

초보 운전자에 의한 보행자-차량 교통사고의 심각도 영향 요인 분석

Factors Affecting Injury Severity in Pedestrian-Vehicle Crash by Novice Driver

최 세 로 나

(한양대학교 교통시스템공학과
석사과정)

박 준 형

(한국교통연구원
글로벌녹색융합연구본부 연구원)

오 철

(한양대학교 교통시스템공학과
교수)

목 차

- I. 서론
- II. 관련 문헌 고찰
 - 1. 초보운전자와 교통사고
 - 2. 운전자 인적요인 및 범규위반과 교통사고
- III. 자료 구축 및 분석
 - 1. 종속변수의 설정
 - 2. 독립변수의 가공 및 설정
- IV. 이항 로지스틱 회귀분석을 이용한 사고 심각도 영향요인 분석 방법론
 - 1. Binary Logistic Regression
 - 2. 분석과정
- V. 결과분석
- VI. 결론
- 참고문헌

Key Words : 교통사고심각도, 초보운전자, 보행자-차량 교통사고, 운전자 특성, 이항 로지스틱 회귀분석
Traffic Accident Injury Severity, Novice Driver, Pedestrian-vehicle Crash, Factors Related Drivers, Binary Logistic Regression(BLR)

요 약

교통사고는 단일요인에 의해 발생하기도 하지만 대부분 다양한 요인이 복합적으로 작용하여 교통사고의 사후분석 시 명확한 인과관계를 규명하는데 어려움이 있다. 본 연구에서는 초보운전자에 의한 교통사고를 대상으로 교통사고의 심각도에 영향을 주는 요인들에 대해 분석하였다. 사고발생 시 인명피해가 큰 보행자-차량 교통사고의 사고 심각도를 종속변수로 설정하고 사고 심각도의 증가에 유의한 영향을 미칠 것으로 판단되는 성별, 연령, 교통법규위반 횟수, 교통사고위치 등의 운전자 특성에 관련된 각종 변수들을 독립변수로 설정하여 운전자 운전 경력에 따라 분류하였다. 이항 로지스틱 회귀분석(BLR)을 적용하여 운전경력별 사고심각도 영향 요인을 도출하였다. 분석결과, 운전경력 그룹에 관계없이 운전자 연령, 교통법규위반 횟수, 교통사고위치가 보행자-차량 교통사고 심각도 증가에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 본 연구에서 제시한 교통사고 심각도에 영향을 미치는 운전자 특성은 향후 운전자 인적 특성과 더불어 도로환경 및 차량관련 요소에 관련된 교통사고 심각도에 영향을 미치는 요인 분석에 효과적으로 사용될 것으로 기대된다.

Since a variety of factors are associated with crash occurrence, the analysis of causes of crash is a hard task for traffic researchers and engineers. Among contributing factors leading to crash, the characteristics of driver is of keen interest. This study attempted to identify factors affecting the severity of pedestrian in the collision between pedestrian and vehicle. In particular, our analyses were focused on the novice driver. A binary logistic regression technique was adopted for the analyses. The results showed that driver's age, crash location, and the frequency of violations were dominant factors for the severity. Findings are expected to be useful information for defective policy- and education-based countermeasures.

본 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구입니다.(NRF5-2010-0029449)

I. 서론

국내에서는 만 19세가 되면 운전면허를 취득할 수 있는 자격이 주어진다. 자동차 업계에 따르면 국내의 자동차 보급률은 인구 1,000명당 1,800대, 1가구당 1대꼴로 우리나라는 세계 15번째 차자 1,000만 대 보유 국가이다. 매년 증가하는 자동차 보급률처럼 많은 사람들이 면허자격시험을 통해 운전면허를 취득하고 각자의 목적에 따라 운전자가 된다.

도로교통법 제 2조 25항에 따르면 “초보운전자”라 함은 처음 운전면허를 받은 날부터 2년이 경과되지 아니한 사람을 말한다. 지난 1999년 1월 4일까지 도로교통법 48조 3항에는 “제 1종 보통면허 또는 제 2종 보통면허를 받은 사람은 면허를 취득한 날로부터 6개월 동안 운전하는 자동차에 초보운전자 표지를 부착하고 운전하여야 한다.”는 내용이 명시되어 있었다. 이 규칙의 목적은 운전자에게 초보운전자 표지를 부착 운행토록 하여 초보운전자를 보호하려 함이었다. 차량운전에 능숙하지 않은 초보운전자들은 도로에서 위험하고 난처한 상황에 직면했을 때 안전하고 신속한 상황대처 능력이 부족하므로, 초보운전자는 다양한 교통사고 원인 중 운전자 인적요인의 교통특성이 가장 영향력 있게 작용한다고 판단된다.

초보운전자의 운전경력 부족뿐만 아니라 평소 운전행태를 대변하는 교통법규위반 내역 또한 운전자 인적요인과 연관되며, 이러한 운전 경력 및 법규 위반내역과 같은 운전자 인적특성은 교통사고 발생 시 사고심각도에 유의한 영향을 미칠 것으로 판단된다.

본 연구는 초보 운전자 교통사고에서 보행자-차량 교통사고 심각도와 가장 높은 연관성이 있는 운전자 인적특성을 도출하는데 목적이 있다. 분석에는 2004년에서 2007년까지의 기간 중에 운전면허를 취득한 초보운전자가 발생시킨 교통사고의 내용과 운전자의 운전경력, 연령, 성별 등의 정보를 이용하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 초보운전자, 운전자 인적요인, 법규위반과 교통사고의 관련성 연구에 대한 기존 문헌고찰 내용을 제시하고 3장에서는 입력 자료의 구축 및 분석과정을 서술하였다. 4장에서는 이항 로지스틱 회귀분석(Binary logistic regression, 이하 BLR)을 소개하고, BLR 기법을 적용하는 과정에 대하여 서술하였다. 5장에서는 BLR 기법을 이용하여 보행자-차량 교통사고 심각도 증가에 영향을 미치는 운전자 인적특성을 도출한 결과 및 결과 분석을 제시하였

으며, 6장에서는 결론과 본 연구의 의의 및 향후 연구 과제를 서술하였다.

II. 관련 문헌 고찰

1. 초보운전자와 교통사고

본 연구에서는 운전 경력, 교통법규 위반 내역이 운전자의 평소 운전행태를 반영한다고 판단하고, 교통사고 심각도에 영향을 미치는 요인 분석과 더불어 운전자 특성은 교통사고에 어떤 영향을 미치는지에 관련된 기존 연구에 대해 문헌 고찰을 수행하였다.

Evans(1991)는 초보운전자들이 운전경험이 많은 운전자들보다 차량 전방의 물체를 더 가깝게 인식하고, 실내외 반사경과 도로표지판의 인식률이 떨어진다고 분석하였다. 또한 초보운전자들이 운전을 시작하고 일정기간 동안에는 운전 중 안전운전에 필요한 정보를 수집하기보다 운전을 하고 있다는 사실 자체에만 집중하기 때문에 사고를 일으키기 쉽다고 서술하였다.

임강원(1993)은 초보운전자들은 그들의 운전기술이 향상될 때 까지 도로상에서 서툰 운전조작으로 인하여 도로교통류의 흐름을 방해하고, 사고의 직·간접적인 원인을 제공할 가능성이 운전경험이 많은 운전자보다 높다고 서술하였다. 또한 운전경험과 교통사고와의 분석에서 5년 미만인 운전자에 의한 사고의 경우, 1988년도에는 전체 사고의 50.5%였으나 1990년에는 53.9%, 1992년도에는 59.0%로 증가하여 운전이 미숙한 운전자의 사고율이 높게 나타나 운전경험이 중요하다는 결론을 도출하였다.

Hamish(1999)는 위험을 인식하는 것은 초보운전자가 가져야 하는 근본적인 운전기술이라고 제시하였다. 위험을 인지하는 과정은 어떤 위험 상황이 발생했을 때 위험 수준을 평가하는 것이며, 운전경험은 그 상황에 맞게 안전하게 대처함으로써 위험상황을 효과적으로 다룰 수 있게 한다. 그러나 초보 운전자는 일반운전자에 비해 신속하게 혹은 효율적으로 위험 인지 능력이 떨어지며 이는 곧 교통사고에서 초보운전자가 가장 사고발생률이 많은 원인으로 작용한다고 제시하였다.

Sirkku(2001)는 Finland 28,500명의 초보운전자를 대상으로 사고발생 및 운전경력을 운전자 연령별로 설문조사하여, 초보운전자의 사고 및 위반과 관련된 운전행태의 준위에 대한 연구를 수행하였다. 운전행태 준

위를 생존 및 자가 통제기술습득에 주력, 목적과 배경이 있는 운전(목적, 환경, 사회적 배경, 회사), 교통상황에 숙달됨(현 교통상황의 요구에 순응), 운전능 능수능란함(속도, 방향, 위치 조절)의 네 단계로 분류하였다. 여기서 젊은 초보운전자, 특히 젊은 남성 초보운전자가 낮은 준위의 운전행태로써 사고 및 위반률이 가장 높은 것으로 분석되었다. 성별, 연령 등의 요소와 사고 및 위반율과의 관계분석을 통하여 운전자 인적요인과 함께 운전경력은 교통사고 발생에 매우 유의한 요인으로 작용하고 있다고 제시하였다.

박영옥(2001)은 초보운전자들의 운전능력에 대한 문제점 중 일반운전자들에 비해 안전거리 판단능력과 속도 조절 능력이 부족하며, 시야가 좁아 받아들일 수 있는 정보의 양이 적다고 분석하였다. 또한 차량 내 거울을 잘 이용하지 않고 다양한 정보를 통합하여 전방의 위험을 인지 또는 평가하는 능력의 부족, 교통사고의 위험을 과소평가하고 본인의 운전실력을 과대평가하는 경향이 있다고 제시하였다.

Peter(2002)는 운전자의 운전경력이 늘어날수록 시각탐색 패턴이 달라지는 것에 대해 분석하였다. 초보운전자 그룹과 미리 교육된 초보운전자 그룹으로 구성되는 2개 그룹을 대상으로 실제 도로주행 실험, 돌발상황이 발생하는 영상자료 시청을 3회에 걸쳐 수행하여 운전자의 시선이동 패턴을 분석하였다. 실험에 앞서 미리 교육받은 초보운전자는 교통사고 발생, 사고가 발생할 수 있는 위험한 교통상황 동영상을 보면서 위험상황 시 반응하는 연습과정을 반복적으로 수행하여 시각적으로 보다 빠르게 위험상황을 인지 및 반응하는 교육과정을 받는다. 돌발상황 발생 시 교육받은 운전자들이 교육을 받지 않은 운전자들 보다 위험상황을 미리 감지하고 빠른 대응이 가능한 결과가 측정되었다.

James McKnight(2003)는 청소년 초보 운전자의 사고율이 성인보다 현저히 높은 현상의 원인을 미성숙된 운전행태와 경험부족에 기인한다고 판단하였다. 20세 미만의 초보 운전자가 발생시킨 2000건 이상의 사고를 대상으로 교통사고에 선행되는 운전행태에 대해 분석하였다. 분석결과, 대부분의 사고에는 2개 이상의 비정상적인 운전행태가 연관되어 있었으며 다양한 운전행태 중 집중력 저하로 인한 주의산만, 전방주시 태만과 속도조절 실패 등의 요인이 교통사고에 큰 영향을 주는 결과가 나타났다.

Daniel(2003)은 젊은 연령대의 운전자가 나이는 운전자나 운전경력이 많은 운전자들보다 사고율이 높은 것

을 문제로 인식하고 운전자의 연령이 증가함에 따라 사고율도 감소되는 현상을 배경으로 초보운전자의 월단위로 운전경력이 증가함에 따라 감소되는 사고율을 산출하였다. 초보운전자들의 운전경력이 증가함에 따라 낮아지는 사고율은 운전경력 2년차까지 지속적으로 감소하였으며, 가장 급격히 사고율이 감소되는 시기는 운전경력이 6개월째 되는 시기였다. 특히 도로이탈, 단독사고, 야간 또는 주말일 때의 사고의 경우 급격히 사고율이 감소되는 결과가 나타났다.

David(2006)는 초보운전자의 문제점에 대한 연구에서, 사고발생 비율을 연령대별로 분석하고 주요 사고 위험 요소를 도출하였다. 심각한 사고 발생 비율은 1,000,000 마일 당 16세는 34.5%, 17세는 20.2%, 18세는 13.8%라는 결과를 얻었다. 이는 20대가 7.8%, 60대가 3.9%라는 것과 비교하였을 때 매우 높은 수치로써, 운전경험이 적은 청소년 운전자들이 일반 운전자들 보다 사고율이 높은 것으로 나타났다. 초보운전자의 주요 사고 위험요소는 운전경험 부족, 젊은 연령대, 야간운전, 동승자여부, 음주여부 등으로 나타났다.

Fridulv(2006)는 위험한 교통상황 시나리오와 운전경력별로 그룹화된 운전자의 주행영상 촬영자료를 이용하여 위험인지 반응실험을 수행하였다. 교통상황은 31개 시나리오에 따라 실험을 수행하고 초보 운전자는 3개 그룹으로 운전경력이 1, 5, 9개월인 운전자를 대상으로 분석하였다. 초보운전자의 운전경력 및 연습시간에 따라 위험상황에 직면할 경우 이에 대한 평균 반응시간이 감소하는 결과가 산출되었다. 운전부하와 운전경험의 관계 분석을 통해 능숙한 핸들조작 능력은 운전자에게 보다 교통상황을 판단하는데 도움이 된다고 제시하였다.

Anders(2007)은 운전경력 1년 미만의 초보운전자를 성별로 분류하여 교통사고 발생에 운전자 성별이 미치는 영향을 분석하였다. 여성의 경우 남성보다 운전과 관련한 이론지식을 더 많이 알고 있으며, 특정 상황에서의 운전의 요소들이 연습되어있고, 운전자 교육 참여율 또한 높은 것으로 나타났다. 운전경력 1년 미만의 남성 운전자는 여성운전보다 1000명당 1.9배의 이상의 부상 사고를 발생시키는 것으로 나타났다.

J. Gabriel(2007)은 스페인 초보운전자들을 대상으로 2단계 교육프로그램 구현을 평가하는 연구를 수행하였다. 운전행태가 가장 높은 수준에 주요 초점을 맞추어 1일 운전자 안전 교육과정을 적용한 결과, 안전하게 운전을 하도록 일부 운전자의 운전행태를 변화시키는 것이

가능하다는 결론을 얻었다. 또한 운전자들에게 이러한 교육프로그램을 일반적으로 받도록 해야하며, 도로상에서의 교육 또한 개선되어야 한다고 제시하여 운전자 교육의 중요성을 강조하였다.

Carlo(2010)는 성별, 동승자 여부, 도로 조명상태, 운전자 인적특성, 감각성향 등의 요소와 젊은 초보운전자 운전행태의 연관성을 분석하는 연구를 수행하였다. 젊은 운전자가 안전한 운전습관을 갖도록 물 모델의 역할이 중요하며, 운전경험을 쌓고 사고위험을 줄일 목적으로 그들의 운전시간을 감독하기 위한 최소 요구사항이 정책적으로 설계되어야 한다고 제안하였다. 이는 가장 많은 비율로 도로 사고 및 부상을 일으키는 운전경력 1년 미만의 젊은 초보운전자가 사고발생비율을 최소화하고 안전한 운전행태를 갖기 위해서는 초보운전자에 대한 지속적인 교육이 필요하다고 제시하였다.

2. 운전자 인적요인 및 법규위반과 교통사고

하태준(2002)은 보행자 교통사고특성과 방지대책에 관한 연구에서 1990년부터 2002년까지 발생한 총 1,086,787건의 보행자 교통사고 중 횡단보도 및 그 부근에서 발생한 사고가 전체 보행자사고의 11.9%로 나타나 보행자 안전에 대한 운전자들의 의식 전환이 필요함을 제시하였다. 보행자 사고원인을 크게 보행자 과실, 운전자 과실, 기타 도로환경 요인의 세 가지로 구분하였는데, 광주광역시 66개 신호교차로에서 1996년부터 1998년까지 발생한 보행자사고 총 222건 중 운전자 과실사고가 132건으로 59.6%를 차지하여 가장 큰 원인은 운전자 신호위반과 보행자보호 위반과실이라는 결론을 얻었다. 이를 방지하기 위하여 단속과 동시에 운전자의 운전습관과 보행자 보호의식의 정립이 필요하다는 결론을 얻어 운전자 특성을 이해하고 적절한 교육을 통하여 운전자 과실사고를 감소시켜야 한다고 제시하였다.

Williams(2006)는 과속운전자들이 실제로 교통사고를 많이 유발하고 있으며, 또한 이들은 위험한 운전자집단으로 분류되므로 이들을 대상으로 한 엄격한 규제가 필요하며, 자동화된 기술을 이용한 단속이 필요하다고 제시하였다.

신용균(2007)은 운전자의 심리적·습관적 요인이 난폭운전의 의도와 행동을 유의하게 설명하는가에 대한 연구를 수행하였다. 사고를 내지 않을 것이라고 자신의 운전능력을 과신하는 행동통제력 지각, 그리고 운전자의

운전습관은 운전자의 운전유형에 유의미한 변수로 작용한다는 결과를 얻어 난폭운전 교정프로그램에 대한 필요성을 제시하였다.

이현주(2007)는 운전자의 개인적 특성에 따른 운전행태의 차이 분석에서 운전자의 인구통계학적 특성인 연령 및 운전경력과, 인적특성은 상호작용을 통하여 운전자의 운전행태로 나타난다고 제시하였다. 또한 안전성이 결여된 운전행태를 가진 운전자들은 고의적인 법규위반을 많이 하는 것으로 분석되어 운전자의 인적 특성이 교통사고에 큰 영향을 미치고 있다고 제시하였다.

송영남(2001)은 운전자의 교통법규준수 선택모형을 이용한 통행시간가치의 추정에 관한 연구에서 법규준수 선택모형을 이용하여 운전자의 통행시간 가치를 추정하였다. 조건부 가치측정법을 이용하여 추정한 결과, 개인의 교통법규 위반에 따르는 시간절감효과에 대한 주관적 기대치가 객관적인 자료보다 높게 나타났다. 교통법규위반에 따르는 사고기대비용을 포함한 금전비용은 객관적인 자료와 비교할 때 적게 평가되고 있어 교통법규위반에 대한 가능성이 더욱 높아지고 있다고 제시하였다.

기존의 문헌을 고찰한 결과, 운전자의 운전경험은 교통사고 발생 확률 증가와 관계가 있으며, 보행자 보호의식이 결여되어있거나 습관적으로 과속, 난폭 또는 음주운전을 하는 운전자들에 대해 교육 및 단속이 필요하다고 제시하였다. 초보운전자는 전방의 위험을 인지 또는 평가하여 안전거리를 판단하는 능력, 속도조절 능력 등을 포함하는 운전능력의 부족으로 인하여 교통사고의 위험이 있다고 제시하였다. 또한 교통법규 위반과 운전자 특성 관련 연구에서는 운전자 개인적 특성 및 운전자 통행시간가치가 법규위반 가능성 증감에 유의한 영향을 미치며, 적절한 처벌을 통한 법규준수로의 유인은 교통사고 감소에 기여할 수 있다고 제시하였다. 그러나 본 연구에서 분석한 운전 경력, 교통법규 위반, 연령, 성별 등과 같이 운전자의 운전행태와 연관되는 변수와 보행자-차량 교통사고 심각도의 연관성을 분석한 연구는 미비한 것으로 나타났다.

본 연구에서는 문헌 고찰 결과를 통하여 2004년에서 2007년까지의 교통사고자료를 이용, 보행자-차량 교통사고 심각도에 영향을 미치는 요인을 분석하고자한다.

III. 자료구축 및 분석

교통사고 발생 시 인명피해의 가능성이 큰 보행자-차량

교통사고의 심각도 분석을 위하여 2004년에서 2007년까지 3년간 발생한 운전경력 2년 미만의 초보운전자 교통사고 자료에서 보행자-차량간에 발생한 사고 자료만을 추출하여 분석자료로 활용하였다. 또한 운전자 운전경력을 운전면허 취득일 기준으로 1년 미만인 경우(502건)와 1년 이상~2년 미만인 경우(375건)로 구분하여, 운전경력 그룹별 초보운전자 보행자-차량 교통사고자료를 구축하였다.

종속변수를 교통사고 심각도로 설정하고 사고심각도에 영향을 주는 독립변수는 초보 운전자의 연령, 성별, 법규위반 횟수, 사고발생위치 등을 가공 및 변수화하였다. 본 연구에서 사용한 운전경력 2년 미만의 초보운전자 교통사고자료는 운전자ID, 사고일자, 사고내용, 사망자수, 중상자수, 경상자수, 부상자수, 성별, 연령, 법규위반 횟수, 사고유형 등의 정보로 구성되어 있으며, 원시자료에서 사고 심각도와 유의한 관계가 있을 것으로 판단되는 요인들을 독립변수들을 설정하였다.

1. 종속변수의 설정

보행자-차량 교통사고 심각도에 영향을 미치는 운전자 특성과 관련된 독립변수들을 도출해내기 위하여 종속변수를 사망자, 중상자, 경상자, 부상자, 물피사고 등의 교통사고 피해도로 분류하고, 0 또는 1로 구성된 이분형 변수로 설정하였다. 심각한 교통사고로 정의한 사망사고와 전치 2주 이상의 중상사고 및 경상사고는 1로 설정하였으며, 전치 2주 이하의 경미한 교통사고는 0으로 설정하였다.

2. 독립변수의 가공 및 설정

보행자-차량 사고심각도에 영향을 주는 운전자 특성과 관련된 독립변수를 알아보기 위해 원시자료의 운전자 정보와 사고내용 자료에서 사고 심각도와 유의한 관계가 있을 것으로 판단되는 요인들을 추출하였다.

개별운전자의 운전경력은 사고발생일과 면허취득일간의 차이로 산출하였다. 운전경력을 1년 미만, 1년 이상~2년 미만의 2가지로 운전경력 그룹을 분류하였다. 성별은 남성, 여성으로 구성되며, 남성을 1, 여성을 0으로 설정하였다.

〈표 1〉은 세부 사고내용을 이용한 사고위치 변수설정 과정을 나타낸 것이다. 보행자-차량 사고의 원시자료의 세부 사고 내용은 사고 발생 직전 보행자의 위치를 나타낸다. “차도 통행 중”과 “횡단 중”은 차도 또는 횡단보도를

〈표 1〉 세부 사고내용을 이용한 사고위치 변수 설정

사고 유형	세부 사고 내용	사고 위치	변수 설명
보행자-차량	차도 통행 중	차도	차량이 차도 또는 횡단보도를 횡단하는 보행자와 충돌
	횡단 중		
	길가장자리 구역 통행 중	보도	차량이 차선을 이탈하여 보도 또는 길 가장자리의 보행자와 충돌
	보도 통행 중		
기타		기타	

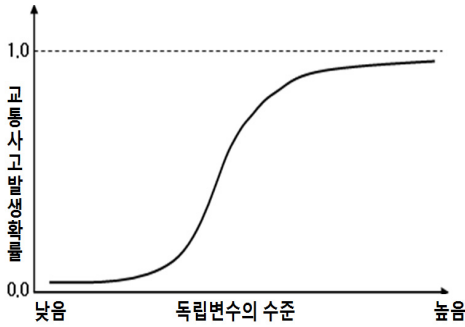
를 횡단하는 보행자와 차량이 충돌한 경우이므로 사고위치를 “차도”로 분류하였다. “길가장자리 구역 통행 중”과 “보도 통행 중”은 보도 또는 길 가장자리의 보행자를 차량이 차선을 이탈하여 충돌한 경우이므로 사고내용이 기타인 경우와 함께 사고위치를 보도로 분류하였다. 차도에서 발생한 사고의 심각도는 차량의 주행속도를 감안할 때, 보도에 비해 사고심각도 증가에 대한 영향이 클 것으로 판단되어 변수값을 1로 코딩하였으며, 상대적으로 심각도 증가에 영향이 작을 것으로 판단되는 보도를 0으로 코딩하였다.

법규위반횟수는 각 사고별 운전자 ID를 추출하여 3년간 보행자-차량사고에 관련된 법규위반 총 횟수를 입력하였다.

IV. BLR 기법을 이용한 사고 심각도 영향요인 분석 방법론

BLR은 종속변수가 범주형으로 관측된 데이터를 적함시킬 때 유용하게 사용되는 기법으로, 모형의 종속변수인 심각한 교통사고를 1로, 경미한 교통사고를 0으로 설정하는 binary classification 문제에 효과적으로 응용 가능하다. 또한, odds-ratio, Wald 통계량 등을 이용하여 종속변수에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 독립변수 판단시 유용하게 사용할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 사고자료의 심각도가 심각한 사고와 경미한 사고의 이항 변수의 형태로 나타나며, 교통사고 심각도에 영향을 미치는 요인을 분석하고자 BLR 기법을 적용하였다.

분석에 앞서, 운전자 인적 특성과 교통사고 심각도의 관계를 다음과 같이 가정하였다. 운전경력이 짧을수록, 교통법규위반 횟수가 많을수록 교통사고 심각도 정도가 높을 것이라 가정하였다. 연령이 많을수록, 성별이 남성일 경우가 보행자-차량 교통사고심각도 증가에 영향을 미칠 것이라는 가정 하에 분석을 수행하였다.



〈그림 1〉 교통사고 발생확률 예시

1. Binary Logistic Regression

BLR은 독립변수의 수준에 따라 이분화된 종속변수의 확률값을 예측한다. 〈그림 1〉과 같이 교통사고 발생확률에 관한 분석의 경우, 종속변수 1은 교통사고 발생확률이 1임을 의미한다. 교통사고확률 값은 0과 1의 범위에서 다양한 값들을 가질 수 있으나 0과 1의 범위를 벗어날 수는 없다. 본 연구에서 사용한 종속변수는 교통사고 심각도로서, 1은 전치 2주 이상의 사망, 중상, 경상이며, 0은 전치 2주 이하의 경미한 교통사고를 의미한다.

추정되는 모형은 〈식 1〉과 같은 형태이며, 여기서 $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ 는 추정될 모수이고, z 는 선형결합으로 〈식 2〉와 같다. 로지스틱 다중회귀모형의 로짓은 〈식 3〉이 된다.

$$\begin{aligned}
 P(y=1|x_1, \dots, x_p) &= \pi(x_1, \dots, x_p) & (1) \\
 &= \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x + \dots + \beta_p x_p)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x + \dots + \beta_p x_p)} \\
 &= \frac{\exp(z)}{1 + \exp(z)}
 \end{aligned}$$

$$z = \beta_0 + \beta_1 x + \dots + \beta_p x_p \quad (2)$$

$$g(\pi(x_1, \dots, x_p)) = \beta_0 + \beta_1 x + \dots + \beta_p x_p \quad (3)$$

만일 원시자료 중 이분형으로 분류 가능한 명목형 변수가 포함되어 있다면, 해당 변수는 독립변수로 설정시 회귀분석에서와 같이 가변수(dummy variable)로 취급하여 0또는 1로 설정한다.

모형의 변수의 계수가 양의 부호인 경우 그 변수는 교통사고 심각도 증가에 영향을 미치며, 음의 부호인 교통사고 심각도를 감소시키는 것을 의미한다.

로짓 회귀분석의 결과물 중 하나인 독립변수의 승산비(log odds)값은 다른 변수가 고정되었을 때 해당 독

〈표 2〉 로짓모형의 사고발생 확률

구분	남성(X=1)	여성(X=0)
심각한 사고발생	$P_1 = \frac{\exp(\alpha + \beta X)}{1 + \exp(\alpha + \beta X)}$	$P_0 = \frac{\exp(\alpha)}{1 + \exp(\alpha)}$
단순 사고발생	$1 - P_1 = \frac{1}{1 + \exp(\alpha + \beta X)}$	$1 - P_0 = \frac{1}{1 + \exp(\alpha)}$

립변수의 위험도를 설명할 수 있다. 예를 들어 독립변수가 “성별” 하나인 경우를 생각해 보면, X=1일 때 운전자는 남성이고, X=0일 때 운전자는 여성이라 한다면, 각각의 경우에서 심각한 교통사고발생(P_1)과 단순교통사고발생(P_0)의 확률은 〈표 2〉와 같다. 유근영(1996)은 〈표 4〉의 확률을 odds-ratio로 표현하였다. odds-ratio는 사건이 일어날 확률이 일어나지 않을 확률의 몇 배인지를 보여주는 odds의 비율을 의미한다.

〈식 4〉의 계산과정에 따라 $\exp(\beta)$ 는 odds-ratio와 동일한 값이 되며, 독립변수가 사고 심각도에 미치는 영향의 정도를 odds-ratio를 통해 수치적으로 분석할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 \text{odds ratio} &= \frac{\text{Logit } P_1}{\text{Logit } P_0} & (4) \\
 &= \frac{\frac{P_1}{(1-P_1)}}{\frac{P_0}{(1-P_0)}} = \frac{P_1(1-P_0)}{P_0(1-P_1)} \\
 &= \frac{\left[\frac{\exp(\alpha + \beta)}{1 + \exp(\alpha + \beta)} \right] \left[1 - \frac{\exp(\alpha)}{1 + \exp(\alpha)} \right]}{\left[\frac{\exp(\alpha)}{1 + \exp(\alpha)} \right] \left[1 - \frac{\exp(\alpha + \beta)}{1 + \exp(\alpha + \beta)} \right]} \\
 &= \frac{\left[\frac{\exp(\alpha + \beta)}{1 + \exp(\alpha + \beta)} \right] \left[1 - \frac{1}{1 + \exp(\alpha)} \right]}{\left[\frac{\exp(\alpha)}{1 + \exp(\alpha)} \right] \left[1 - \frac{1}{1 + \exp(\alpha + \beta)} \right]} \\
 &= \frac{\exp(\alpha)\exp(\beta)}{\exp(\alpha)} \\
 &= \exp(\beta) \\
 \therefore \text{odds ratio} &= \exp(\beta)
 \end{aligned}$$

odds-ratio의 해석의 예를 들면 “성별” 변수의 $\exp(\beta)$ 가 1.234일 때 1로 설정된 남성운전자가 0으로 설정된 여성운전자보다 교통사고 심각도 증가에 1.234배의 영향을 미친다는 것으로 해석될 수 있다. 또한 연속형 변수인 연령, 법규위반 횟수의 경우에는 독립변수 x가 1단위 증가할 때 odds가 $\exp(\beta)$ 만큼 증가하므로, 예를 들어 “법규위반 횟수” 변수의 $\exp(\beta)$ 가 1.234라면 법

규위반 횟수가 1 증가할 때 심각도는 1.234배 증가한다고 해석할 수 있다.

입력변수에 대한 회귀계수의 유의성은 Wald 통계량으로 검증할 수 있다. Wald 통계량 값은 <식 5>를 통하여 산출된다. Wald 통계량은 유의확률과 함께 해당 변수가 통계적으로 유의한지를 판단할 때 사용되며, Wald 통계량 값이 크면 클수록 독립변수가 종속변수에 미치는 영향이 더 크다는 뜻으로 해석된다.

$$Wald\ 통계량 = \left[\frac{\text{회귀계수의 추정치}}{\text{표준오차}} \right]^2 \quad (5)$$

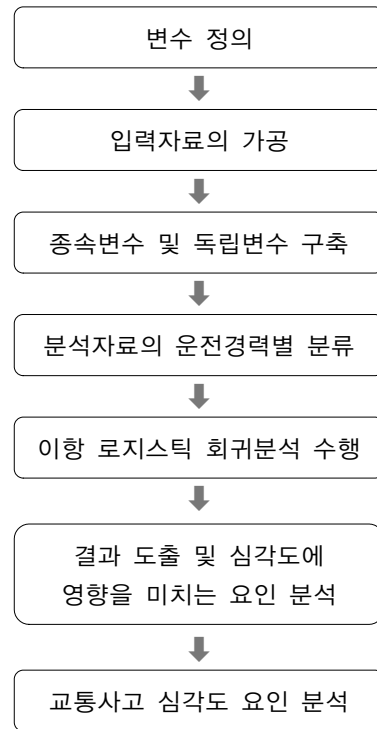
2. 분석과정

본 연구에서는 <그림 2>의 분석과정에 따라 BLR 기법을 적용하여, 초보운전자의 인적특성을 대변하는 교통자료를 독립변수로 설정하고 보행자-차량 교통사고의 사고 심각도를 종속변수로 설정하여 독립변수가 사고심각도에 미치는 영향에 대해 분석하였다. 운전면허 취득일자과 사고발생일자료로부터 산출된 운전경력을 연단위로 계산하여 1년 미만의 운전경력과 1년 이상~2년 미만의 운전경력을 지닌 운전자를 2가지 그룹으로 구분하여 각각에 대한 분석을 실시하였다. BLR 기법 수행 시의 변수 입력방법은 각 독립변수의 조합에 따라 유의한 모형의 도출과정을 확인하기 위해 후진 Wald 기법을 사용하였다.

V. 결과분석

초보 운전자들을 대상으로 보행자-차량 교통사고의 심각도를 분석한 결과 <표 3>과 같이 운전경력 그룹에 관계없이 연령, 사고위치, 법규위반 변수가 통계적으로 유의미한 변수로 도출되었다.

초보운전자의 “연령” 변수는 운전경력 1년 미만의 운전자의 경우 Wald 통계량 82.509의 확률적 표시인 유의확률이 0.000로 $\alpha=0.05$ 에서 통계적으로 유의하다. 1년 이상~2년 미만의 경우 역시 유의확률이 0.000으로 나타났으며, odds-ratio는 운전경력 그룹별로 각각 1.072, 1.034로 나타났다. 이는 운전자 연령이 1세 증가할 때마다 보행자-차량 교통사고의 심각도가 운전경력 1년 미만인 운전자의 경우에는 1.072배, 1년 이상~2년 미만인 운전자의 경우에는 1.034배 증가한다는 것을 의미한다.



<그림 2> 분석 과정

“사고위치” 변수는 운전자의 운전경력 그룹별로 유의확률이 각각 0.0001, 0.000으로 나타나 $\alpha=0.05$ 에서 통계적으로 유의하며, 운전경력에 관계없이 사고 심각도 증가에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. odds-ratio는 운전경력 그룹별로 각각 1.978, 3.660으로 도출되었는데, 이는 보도 또는 기타 장소보다 차도에서 심각한 보행자-차량 교통사고 발생 가능성이 운전경력 1년 미만 운전자의 경우 1.978배, 1년 이상~2년 미만의 경우 3.660배 많다는 것을 의미한다.

“법규위반횟수” 변수는 유의확률이 운전경력 그룹별로 0.002, 0.016으로 통계적으로 유의한 결과가 도출되었다. odds-ratio의 경우에는 운전경력 그룹별로 1.250, 1.213이 도출되었다. 이는 법규위반 횟수가 1회 증가할 때마다 심각한 보행자-차량 교통사고 발생 가능성이 운전경력 1년 미만 운전자의 경우 1.250배, 1년 이상~2년 미만의 경우 1.213배 증가한다는 것을 의미한다.

BLR 분석결과 적중률을 나타내는 분류정확도를 <표 4>에 제시하였다. 분류정확도는 0 또는 1의 이분형으로 설정된 종속변수에 대한 예측 정확도를 나타낸다. 분류정확도는 운전경력 그룹별로 각각 65.3%, 66.1%로 나타났다.

〈표 3〉 분석결과

운전경력 구분	유의한 독립변수	β	S.E.	Walds	유의확률	exp(β)	exp(β)에 대한 95% 신뢰구간	
							하한	상한
1년 미만	연령	0.070	0.008	82.509	0.000	1.072	1.056	1.089
	사고위치	0.682	0.207	10.907	0.001	1.978	1.320	2.965
	법규위반	0.223	0.072	9.641	0.002	1.250	1.086	1.438
	상수항	-3.035	0.328	85.701	0.000	0.048	-	-
1년 이상 ~ 2년 미만	연령	0.034	0.010	12.415	0.000	1.034	1.015	1.054
	사고위치	1.297	0.227	32.530	0.000	3.660	2.343	5.716
	법규위반	0.193	0.080	5.767	0.016	1.213	1.036	1.420
	상수항	-1.800	0.372	23.460	0.000	0.165	-	-

〈표 4〉 분류정확도

운전경력 1년 미만	구분		예측		분류정확 %
			심각도		
	0	1	0	1	전체 퍼센트
심각도	0	123	57	68.3	65.3
	1	68	112	62.2	
운전경력 1년 이상 ~2년 미만	구분		예측		분류정확 %
			심각도		
	0	111	69	61.7	66.1
	1	58	137	70.3	
		전체 퍼센트			

VI. 결론

본 연구에서는 보행자-차량 교통사고의 사고 심각도에 영향을 미치는 초보운전자 인적특성에 대한 분석을 수행하였다. 심각도 증가에 기여할 것으로 판단되는 성별, 연령, 법규위반 횟수, 사고발생위치를 독립변수로 설정하였다. 운전경력 1년 미만, 1년 이상~2년 미만 그룹으로 분류한 후 교통사고 심각도를 종속변수로 하여 보행자-차량 교통사고 심각도 증가에 통계적으로 유의한 요인변수를 도출하였다.

종속변수에 어떠한 독립변수가 가장 영향을 주는지에 대한 분석시 유용하게 사용될 수 있는 BLR 기법을 적용한 결과 사고위치, 법규위반횟수, 연령 변수가 통계적으로 유의한 변수로 도출되었다. 모든 변수가 운전경력 그룹에 관계없이 교통사고 심각도 증가에 연관이 있는 것으로 나타났다. 연령이 증가할수록, 보행자-차량 교통사고 위치가 차도일 경우, 법규위반횟수가 많을수록 교통사고 심각도 증가에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

본 연구의 한계 및 초보운전자에 의한 교통사고의 심각도 감소를 위한 향후 연구과제는 다음과 같다.

초보운전자들과 능숙한 운전자들의 평소 주행패턴을 세밀하게 수집하여 초보운전자가 능숙한 운전자보다 미숙한 운전능력이 무엇인지 파악하는 연구가 수행되어야 할 것이다. 시각탐색 능력, 속도조절 능력, 공간 인지 능력 등에 대하여 초보운전자와 능숙한 운전자의 비교평가 과정을 수행하고 교통사고 발생 및 사고심각도를 비교분석하는 연구가 수행되어야 할 것이다.

법규위반 횟수 변수가 통계적으로 유의하게 나타남에 따라 차후 법규위반 내용과 교통사고 심각도간의 상세한 연구가 수행되어야 한다. 또한, 본 연구에서는 사고자료에서 다양한 운전자 인적요인과 관련된 변수를 추출하는데 한계가 있어, 운전경력, 법규위반횟수, 성별, 연령, 등의 인적요인만을 고려하여 분석을 수행하였으나, 향후 다양한 운전자 인적 특성을 고려한 추가적인 연구가 수행되어야 한다.

본 연구에서 사용한 BLR 기법은 종속변수가 이분형일 경우에 사용이 가능하나, 교통사고 심각도는 이분형으로 구분하기에는 분석의 한계가 있을 수 있다. 따라서, 차후 다항로짓모형(Multinomial logit model), 순서형 프로빗모형(Ordered probit model) 또는 다변량분석(Multivariate analysis)기법을 이용하여 다양한 사고심각도에 어떤 독립변수들이 영향을 주는지에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

본 연구는 초보운전자의 보행자-차량 교통사고 자료를 이용하여 다양한 초보운전자 특성 중 연령, 교통법규위반횟수, 사고발생 위치 등을 고려하여 교통사고 심각도에 영향을 미치는 요인과 그 연관성을 분석한것에 그 의미가 있다. 또한, 향후 다양한 운전자 인적요인과 함께

도로환경 및 차량관련 요소에 관련된 교통사고 심각도에 영향을 미치는 요인 분석에 효과적으로 사용할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 명묘희 · 김광식(2008), “위법운전자에 대한 제재 수준과 정책수단 선택의 교통안전효과 비교”, 대한교통학회지, 제26권 제1호, 대한교통학회, pp.89~100.
2. 박영욱(2001), “초보운전자 관리제도에 관한 연구”, 교통안전연구논집, 제20호, pp.33~49.
3. 신용균 · 류준범 · 강수철(2007), “난폭운전에 영향을 미치는 심리적 요인”, 대한교통학회지, 제25권 제4호, 대한교통학회, pp.89~98.
4. 유근영(1996), “의학 보건학을 위한 범주형자료분석론”, 서울대학교출판부.
5. 임강원(2008), “우리나라 초보운전자의 교통사고 특성”, 교통안전연구논집, 제12권, pp.21~34.
6. 이현주(2007), “운전자의 개인적 특성에 따른 운전 행동의 차이 및 범규위반횟수에 대한 인과관계 분석”, 대한토목학회지, 제25권 제2호, 대한토목학회, pp.39~50.
7. 하태준 외 2명(2003), “신호교차로 보행자교통사고 특성과 방지대책에 관한 연구(광주광역시를 중심으로)”, 2002년도 대한토목학회, 대한토목학회, pp.53~56.
8. A. James McKnight et al.(2003), “Young novice drivers: careless or clueless?”, Accident Analysis and Prevention 35, pp.921~925.
9. Anders Nyberget al.(2007), “Practicing for and performance on drivers license tests in relation to gender differences in crash involvement among novice drivers”, Journal of Safety Research, Vol. 38, pp.71~80.
10. Carlo Giacomo Prato et al.(2010), “Modeling the behavior of novice young drivers during the first year after licensure”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 42, pp.480~486.
11. Daniel R. Mayhew et al.(2003), “Changes in collision rates among novice drivers during the first months of driving”, Accident Analysis and Prevention 35, pp.683~691.
12. David F. Preusser(2006), “The Novice Driver Problem”, Transportation Research E-Circular, Issue E-C101, pp.2~3.
13. Evans Leonard(1991), “Traffic safety and the driver” Van Nostrand Reinhold
14. Fridulv Sagberg et al.(2006), “Hazard perception and driving experience among novice drivers”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 38, pp.407~414.
15. Hamish A. Deery(1999), “Hazard and Risk Perception among Young Novice Drivers”, Journal of Safety Research, Vol. 30, pp.225~236.
16. J. Gabriel Molina et al.(2007), “Post-license education for novice drivers: Evaluation of a training programme implemented in Spain”, Journal of Safety Research, Vol. 38, Issue 3, pp.357~366.
17. Peter Chapman et al.(2002), “Visual search patterns in trained and untrained novice drivers”, Transportation Research Part F Vol. 5, pp.157~167.
18. Sirkku Laapotti et al.(2001), “Novice drivers’ accidents and violations—a failure on higher or lower hierarchical levels of driving behaviour”, Accident Analysis and Prevention, Vol. 33, pp.759~769.

✉ 주 작성자 : 최세로나
 ✉ 교신저자 : 최세로나
 ✉ 논문투고일 : 2011. 3. 7
 ✉ 논문심사일 : 2011. 6. 16 (1차)
 2011. 7. 4 (2차)
 ✉ 심사판정일 : 2011. 7. 4
 ✉ 반론접수기한 : 2011. 12. 31
 ✉ 3인 익명 심사필
 ✉ 1인 abstract 교정필