경우 선택적 주의능력, 속도예측 능력, 주의배분능력 순으로 교통사고에 유의한 영향을 미치는 것으로 분석되었다.
- ② 비고령운전자의 경우 선택적 주의능력, 속도예측능력, 거리지각능력, 주의전환능력, 속도예측능력 순으로 교통사고에 유의한 영향을 미치는 것으로 분석되었다.
- ③ 고령운전자와 비고령운전자의 사고발생에 미치는 영향요인이 서로 다르게 나타났으며, 교통사고를 미연에 방지하기 위해서는 고령운전자와 비고령운전자를 구분하여 사고예방교육을 실시해야 함을 시사하고 있다.
- ④ 고령운전자의 경우 일부 요인에 대해서는 전체적으로 모든 운전자에 반응속도가 느리게 나타나 교통사고 발생시 사고심각도가 높게 나타나는 것으로 분석되었으며, 비고령자의 경우는 경험 부족으로 인한 요인들에 의해 영향을 받는 것으로 나타났다.

향후에는 운전능력과 같은 신체적인 능력 외에 인성적인 특성(현실성, 사회성, 타당성 등), 개인특성을 추가하여 본 연구의 신체적 능력과 함께 종합하는 연구의 수행이 필요할 것으로 판단된다. 특히, 고령운전자 관리를 위해서는 실질적으로 교통사고에 영향을 미치는 연령의 임계점 연구가 면밀하게 진행되는 것이 필요하다.

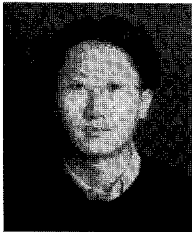
이상의 연구를 추가적으로 보완·수행한다면 운전자의 특성에 맞는 차별화된 교육 및 적성검사를 시행할 수 있는 기초자료 제시가 가능할 것이라 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 김태호, 고준호, 원제무, 허익, “운전능력에 연관된 인적특성의 연령 임계점 연구,” *한국안전학회지*, 제23권, 제3호, pp. 71-78, 2008. 6.
- [2] 강지혜, *고령운전자의 행동특성을 고려한 교통안전제도 개선에 관한 연구*, 서울시립대학교 석사학위논문, 2005.
- [3] 임평남, “한국의 노인교통사고 피해와 안전대책,” *도로교통안전협회 교통안전연구논문집*, 제14집, pp. 79-92, 1995. 12.
- [4] 윤현상, 송수식, 이상연, 백주희, “교통사고 다발자의 성격경향에 관한 연구,” *신경정신의학*, 제134권, pp. 1095-1104, 1996. 9.
- [5] 신연식, *고령운전자의 운전행태 고찰 및 안전운전대책 연구*, 교통개발연구원, 2002.
- [6] *교통안전공단, 고령자 및 장애인 교통안전 대책 연구*, 2002.
- [7] 경기개발연구원, *고령자 운전특성에 관한 연구*, 2002.
- [8] 배영철, *법규위반 운전행동의 원인분석과 교통안전교육의 개선방안연구*, 고려대 석사학위논문, 2004.
- [9] 박선진, *고령운전자의 조심성 및 오류와 착오가 운전행동에 미치는 영향*, 충북대 석사학위논문, 2006.
- [10] P. G. Koltnow, “Improving safety and mobility for older people,” *TR News*, no. 120, pp. 20-23, Sept. 1985.
- [11] P. J. Cooper, “Difference in accident characteristics among elderly drivers and between elderly and middle-aged drivers,” *Accident Analysis and Prevention*, vol. 22, no. 5 pp. 499-508, 1990.
- [12] L. Staplin and R. W. Lyles, “Age difference in motion perception and specific traffic maneuver problems,” *TRB Record*, no. 1325, pp. 23-33, 1993.
- [13] K. Ball, C. Owley, M. E. Sloane, D. L. Roenker, and J. R. Bruni, “Visual attention problem as a predictor of vehicle crashes in older drivers,” *Investigative Ophthalmology & Visual Sci.*, vol. 34, pp. 3110-2123, 1993.
- [14] L. Hakamies-Blomqvist and P. Henriksson, “Cohort effects in older drivers’ accident type distribution : are older drivers as old as they used to be,” *Transportation Research Part F : Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 2, no. 3, pp. 131-138, Sept. 1999.
- [15] S. Lyman, S. A. Ferguson, E. R. Braver, and A.

- F. Williams, "Older driver involvements in police reported crashes and fatal crashes: trends and projection," *Injury Prevention*, vol. 8, no. 2, pp. 116-120, June 2002.
- [16] J. Langford, R. Methorst, and L. Hakamies-Blomqvist, "Older drivers do not have a high crash risk-A replication of low mileage bias," *Accident Analysis and Prevention*, vol. 38, no. 3, pp. 574-578, May 2006.
- [17] L. Hakamies-Blomqvist, M. Wiklund, and P. Henriksson, "Predicting older drivers' accident involvement-Smeed's law revisited," *Accident Analysis and Prevention*, vol. 37, no. 4, pp. 675-680, July 2005.

저자소개



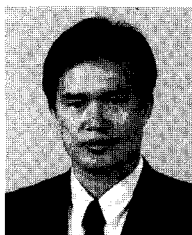
김 태 호 (Kim, Tae-Ho)

- 2000년 2월 : 관동대학교 교통공학과 (공학사)
 2002년 2월 : 한양대학교 대학원 도시공학과 대중교통/교통공학 전공 (공학석사)
 2004년 2월 : 한양대학교 도시대학원 보행교통/대중교통 전공 (박사수료)
 2004년 2월 ~ 2007년 3월 : (주)제일엔지니어링 부설 건설교통연구원 선임연구원(과장)
 2007년 3월 ~ 2008년 8월 : 한양대학교 부설 산업과학연구소 선임연구원
 2008년 8월 : 한양대학교 도시대학원 보행교통/대중교통 전공 (공학박사)
 2008년 10월 ~ 현재 : 한국도로공사 도로교통연구원 박사후 연구원



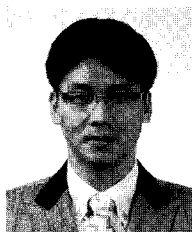
이 기 영 (Lee, Ki-Young)

- 1993년 2월 : 한양대학교 교통공학과 학사 (공학사)
 1995년 2월 : 한양대학교 대학원 교통공학과 교통계획 (공학석사)
 2006년 2월 : 한양대학교 대학원 교통공학과 안전/교통공학 (공학박사)
 1995년 3월 ~ 현재 : 한국도로공사 도로교통연구원 책임연구원
 2008년 6월 ~ 현재 : 인천시 교통영향평가 심의위원
 2008년 1월 ~ 현재 : 성남시 교통영향분석 및 개선대책 심의위원



최 윤 환 (Choi, Yoon-Hwan)

- 1980년 2월 : 울산대학교 토목공학과 학사 (공학사)
 1982년 7월 ~ 1998년 9월 : 한국도로공사 건설사업소 대리~부장
 1998년 9월 ~ 2005년 12월 : 한국도로공사 건설관리처, 기획조정실 부처장
 2003년 9월 : 도로 및 공항 기술사 (한국산업인력공단)
 2004년 11월 : 토목시공 기술사 (한국산업인력공단)
 2005년 12월 ~ 현재 : 한국도로공사 신사업처, 건설계획처 처장
 2009년 2월 : 아주대학교 ITS대학원 교통전공 (공학석사)
 2009년 3월 ~ 현재 : 아주대학교 건설교통공학과 교통전공(박사과정)



박 제 진 (Park, Je-Jin)

- 1996년 2월 : 조선대학교 토목공학과 (공학사)
 1999년 2월 : 전남대학교 토목공학과 도로/교통공학 전공 (공학석사)
 2003년 2월 : 전남대학교 토목공학과 도로/교통공학 전공 (공학박사)
 2003년 3월 ~ 2006년 1월 : 전남대학교 공업기술연구소 선임연구원
 2006년 2월 ~ 2006년 10월 : 국토연구원 교통연구실 책임연구원
 2007년 2월 ~ 현재 : 광주시 교통영향심의회 심의위원
 2006년 11월 ~ 현재 : 한국도로공사 도로교통연구원 책임연구원