

고령운전자 면허관리를 위한 교통사고발생 판별모형 개발

박준태 · 이수범[†] · 이수일^{*}

서울시립대학교 교통공학과 · *현대해상 교통기후환경연구소
(2010. 2. 18. 접수 / 2011. 6. 2. 채택)

Discernment Model of Traffic Accident for an Age-old Driver's License Management

Jun-Tae Park · Soo-Beom Lee[†] · Soo-IL Lee^{*}

Department of Transportation Engineering, University of Seoul

^{*}Hyundai Insurance Research Center

(Received February 18, 2010 / Accepted June 2, 2011)

Abstract : The weight of elderly people in Korea has been increasing. Statistics show that the percentage of the elderly people in Korea was 3.1% in 1970; 3.8% in 1980; 5.1% in 1990, and 7.2% in 2000. Based on this trend, thus, the number of elderly people could be estimated to be 14% of the whole Korean population in 2018. This reveals that Korea is entering a super-aging society with remarkable fast pace. In such a change, the statistics related to elderly people driving license and the occurrence of traffic accidents are showing a noticeable numerical value. The number of traffic accident fatality in Korea ranks the highest value in OECD Countries. However, the research on old drivers in the nation is going on partially centering on system improvement and management scheme. Thus, first of all, researches about the linkage & characteristics between the driving behavior of old drivers and traffic accident should be implemented, in order properly to draw system improvement and management scheme for the old drivers. Therefore, the focus of this study is the influence model for discerning the severity of the age-old-caused traffic accidents by inquiring into the relation between the Driving Aptitude Test items that make it possible to measure their behavioral characteristics and influential factors by age group on the basis of the data on traffic accidents. The analysis results can be used as basic data for suggesting the behavioral research and countermeasure for traffic safety and its management for old driver in preparation for the aging society.

Key Words : CART(Classification and Regression Tree), discriminant analysis, driving aptitude, older driver

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

국내의 고령운전자에 대한 연구는 제도개선 및 관리방안 위주의 연구가 일부 진행되고 있는 실정이다¹⁾. 고령운전자들을 위한 제도개선 및 관리방안을 적절하게 도출하기 위해서는 고령운전자의 운전행동과 교통사고와의 연관관계 및 특성을 규명하는 연구가 선행되어야 한다.

본 연구에서는 고령운전자의 행동특성을 측정할 수 있는 운전자 적성검사(Driving Aptitude) 항목과 교통사고 자료를 토대로 연령대별 영향요인과의 관

계를 규명하여 고령운전자 교통사고 심각도를 판별할 수 있는 영향모형을 개발하였다. 개발된 고령자 교통사고 영향모형을 토대로 교통사고의 영향에 대한 시사점을 도출하였다. 본 연구결과는 고령사회를 대비할 수 있는 행태연구, 고령운전자 교통안전대책 및 관리방안을 제시하는데 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

1.2. 연구의 내용 및 과정

고령운전자와 교통사고간의 영향관계를 판별할 수 있는 모형개발을 위한 다각적인 접근방법을 구상하고 체계화시키기 위해 다음과 같은 사항들을 연구의 주요내용으로 선정하였다.

고령자 교통사고 판별모형개발을 위한 자료 수집은 교통안전공단의 운전적성 검사항목(설문조사)

[†] To whom correspondence should be addressed.
mendota@uos.ac.kr

및 실험결과(Simulation) 자료를 수집하였다. 인적사항을 기준으로 교통사고이력자료를 수집하여 최종적으로 분석 자료를 종합한다. 교통사고와 연령대를 직접적으로 연계하여 교통사고에 많은 영향을 미치는 연령대(고령자)를 규명하기 위한 CART (Classification and Regression Tree) 분석을 수행하였다.

고령자와 비고령자로 구분된 기준을 토대로 교통사고 판별모형 개발을 수행하였다. 모형개발은 판별분석(Discriminant Analysis)을 이용하여 판별모형을 도출하였다. 고령운전자와 비고령운전자와의 영향요인들에 대한 변수 및 계수를 비교하고, 향후 고령운전자에 대한 중점관리 항목을 도출하였다.

2. 선행 연구 검토

2.1. 고령운전자와 비고령운전자의 특성 비교

도로교통안전관리공단의 “고령자 운전행동 및 사고특성분석(2005)”보고서를 살펴보면⁵⁾, 65세 이상의 고령자와 30-40세 청장년층을 구분하여 시뮬레이터를 이용한 차량의 주행특성을 비교 분석하였다. 고령운전자는 교통정보 처리와 관련된 지각 인지반응시간 증가 등의 약점을 주행 속도를 낮추는 등으로 대처²⁾를 하며, 위험상황이 발생할 가능성이 예견될 때에는 미리 속도를 낮추는 등의 대처행동³⁾을 보이는 것으로 나타났다. 그러나 긴급 상황 발생 시에는 판단시간의 지연과 조작 실수 등이 청장년층에 비해 많이 발생⁴⁾하였으며, 이는 정보량의 부하가 많은 앞지르기 상황이나 교차로의 급정지 상황⁵⁾에서 두드러지게 나타났다. 선행연구 고찰을 통한 본 연구의 한계점 및 그에 대한 착안점은 다음과 같다.

고령자의 행태가 교통사고에 직접적으로 미치는 영향에 관한 연구가 미흡하며, 종합적인 연구가 많이 진행되지 못하고 있다.⁶⁾ 선행연구고찰에서도 나타났듯이 기존의 연구들은 특정한 변수 또는 항목 1~2개에 대하여 접근하거나⁷⁾, 또는 다수 변수를 토대로 검토하더라도 변수간의 상호영향관계, 즉, 인과관계에 대한 부분은 설명하고 있지 못하다⁷⁾. 따라서 본 연구에서는 운전행동에 관계되는 인성, 습성 및 행동 등을 과학적으로 측정하는 심리검사인 운전정밀검사 자료를 이용하여 고령운전자와 교통사고와의 종합적이고 직접적인 인과관계를 규명하였다.

3. 분석자료 수집 및 구축

3.1. 운전 정밀 검사

Table 1. New inspection items

요인	검사항목	측정내용	
지각 능력 요인	속도에측검사	· 차량, 보행자 등 운전 중 이동물체의 속도예측 능력	
	정지거리 예측검사	· 차량의 가속도를 감안하여 적절한 위치에 정지시킬 수 있는 차량의 통제력	
	주 의 력 검 사	전 환	· 특정 대상 및 위치에만 몰두하여 주의를 흡수당하지 않고 자유롭게 주의를 조율할 수 있는 능력
		배 분	· 전방, 측방, 후방 등 운전 장면에 대한 주의분산 능력
선 택		· 선택적 주의할당 능력	
성 격 요 인	거리지각검사	· 깊이지각(depth perception) 능력	
	인지능력검사 I	· 상황유동성 등 복잡한 상황에서의 판단능력	
	지각성향검사	· 장의존성/독립성(시각적 변별능력)	
인성 검사 I	타당성	· 수검자의 방어적인 수검태도	
	현실성	· 정신분열 성향, 조증 성향, 이상체험 성향	
	사회성	· 법규위반 성향, 무책임 성향, 폭력 성향	
	정서성	· 우울불안 성향, 분노 성향, 충동 성향	

운전정밀검사는 운전행동에 관계되는 인성, 습성, 및 행동 등을 과학적으로 측정하는 심리검사의 일종으로서, 운전행동으로 표출되는 인지(Cognition)-판단(Judgement)-조작(Operation) 및 성격적 특성에 따른 운전적성상의 결함사항 검출을 일차적인 목적으로 하고 있다⁸⁾. 활용 측면에서는 검사결과 평가된 결함사항에 대하여 교정 또는 교육을 실시함으로써 운전자의 적성상의 결함으로 인한 교통사고를 미연에 방지하는데 궁극적인 목적을 두고 시행⁹⁾되고 있다.

Table 1은 운전정밀검사의 상세항목으로 각 항목으로 운전자의 주행특성을 파악하는데 활용된다.

3.2. 조사대상자의 특성분석

고령화에 따른 운전적성상의 차이를 알아보기 위해 교통안전공단에서 시행하는 운전적성검사의 일종인 운전정밀검사 결과자료를 분석하였다. 대상

Table 2. Sampling distribution of gender

구분	연령별(명)					계 (비율)
	30세 이하	31~ 40세	41세~ 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%)
계	1,371	8,055	12,822	8,418	2,137	32,803 (100%)

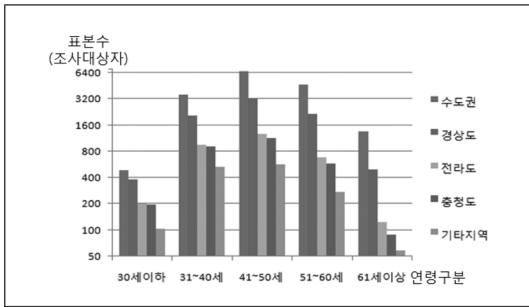


Fig. 1. Compare sampling distribution of gender.

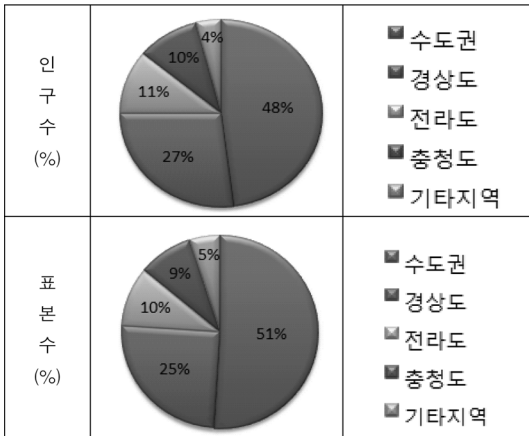


Fig. 2. Regional composition sampling results.

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.

추출된 표본의 연령별·지역별 분포를 살펴보면 서울, 경기, 인천을 포함한 수도권 지역이 51%로 가장 많았으며 기타지역(강원, 제주도)이 5%로 가장 적은 것으로 나타났다.

본 연구는 전국적인 자료를 이용하여 판별모형을 개발하는 것이 목적이므로, 인구분포비율과 유사성이 있도록 표본을 추출하여야 한다. 따라서 2005년 전국 지역별 인구분포 비율과 지역별 표본샘플 비율을 비교한 결과 유사한 것으로 나타났다.

4. 분석자료 수집 및 구축

4.1. CART분석을 이용한 고령자 정의

교통사고의 발생측면에서 고령자의 경우에 대한

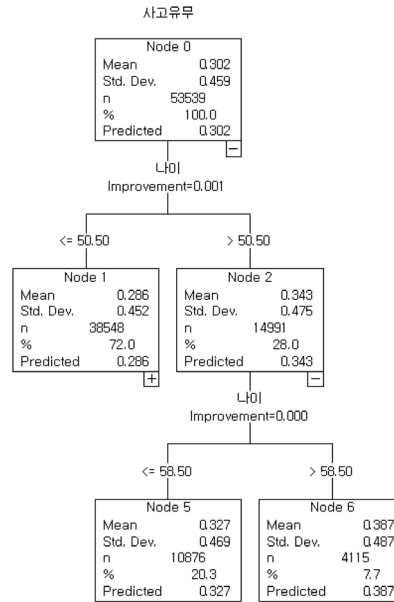


Fig. 3. CART analysis due to an accident instantly.

정의가 모호하다. 실질적으로 행정적 또는 법적인 측면에서 고령자의 정의는 구분¹⁰⁾되어 있으나, 교통사고에 영향을 미치는 특성을 토대로 고령자와 비고령자는 정의되어 지지 않았다. 따라서 본 연구에서는 CART분석을 이용하여 교통사고의 발생에 영향을 미치는 요소별로 자료를 동질하게 분류하였다.

의사결정나무(SPSS 17.0활용)를 분석한 결과 사고발생유무의 경우 나이는 51세를 기준으로 크게 2개의 집단으로 규명되는 것을 알 수 있다. 따라서 교통안전 측면의 고령자라 정의는 65세 보다 상당히 낮은 연령을 나타내고 있는 것으로 나타났다. 본 연구와 같은 고령자 교통사고관련 연구의 경우 51세를 전후하여 교통사고 발생특성이 급격하게 변하는 것을 알 수 있다. 또한 고령자 집단에서도 59세를 전후로 하여 고령자와 초고령자로 분류되는 것으로 나타났다. 집단 간의 교통사고 차이검증을 위해 t-test를 수행한 결과 고령자와 비고령자간에는 집단 간 차이가 나타났으나, 고령자와 초고령자간에는 집단 간 차이가 나타나지 않았다. 따라서

Table 3. verification difference between the group

구분	t값	유의수준 (신뢰수준 95%)	p값	적용 여부
비고령자-고령자	-13.290	p<0.05	.000	○
고령자-초고령자	0.406		0.721	×

Table 4. Classification of ages

모형 구분	나이 구분	모형구상 및 접근형태
교통사고 발생 유/무 모형	Age > 50	교통사고발생 유/무 = f(학력, 성별, 운전자검사항목) + 상수
	Age ≤ 50	

본 연구에서 판별분석을 이용하여 고령자와 비고령자의 사고발생모형모형을 개발하여 고령자와 비고령자간의 영향관계를 비교하였다.

4.2. 상관분석을 활용한 변수의 특성 검토

본 연구에서는 고령자의 사고에 영향을 미치는 변수를 선정하기 위하여 상관분석을 이용하였으며, 0.2이상의 상관관계를 가지는 변수를 고령자사고의 특성구명 및 모형개발에 적용하였다. 또한 독립변수들 간의 상관관계를 이용하여 다중 공선성을 검토하였다.

사고 발생유무에 대한 상관분석 결과 학력(-0.710), 반사회성(0.640)이 가장 많은 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 가장 낮은 영향을 미치는 변수로는 타당성(0.061)과 인지적 능력(0.110)인 것으로 나타났다. 상관계수를 바탕으로 다중 공선성을 검토해본 결과 각 변수들 간의 다중공선성은 거의 없거나 다소 있는 것으로 나타나 모형개발 설명변수들간의 강한 상관관계가 존재하지 않는 것으로 모형개발 시 회귀계수를 신뢰할 수 있다.

Table 5. Correlation analysis

독립변수		종속변수(잠재)	사고발생(유/무)	상관관계 판단 ¹⁾	다중공선성 판단 ²⁾
인적요인	개인요인	학력	-0.710	○	△
		지역	-0.470	○	×
	지각운동요인	속도에측능력	0.660	○	×
		정지거리예측능력	0.420	○	△
		주의전환능력	0.510	○	△
		주의배분능력	0.180	×	△
		선택적주의능력	-0.560	○	△
	지적능력요인	거리지각능력	0.186	×	×
		인지적 능력	0.110	×	△
		지각성향특성	-0.230	△	△
	성격요인	현실성	0.500	○	△
		반사회성	0.640	○	△
		정서적 불안전성	0.430	○	△
	타당성	0.061	×	△	

주 1 : ○ = 상관관계 다소 높음. △ = 상관관계 다소 있음.
 × = 상관관계 거의 없음.
 주 2 : ○ = 다중공선성 다소 높음. △ = 다중공선성 다소 있음.
 × = 다중공선성 거의 없음.

Table 6. Summary of variables

구분	종속변수	독립변수		
		인적요인	성격요인	
사고 발생 판별 모형	사고발생(유/무)	인적요인	개인요인	학력
				지역
			지각운동요인	속도에측능력
				정지거리예측능력
				주의전환능력
				선택적 주의능력
				지적능력요인
			성격요인	현실성
				반사회성
				정서적불안전성

4.3. 고령자 교통사고 판별모형 개발

고령운전자와 비고령운전자가 사고를 발생시키는 영향요인을 알아보기 위해 50-51세를 전후로 구분되어진 고령자와 비고령자의 사고발생, 사고심각도별 판별모형을 개발하였다. 판별분석시 분석방법은 독립변수의 순차적 투입방법(Stepwise Regression)을 이용하였다.

4.3.1. 고령자 사고 발생 판별모형 개발

판별분석 결과 모형의 설명력을 나타내는 정준상관관계(Canonical Correlation)값이 1에 가까운 0.84인 것으로 나타났다. 정준상관관계는 판별점수와 집단들 간의 관련의 정도를 나타내는 것으로 판별함수 1은 판별력이 좋다고 할 수 있으며 판별함수 고유치를 살펴보면 3.764로 총 분산의 100%를 설명하는 것으로 나타났다.

각 유형내 분산을 총분산으로 나눈 비율인 Wilk's Lambda값은 0.210으로서 자유도를 고려한 카이스퀘어 값이 25.760이며 그 확률값이 .000으로 유의수준 5%이내에서 통계적으로 유의하게 나타났다. 즉 집단 간의 판별점수 차이는 유의하다는 것을 의미한다.

표준화된 정준판별모형 계수 값을 살펴보면 아래와 같으며 판별식에서 반사회성이 가장 설명력이 높은 변수로 나타났다.

Table 7. Model to determine the eigenvalues(Elderly)

함수	고유값	분산의 %	누적 %	정준상관
1	3.764	100	100	0.84

Table 8. Verification of the function(Elderly)

함수의 검정	Wilk's Lambda	카이제곱	자유도	유의확률
1	0.210	25.760	7	0.000

Table 9. coefficient of canonical models(Elderly)

구 분	합 수	
	정준판별 함수계수	표준화된 정준판별 함수계수
(Constant)	-5.843	-
속 도 기 준	0.002	0.423
전 환 기 준	0.001	0.375
선택 정반응	-0.082	-0.403
반 사 회 성	0.082	0.367
정 서 성	0.072	0.417
학 력	-1.169	-0.287
지 역	-0.564	-0.595

Table 10. Discriminant functions(Elderly)

유 형	합 수
	1
사고발생 무집단	0.082
사고발생 유집단	-0.082

집단평균에 의해 평가된 비표준화 정준판별함수의 집단 중심점에서의 분류기준을 살펴보면 집단의 판별점수가 0 보다 크면 사고를 내지 않는 집단에 속하며 0 보다 작으면 사고를 내는 집단에 속하는 것으로 나타났다.

4.3.1. 비교령자 사고 발생 판별모형 개발

판별분석 결과 모형의 설명력을 나타내는 정준상관관계(Canonical Correlation)값이 1에 가까운 0.91인 것으로 나타났다. 정준상관관계는 판별점수와 집단들간의 관련의 정도를 나타내는 것으로 판별함수 1은 판별력이 좋다고 할 수 있으며 판별함수 고유치를 살펴보면 4.236으로 총 분산의 100%를 설명하는 것으로 나타났다.

각 유형내 분산을 총분산으로 나눈 비율인 Wilk's Lambda값은 0.153으로서 자유도를 고려한 카이스퀘어 값이 35.321이며 그 확률값이 .000으로 유의수준 5%이내에서 통계적으로 유의하게 나타났다. 즉 집단간의 판별점수 차이는 유의하다는 것을 의미한다.

Table 11. Model to determine the eigenvalues(Non-Elderly)

합 수	고유값	분산의 %	누적 %	정준상관
1	4.236	100	100	0.91

Table 12. Verification of the function(Non-Elderly)

함수의 검정	Wilk's Lambda	카이제곱	자유도	유의확률
1	0.153	35.321	5	0.000

Table 13. coefficient of canonical models(Non-Elderly)

구 분	합 수	
	정준판별 함수계수	표준화된 정준판별 함수계수
(Constant)	-5.556	-
속 도 기 준	0.003	0.409
전 환 기 준	0.001	0.301
선택 정반응	0.085	0.346
반 사 회 성	0.134	0.600
학 력	-2.087	-0.665

Table 14. Discriminant functions(Non-Elderly)

유 형	합 수
	1
사고발생 무집단	0.091
사고발생 유집단	-0.091

표준화된 정준판별모형 계수 값을 살펴보면 아래와 같으며 판별식에서 학력이 가장 설명력이 높은 변수로 나타났다.

집단평균에 의해 평가된 비표준화 정준판별함수의 집단 중심점에서의 분류기준을 살펴보면 집단의 판별점수가 0 보다 크면 사고를 내지 않는 집단에 속하며 0 보다 작으면 사고를 내는 집단에 속하는 것으로 나타났다.

4.4. 사고발생 판별모형의 검증

통계적으로 유의하다고 판단된 모형들을 대상으로 실제 현실을 어느 정도 묘사 할 수 있는지에 대한 검증을 실시하였다. 교통안전공단의 정밀검사항목자료들 중 검증을 위하여 모형 개발에 사용하지 않은 자료 1,000개를 이용하였다. 그 중 결과값에 대한 예시는 10개의 샘플에 대해서 언급하였다.

Table 15. Actual verification of the model(Elderly)

No	기준값	판별값	실제값	적중유무
1	↑ 사고 발생무 0 (기준) ↓ 사고 발생유	-4.710	사고유(1)	○
2		-3.456	사고유(1)	○
3		-7.262	사고유(1)	○
4		-0.235	사고유(1)	○
5		-9.219	사고유(1)	○
6		3.524	사고무(0)	○
7		-2.224	사고유(1)	○
8		5.826	사고유(1)	×
9		-2.654	사고유(1)	○
10		-5.131	사고무(0)	×

주 : 1000개의 자료 중 10개의 자료를 예시하였음.

Table 16. Actual verification of the model(Non-Elderly)

No	기준값	판별값	실제값	적중유무
1	사고 발생무 ↑ 0 (기준) ↓ 사고 발생유	-7.031	사고무(0)	×
2		-6.825	사고유(1)	○
3		-7.436	사고유(1)	○
4		-8.131	사고유(1)	○
5		-6.825	사고유(1)	○
6		-1.246	사고무(0)	×
7		3.234	사고무(0)	○
8		-6.983	사고유(1)	○
9		-8.421	사고유(1)	○
10		-2.324	사고유(1)	○

고령자 사고발생 판별 모형에 대한 모형정산결과는 총 1,000개의 자료 중 875개의 자료가 정확하게 사고발생유무를 판별하여 약 88%의 적중률을 보이는 것으로 나타났다.

비고령자 사고발생 판별 모형에 대한 모형정산결과는 총 1,000개의 자료 중 835개의 자료가 정확하게 사고발생유무를 판별하여 약 84%의 적중률을 보이는 것으로 나타났다.

5. 결론 및 향후 연구 과제

5.1. 연구결과 고찰

본 연구에서는 교통사고발생 자료를 토대로 운전자(고령자, 비고령자) 유형을 교통안전측면의 고령자 정의를 시도하였으며, 이를 위해 데이터마이닝(Data Mining : CART)기법을 적용하였다. 또한, 선행연구고찰의 한계점인 실질적인 교통사고 발생에 영향을 주는 요인 규명을 위하여 판별모형을 개발하였다.

이러한 교통안전측면의 고령자의 연령정의와 그에 따른 교통사고 발생 유무에 대한 영향연구의 결과를 세부적으로 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 국내의 고령화 수준을 살펴보기 위하여 65세 이상 인구의 연평균 증가율이 4.30%로 나타나 65세 미만의 인구 증가에 비해 40배 정도 높은 것으로 나타났다.

둘째, 국내·외 고령자에 대한 정의는 단순히 인구통계학적인 특성을 기반으로 제시되고 있으며, 그 기준 또한 각종 근거법령에 따라 55~65세로 매우 다양하다 할 수 있다. 따라서 교통사고 측면의 고령자를 정의하기 위해서는 별도의 기준 마련이 필요하다고 판단된다.

셋째, 운전자 유형(고령자, 비고령자)을 구분하

여 사고발생 유·무에 대한 판별모형을 개발하였다. 모형의 개발결과 전반적으로 고령자가 비고령 운전자에 비해 많은 영향요인을 내포하고 있는 것으로 나타났다. 세부적인 영향요인을 살펴보기 위하여 표준화된 정준판별계수를 비교하였다.

넷째, 여섯째, 운전자의 인구통계학적 특성 중 대표적인 학력, 지역에 대한 분석결과를 살펴보면 다음과 같다. 고령자의 경우 지역(-0.595), 학력(-0.287)로 나타났으며, 비고령자의 경우 학력(-0.665)에 영향을 받는 것으로 나타났다.

특히 지역적 특성의 경우 수도권(서울, 경기 : 1)에 비해 충청도(4), 기타(제주도 : 5)지역으로 갈수록 고령자의 사고발생이 감소하는 것으로 나타났다. 이는 인구구성비와 일정부분 관련이 있다고 판단되며, 향후 운전자 관리를 지역적 특성을 반영하여 보다 세부적으로 해야 하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

지금까지 고령화 시대를 대비하여 증가가 예상되는 고령운전자에 대한 검토결과를 종합하여 결론을 제시하였다. 하지만, 시간 및 비용적 제약에 의해 다음을 향후 연구과제로 제시한다.

본 연구에서 개발된 모형의 결과를 토대로 고령 운전자의 관리방안에 대한 영향요인 및 근거를 제시하였으나, 고령운전자 개별 면밀한 인적특성 자료를 추가 확보하여 모형을 보완해야 한다.

참고문헌

- 1) 임평남, “한국의 노인교통사고 피해와 안전대책”, 교통안전연구논집, 제14집, pp. 15~23, 1995.
- 2) 신용균, 이건호, 박지영, “노년층 운전자의 시지각 및 운전행동”, 교통안전연구논집, 제17집, pp. 52~60, 1998.
- 3) 유현상, 송수식, 이상연, 백주희, “교통사고 다발자의 성격경향에 관한 연구”, 신경정신의학, 제134권, 제9호, pp. 1095~1104, 1996.
- 4) 교통개발연구원, “고령운전자의 운전행태 고찰 및 안전운전대책 연구보고서”, pp. 63~65, 2001.
- 5) 도로교통안전관리공단, “고령자 및 장애인 교통안전 대책연구”, pp. 55~62, 2002.
- 6) 경기개발연구원, “고령자 운전특성에 관한 연구”, pp. 30~36, 2002.
- 7) 배영철, “법규위반 운전행동의 원인분석과 교통안전교육의 개선방안연구”, 고려대학교 대학원 석사학위논문, pp. 16~18, 2004.
- 8) P. G. Koltnow, “Improving safety and mobility for

- older people”, TR News, No. 120, 9-10, pp. 20~23, 1985.
- 9) 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.
- 10) L. Staplin and R.W. Lyles, “Age difference in motion perception and specific traffic maneuver problems”, TRB Record No. 1325, 1991.