



서울시 주·야간 시간대 보행자 교통사고 심각도 요인 비교 분석*

Comparative Analysis of Factors Affecting the Severity of Pedestrian Crash by Daytime and Nighttime in Seoul, Korea

윤준호** · 이수기***
 Yoon, Junho · Lee, Sugie

Abstract

Although the pedestrian crash in Korea is gradually decreasing, it is still high compared to major developed countries. The pedestrian crash is known to be more dangerous in the nighttime than in the daytime. However, there have been few studies on factors affecting the severity of pedestrian crash at various times including daytime and nighttime. Using the data of the Traffic Accident Analysis System (TAAS) from 2015 to 2017, this study analyzed 16,650 observations including 8,265 cases of daytime accidents and 8,385 cases of nighttime accidents. This study examines the factors affecting the severity of pedestrian crash during the daytime and nighttime and provides policy implications for pedestrian safety. Analysis results from logistic regression models confirmed that conventional variables such as demographic characteristics, weather, and population density showed expected outcomes. In particular, the youth and the elderly drivers are more likely to be associated with the severity of pedestrian crash. In addition, traffic density is strongly associated with the severity of pedestrian crash. This outcome indicates that traffic volume and speed are crucial factors to the severity of pedestrian crash. This study also identified disparate physical factors that affect pedestrian crash severity between the daytime and nighttime. Road characteristics such as one-way below two lanes, exclusive median bus lane crosswalk showed strong associations with the severity of pedestrian crash. Finally, this study suggested policy implications to promote pedestrian safety.

키워드 교통사고, 보행안전, 보행자 교통사고 심각도, TAAS
Keywords Traffic Accident, Pedestrian Safety, Severity of Pedestrian Crash, TAAS

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

대한민국은 2012년 「보행안전 및 편의증진에 관한 법률」의 제정과 2013년 서울특별시에서 실시한 ‘보행친화도시 서울 비전’ 등의 다

양한 정책들을 시행하고 있어 보행자 교통사고가 점점 줄어드는 추세이지만, 여전히 다른 주요 선진국에 비하면 보행 안전에 대해 매우 취약한 실정을 보인다. 실제로 경제협력개발기구(OECD)의 통계에 따르면 대한민국은 2015년을 기준으로 인구 10만 명당 보행 중 사망자 수가 3.5명으로 칠레(4.1명)에 이어 OECD국가 중 2위를 차지하고 있으며, 이는 OECD국가의 평균

* 이 논문은 2017년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구(NRF-2017S1A5A2A01024947)이며, 2018년 11월 한국도시설계학회 추계학술대회와 2019년 4월 대한국토·도시계획학회 춘계산학협력대회에서 발표한 논문을 수정·보완하였음.

** Master's Student, Department of Urban Planning & Engineering, Hanyang University (First author: winjunho@naver.com)

*** Professor, Department of Urban Planning & Engineering, Hanyang University (Corresponding author: sugielee@hanyang.ac.kr)

1.1명의 3배가 넘는 실정이다(김용호 외, 2017).

도로교통공단에서 발간한 자료에 따르면 최근 5년간 보행자 교통사고의 발생은 주간(51.6%)이 야간(48.4%)보다 더 많았다(유기열, 2017). 주간 시간대에는 보행량과 교통량이 많고 다양한 활동이 발생하기 때문에 보행자 교통사고의 빈도가 높다고 할 수 있다. 하지만 사고 심각도가 높은 보행자 사망교통사고는 야간 61.9%, 주간 38.1%로 주간보다 야간 시간대에 더 많이 발생하는 경향을 보인다. 이는 주간 시간대보다 야간 시간대에 발생하는 보행자 교통사고의 심각성이 더 높음을 의미한다(유기열, 2017).

따라서 본 연구는 이처럼 보행자 교통사고 심각성에 있어 차이를 보이는 주간과 야간 시간대의 보행자 교통사고를 대상으로 분석을 진행하고자 한다. 해당 시간대에 발생하는 보행자 교통사고를 Point 단위로 미시적으로 분석해서 보행자 교통사고의 사고 심각성 요인에 대해 규명하고 이에 대한 정책적 시사점을 제공하는 데 이 연구의 목적이 있다.

2. 연구의 범위

본 연구의 공간적 범위는 서울특별시로 한정하여 분석을 진행하였다. 서울특별시는 대한민국의 수도로서 2015년 기준 986만 명으로 대한민국 인구의 5분의 1을 차지하는 대도시이다. 이를 도시면적 대비 인구 밀도로 계산하면 1만 6,364명/km²로 나타나는데, 이는 서울특별시가 세계 대도시인 도쿄(1만 4,386명/km²), 뉴욕(1만 951명/km²) 등과 더불어 인구밀도가 높은 도시에 속한다는 것을 알 수 있다. 또한, 2015년에서 2017년 사이에 전국에서 발생한 보행자 교통사고 약 15만 건 중 3만 2,248건의 사고가 서울특별시에서 발생하였기에, 본 연구의 공간적 범위로 적합하다고 판단하여 연구를 진행하였다.

본 연구의 시간적 범위는 2015~2017년 총 3년으로 설정하였으며, 내용적 범위는 도로의 위계에서 고속도로와 길(생활도로)을 제외한 '대로'와 '로'의 위계에서 발생한 보행자 교통사고를 대상으로 연구를 진행하였다.

II. 선행연구 검토 및 차별성

1. 주·야간 교통사고 선행연구 검토

본 연구의 주제인 주·야간 시간대에 발생한 보행자 교통사고와 관련하여 선행연구를 검토하였다. 그 결과 주로 고속도로에서 발생한 교통사고와 교차로에서의 교통사고 등 대부분 자동차 교통사고를 중심으로 연구가 진행된 것을 확인할 수 있었으며, 보행 안전 연구로는 사고다발지역의 위치 파악과 야간에 시인성을 증대하기 위한 연구가 주로 진행되었다.

먼저 도로교통공단이 발간한 교통사고 분석 자료집(박길수 외,

2016)에서는 2013~2015년에 발생한 보행자 교통사고의 특성을 분석하였다. 또한, 이 보고서는 2015년에 발생한 야간 보행자 교통사고를 대상으로 반경 200m 이내, 대상 사고 10건 이상인 곳을 추출하여 총 136개소의 야간 보행자 교통사고 다발지역의 위치를 파악하였다.

다음으로 고속도로를 중심으로 주·야간 자동차 교통사고를 분석한 연구를 찾을 수 있었는데, 이승신 외(2014)의 연구는 경기도 지역에서 경부, 서해안, 영동, 서울외곽순환고속도로를 중심으로 야간의 시인성 저하가 자동차 교통사고 발생에 미치는 영향을 연구하였다. 이 연구는 교통사고 자료를 기반으로 기상 조건, 가로 등 유무, LOS 등급별로 6개의 조건으로 분류하였으며, 각각의 조건에 대해 음이향 회귀모형을 사용하였다. 그 결과 야간의 어두움으로 인한 시인성 저하는 일반적으로 교통사고에 영향을 미친다는 것을 발견했다.

또한, 김정태 외(2016)의 연구는 고속도로의 주간 및 야간의 자동차 교통사고 영향 요인을 알아내기 위해 표준화된 정준판별함수 모형을 이용했다. 그 결과 주간과 야간 모두 졸음, 주시 태만, 조명시설 등이 교통사고에 영향을 미친다는 것으로 파악했고, 노면상태와 과속이 야간 교통사고에 영향을 미치는 것을 알아냈다.

그리고 홍성민 외(2012)의 연구에서는 2007~2010년 교통사고 자료를 이용하여 야간 및 일출몰 시간대 교통안전에 영향을 주는 고속도로에 대한 연구를 진행하였다. 이 연구는 종속변수를 주간, 야간, 일출몰 등 3가지로 나누어 포아송회귀분석과 음이향회귀분석을 사용하여 고속도로 교통사고빈도 모형을 도출했다. 이 연구는 기하학적 요인을 중점으로 분석을 진행하였으며 야간 시간대와 일출몰 시간대에 AADT, 완화곡선의 개수, 평면곡선과 오목중단곡선의 복합선형 등이 사고에 영향을 미치는 것으로 확인했다.

이외에도 교차로에서 발생한 자동차 교통사고에 대해 주·야간 시간대로 고려한 연구도 있었다. 유두선 외(2008)의 연구에서는 청주시 4지 신호교차로를 중심으로 주·야간 교통사고의 특성과 사고모형을 비교·분석하였다. 그 결과 야간의 사고율(진입차량 100만 대당)이 주간보다 2.56배가 많다는 사실과 주간 교통사고는 차량과 보행 교통량이 많은 영향을 미치고 야간 교통사고는 신호 위반이 영향을 많이 미친다는 차이를 알아냈다. 그리고 그 통계 결과를 기반으로 12개의 설명력이 높은 모형을 개발하였다.

이근희 외(2015)의 연구에서는 수도권 비도시지역에 위치한 지방부 교차로를 대상으로 주간과 야간의 교통사고 모형을 구축하고 그것을 비교하였다. 그 결과 주간 교통사고 모형의 경우 주도로의 차선수, 주·부도로의 중차량 교통량, 일반차량 교통량, 주·부도로에 설치된 좌회전 전용차선 유무 등등 9개의 변수가 유의하게 도출된 것을 확인했다. 또 야간 교통사고 모형의 경우엔 주도로 좌회전 신호 유무, 주·부도로의 중차량 교통량, 일반차량 교통량, 조명 유무, 보행섬의 유무 등등이 유의한 변수로 교통사고

에 영향을 끼친다는 것을 알아냈다.

해의 연구에서도 주·야간을 고려한 교통사고 연구를 찾아볼 수 있었는데, Akerstedt et al.(2001)은 스웨덴의 고속도로에서 발생하는 사고를 대상으로 시간대와 계절대로 분석을 진행했다. 그 결과 이른 아침의 운전은 이른 오후 동안의 운전보다 몇 배 더 위험한 것으로 나타났는데, 시인성의 문제보다는 졸음과 더 관련 있는 것으로 분석했다.

Bhagavathula et al.(2015)은 야간에 조명이 있는 56개의 시골 교차로와 조명이 없는 43개의 시골 교차로를 비교분석을 하였다. 그 결과 전체적으로 조명의 수준이 증가하면 차량 충돌 비율이 감소한다는 결과를 제시했다.

또 다른 연구에서 Plainis et al.(2006)은 야간시간에 도로에서 사망하는 사람에 대해 분석했다. 이 연구는 비조명도로, 저시인성환경 등에서 단순시각반응을 주로 연구했는데, 연구 결과로 운전자의 시각반응속도가 차량 정지거리에 영향을 주어 교통사고의 사망 가능성에 영향을 끼칠 수 있다는 점을 제시했다.

2. 교통사고 심각도 선행연구 검토

다음으로 교통사고의 사고 심각도에 대한 연구를 검토하였다. 사고 심각도 분석에 있어 세부적인 항목을 기준으로 연구를 진행한 사례가 많았으며 주로 기상 요인과 자동차 중심에 초점을 맞추어 연구가 진행된 것을 확인하였다.

우선 기상을 중심으로 교통사고 사고 심각도를 분석한 연구로 최새로나 외(2013)의 연구가 있다. 이 연구는 다양한 교통사고 중에서도 치사율이 높은 화물차 사고에 집중하여 기상 및 교통조건이 고속도로 화물차의 사고 심각도에 미치는 영향을 분석하였다. 2008~2010년의 교통사고 자료를 이용하여 종속변수를 경미한 사고는 0, 심각한 사고는 1로 지정하였고, 독립변수를 인적특성과 기하구조특성, 교통특성, 기상 등의 환경특성 등으로 설정한 후 로지스틱 회귀분석을 사용하였다. 그 결과, 속도 단속과 속도 관리전략 그리고 화물차 전용차로 등이 고속도로 화물차의 사고 심각도를 낮추기 위한 대책으로 제안되었다.

한수산·박병호(2011)의 연구는 차량 중심에 초점을 두어 사고 심각도 연구를 진행한 사례이다. 이 연구는 순서형 로지스틱 회귀모형을 사용해서 청주시의 주간선도로 13개에서 발생한 교통사고를 대상으로 EPDO 심각도 분석을 진행하였다. 해당 연구는 종속변수로 사망사고(0), 부상사고(1), 물피사고(2)로 지정하였고, 독립변수로 계절, 주야간, 기상상태, 포장상태, 운전자의 성별 및 나이 등을 넣어 순서형 로지스틱 회귀분석을 사용하였다. 연구 결과, 교통사고에 영향을 가장 많이 미치는 요인이 운전자로 나타났다, 운전자의 습관 및 의식이 개선되지 않는다면 교통사고의 수가 감소하지 않을 것이라 강조하였다.

그리고 박준태 외(2010)의 연구는 고령운전자의 사고유형별 사

고 심각도를 분석하였다. 이 연구는 종속변수를 고령운전자 사고시의 심각도를 기준으로 물적피해(0), 부상(1), 경상(2), 중상(3), 사망(4)으로 구성해서 순서형 로지스틱 회귀모형을 진행하였다. 그 결과, 고령운전자들이 도로 선형이 곡선인 곳에서 심각한 사고를 발생시키는 경향이 있다는 것과 승합차(SUV 등)를 몰고 사고를 냈을 때 부상정도가 타 차종에 비해 낮게 나타난 것을 발견했다.

보행자 교통사고의 주제로 사고 심각도를 분석한 연구로는 이 기훈·이수기(2016)의 연구가 있다. 이 연구는 2014년 서울시에서 발생한 보행자 교통사고를 대상으로 심각도에 영향을 미치는 연령대를 분석하였다. 해당 연구는 종속변수를 부상(1), 경상(2), 중상(3), 사망(4)으로 구성했고, 독립변수를 운전자 특성, 시간 및 기상, 교통 혼잡도 및 유동인구, 물리적 특성, 토지이용으로 구성하여 순서형 로지스틱 회귀모형을 진행했다. 그 결과, 운전자의 보행자 연령대별 보행자 사고 심각도는 운전자의 특성, 사고 지점의 사고 혼잡도와 차량 평균속도, 중앙버스전용차로 정류장 그리고 토지이용과 밀접한 관련이 있는 것을 확인했다.

또 다른 연구로 박정순(2011)의 연구는 4지 신호교차로에서 횡단보행자의 사고 심각도를 분석하였다. 해당 연구는 종속변수를 물피사고(0), 경상사고(1), 중상사고(2), 사망사고(3)로 지정하여 순서형 프로빗 모형을 사용하였다. 그 결과, 보행자의 연령, 시간대, 차종 및 제한속도가 사고심각성이 높은 사고를 발생시킨다는 것을 밝혀냈다.

배민경·박승훈(2019), 고동원·박승훈(2019)은 각각 대구광역시와 서울특별시를 대상으로 보행자 교통사고의 심각성을 다수준 회귀분석을 이용해 분석하였다. 해당 연구는 1수준을 개별사고요인으로, 2수준을 행정동의 근린환경요인으로 하여 사고 지점별 심각성을 분석하였다. 그 결과, 두 연구 모두 공통적으로 보행자의 특성과 운전자의 특성이 보행자 교통사고의 심각성에 큰 영향을 미치는 것을 밝혔고, 교차로·횡단보도의 사고와 어린이보호구역 사고에 대한 보행자 교통사고 심각성을 경각시켜주었다.

해의 연구에서 교통사고 심각도에 대하여 분석한 연구를 검토해보면 우선 Al-Ghamdi(2002)의 연구는 사우디아라비아의 수도 리야드에서 발생한 560명의 교통사고기록을 바탕으로 교통사고 요인의 영향을 평가하기 위해 로지스틱 회귀모형을 이용하였다. 이 연구는 종속변수를 Non-fatal(0), Fatal(1)로, 독립변수를 교차로, 사고원인, 충돌유형, 운전자 나이, 국가 등으로 하여 분석했다. 이 연구는 9개의 독립변수 중 2개, 즉사고원인과 교차로가 교통사고와 연관이 있는 요인임을 밝혀냈다.

Sze and Wong(2007)의 연구는 1991~2004년 홍콩에서 발생한 7만 3,746명의 보행자 교통사고 피해자를 대상으로 분석을 하였다. 이 연구는 종속변수를 가벼운 부상은 0, 심각한 부상 혹은 사망사고는 1로 지정하였고, 독립변수로 인구통계, 충돌, 환경, 기하학적 교통특성 등을 활용하여 보행자의 부상 심각도와 요인들 간의 관계를 분석했다.

Ma et al.(2009)의 연구는 2002년 중국 스좌장시에서 발생한 2,117건의 차량 교통사고를 대상으로 경미한 심각도의 사고는 0, 중대한 심각도의 사고는 1로 설정하여 도시 도로 환경을 대상으로 로지스틱 회귀분석을 사용하여 연구를 진행하였다. 이 연구는 도로의 교차로, 사고위치, 도로의 유형 및 조명상태 등이 사고 심각도에 있어 가장 중요하다는 결과를 도출해냈다.

Kong and Yang(2010)의 연구는 중국에서 발생한 실제 교통사고 사례를 기반으로 충돌 속도와 보행자 충돌 사망사고 사이의 연관성을 분석하였다. 이 연구는 2003~2009년에 발생한 차량-보행자 정면충돌 사고를 기준으로 보행자 연령이 14세 이상, Abbreviated Injury Scale가 1+인 사고, 승용차 및 SUV 그리고 MPV 차량으로 인한 사고, 차량 충격속도로 샘플링하여 총 104건의 보행자 교통사고 사고 건수를 다중 로지스틱 회귀모형으로 분석을 진행하였다. 그 결과, 차량 속도에 따라 50km/h일 때 26%의 보행자가 치명적인 부상을 입고, 58km/h일 때 50%, 70km/h일 때 82% 그리고 80km/h 이상일 때 극히 적은 보행자만 살아남았다는 결과를 내어 차량의 속도가 높을수록 보행자의 사망 위험이 높아진다는 연구 결과를 도출하였다.

3. 연구의 차별성

관련 선행연구를 검토해본 결과, 선행연구들은 사람 중심이 아닌 차량 중심으로 주·야간 교통사고를 연구해 왔고 연구의 공간적 범위가 교차로와 고속도로에 한정된 연구들이 대다수였다. 특히 주·야간 시간대의 보행자 교통사고의 주제로 진행된 연구는 매우 드물었다. 또한 교통사고의 사고 심각도 선행연구를 검토해 보았을 때, 도로교통공단 교통사고분석시스템(TAAS)에서 제공하는 사고 정보만을 활용하여 분석한 연구가 있었으며, 인구 특성 요인과 사고 주변의 물리적 환경, 대중교통 및 도로특성 그리고 연도 및 시간을 모두 고려하지 못한 연구도 있었다.

따라서 본 연구는 국내외적으로 그동안 연구가 부족한 주·야간 시간대의 보행자 교통사고 심각도 주제에 있어 연구를 진행했다는 점에 가장 큰 차별성을 가진다. 또한, 생활인구 데이터와 더불어 교통량과 차량평균속도를 이용한 교통밀도변수를 주중과 주말로 나누고 사고가 발생한 시간대(hour)를 고려하여 통제하였다는 점에서 타 연구와 차별성을 가진다.

추가적으로 본 연구는 선행연구와는 달리 각 사고 지점(point) 별의 보행자 교통사고 사건 개별의 특성 요인과 기상, 그리고 국가공간정보포털에서 제공하는 GIS건물통합정보 데이터와 국가교통DB의 도로망 자료를 활용하여 2015~2017년 각 해의 데이터 변화를 반영하여 사고가 발생한 지점의 50m 주변의 토지이용과 해당 지점의 도로특성 그리고 마지막으로 교통사고의 연도 및 시간요인까지 총 5가지 요인을 모두 고려하여 분석했다는 점에서 차별성을 가진다.

III. 변수설정 및 방법론

1. 변수 설정

본 연구는 QGIS를 이용하여 변수를 구축하였으며, 한국교통연구원에서 제공해준 도로망 데이터를 주된 자료로 사용하였다. 이 가로 세그먼트 데이터는 도로의 위계인 ‘고속도로’, ‘대로’, ‘로’, ‘길’ 에서 ‘길’에 대한 정보를 포함하지 않는 자료이다. 선행연구 중 박철영·이수기(2016)의 연구에선 이미 보행자들이 다닐 수 없는 ‘고속도로’와 보차분리가 되어 있지 않고 차량 통행량과 보행량이 상대적으로 적은 ‘길’을 제외하여 연구를 진행한 사례가 있었다. 따라서 본 연구는 이러한 선행연구를 참고하여 보행자가 다닐 수 없는 ‘고속도로’와 본 연구에서 사용하는 한국교통연구원의 도로망 데이터에 포함되지 않은 정보인 ‘길’을 제외한 모든 도로에서 발생한 보행자 교통사고 분석 표본을 구축하였다(〈그림 1〉 참조).

본 연구에서 활용하는 교통사고 분석시스템(TAAS)의 사고자료 좌표 데이터는 매우 정밀한 수준임에도 불구하고, 사고지점 좌표의 소수점 자리를 제공해주지 않아 사고 지점에서 약 1m 내외의 오차가 발생한다는 점과 그로 인해서 보도에서 발생하는 교통사고는 건물 안쪽에 좌표가 찍히는 등의 오류가 일부 존재하는 것을 확인하였다. 이러한 일부 자료는 모두 개별적으로 검토하여 인접한 도로에서 일어난 보행자 교통사고 표본에 포함하였다. 그 결과 본 연구는 2015~2017년 서울 지역에서 발생한 3만 2,248건의 사고 중 1만 6,752건의 차대사람 사고를 추출하였다. 또한, 운전자만 피해를 보고 보행자는 피해를 당하지 않은 차대사람 사고 94건을 제외하여, 순수하게 보행자만 피해를 당한 보행자 교통사고 자료 1만 6,658건을 추출하였다. 마지막으로 자료에 Null 값

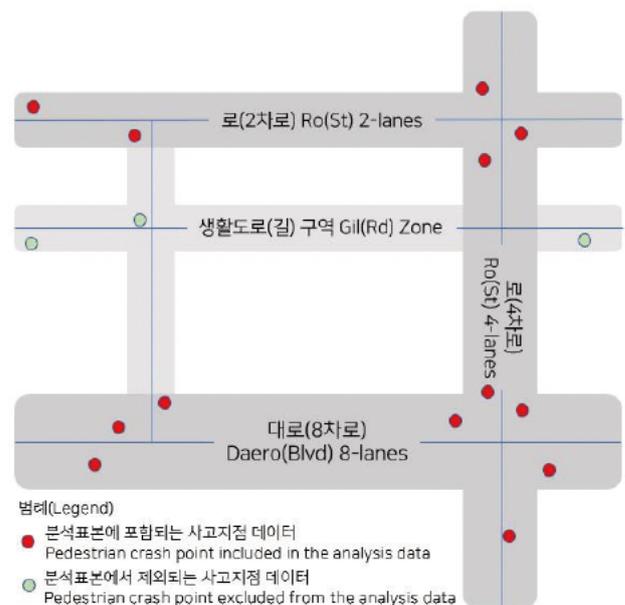


그림 1. 보행자 교통사고 표본 추출 방법
Figure 1. The extraction method of pedestrian crash samples

이 많이 포함된 8건을 제거하여 최종적으로 1만 6,650건의 서울시 보행자 교통사고를 대상으로 분석을 진행하였다.

따라서 본 연구의 종속변수는 2015~2017년의 서울 지역을 대상으로 발생한 보행자 교통사고 1만 6,650건으로 최종 정의하였다. 이를 시간대별 발생하는 보행자 교통사고의 사고 심각도로 비교분석하기 위해 주간과 야간으로 데이터를 분류하였다. 먼저 해당 자료를 주간과 야간으로 구분하기 위해서 한국천문연구원(KASI) 천문우주지식정보 사이트(<https://astro.kasi.re.kr/>) 내의 생활 속 천문학 항목에 있는 ‘월별 해/달 출몰시각’ 자료를 활용했다. 주·야간 관련 선행연구에서도 일출몰 데이터를 활용해서 낮과 밤 시간대를 나누는 사례가 있었다(유두선 외, 2008; 최새로나 외, 2013).

본 연구는 월별 15일의 일출몰 시각을 기준으로 일출~일몰 시각을 주간, 일몰~일출 시각을 야간으로 구분하였다.¹⁾ 또한 TAAS에서 제공하는 보행자 교통사고 데이터에는 발생 시간의 분 단위를 제공하지 않으므로 30분 단위로 반올림하여 나타내었다. 해당 시간으로 주간과 야간을 구분하였을 때에 주간에 발생한 보행자 교통사고의 사고 건수는 8,265건, 야간에 발생한 보행자 교통사고 사고 건수는 8,385건이었다.

본 연구의 독립변수는 사고개별특성, 기상, 생활인구밀도 및 토지이용, 대중교통 및 도로특성, 연도 및 시간 등 총 다섯 가지로 구분하여 구축하였다. 본 연구에서 이용된 변수들의 정의와 출처는 <표 1>에 정리하였다. 먼저 사고개별특성으로는 TAAS 데이터 내에 존재하는 교통사고의 가해자와 피해자 정보를 이용하였

다. 본 연구에서 활용하는 TAAS 데이터는 교통사고의 가해자(운전자)와 피해자(보행자)의 성별, 나이, 가해자 차량의 차종 등의 인적 정보를 담고 있다. 먼저 승합차와 화물차 그리고 이륜차 사고 변수는 차량 종류로 인한 각 시간대별 사고 심각도를 고려하기 위해 변수로 설정하였다. 여기서 승합차는 10인 이하 정도가 탈 수 있게 설계된 승용차와 달리 11인 이상이 탈 수 있게 고안된 자동차를 의미한다. 이륜차의 경우는 원동기도 이륜차로 간주하여 분석을 진행하였다.

청소년운전자는 14~19세의 운전행태를 고려하기 위해 변수로 설정하였다. 최근 10대들의 무면허 운전과 난폭 운전은 사회적으로 이슈가 될 만큼 문제를 야기하는 경우가 있다. 특히 오토바이 등의 이륜차의 경우, 만 16세 이상이면 면허를 딸 수 있고 합법적으로 청소년의 운전이 가능하기 때문에 변수로서 적절하다고 판단하였다.

노인운전자와 노인피해자는 65세 이상의 운전자와 피해자를 대상으로 변수를 구성하였다. 이는 2017년 9월 기준으로 대한민국 65세 이상 인구가 14% 이상을 차지하여 고령사회에 공식 진입하면서 점점 중요해지는 이슈이고 또 고령인구가 지속적으로 증가하고 있기에 이를 변수로 고려하였다. 여성운전자는 여성의 지위가 높아짐에 따라 여성의 경제활동이 활발해지고 그로 인해 도로에 많이 노출되는 추세이기에 변수로 고려하였다. 어린이피해자의 경우는 13세 이하의 연령대를 대상으로 지정하였다. 어린이 교통사고가 자주 일어나는 생활도로나 아닌 ‘대로’, ‘로’ 위계에서 발생하는 어린이 교통사고의 사고 심각성을 파악해보고자 변수

표 1. 변수 및 자료 출처 Table 1. Definition of variables and data source

Variable	Definition	Data Sources	
종속변수 Dependent variable	경상이하(0), 중상이상(1) Below slight injury(0), Above serious injury(1)	보행자 교통사고의 사고 심각도 Severity of pedestrian crash	
독립 변수 Ind. var.	승합차 Van	차량 종류가 승합차인지 여부 Whether vehicle type is van	
	화물차 Truck	차량 종류가 화물차인지 여부 Whether vehicle type is truck	
	이륜차 Motorcycle	차량 종류가 이륜차, 원동기인지 여부 Whether vehicle type is motorcycle	
	청소년운전자 Youth driver	운전자가 청소년인지 여부(14~19세: 1) Whether the driver is a youth (ages 14-19: 1)	도로교통공단 교통사고 분석시스템 Traffic Accident Analysis System (TAAS)
	노인운전자 Elderly driver	운전자가 노인인지의 여부(65세 이상: 1) Whether the driver is an elderly (65+ages: 1)	
	여성운전자 Female driver	운전자가 여성인지 여부(여자: 1) Whether the driver is a female (female: 1)	
	노인피해자 Elderly pedestrian	피해자가 노인인지 여부(65세 이상: 1) Whether the pedestrian is an elderly (65+ages: 1)	
	어린이피해자 Child pedestrian	피해자가 어린이인지 여부(13세 이하: 1) Whether the pedestrian is a kid (under 13 ages: 1)	
기상 Weather	날씨(좋지않음) Weather (bad)	사고 발생 당시의 날씨(좋은: 0, 좋지않음: 1) Weather at the time of the accident (Good: 0, Bad: 1)	TAAS

다음 페이지에 계속

Variable	Definition	Data Sources	
생활인구 밀도 및 토지이용 Living pop. density and land use factor	생활인구밀도(명/km ²) Living pop. density	사고 당시의 주중/주말, 시간대(24시간)를 고려하여 사고지점 버퍼 50m내 포함되는 모든 집계구의 생활인구 수를 모든 집계구의 면적으로 나눈 값 Living pop. density at the time of the accident point	서울시 열린데이터 광장 Seoul Open Data Plaza
	단독주택(m ²) Single-family housing use	사고지점 버퍼 50m내 단독주택 연면적(m ²) Single-family housing use area of the accident point in 50m buffer	국가공간 정보포털 National Spatial Data Infrastructure Portal (NSDI)
	공동주택(m ²) Multi-family housing use	사고지점 버퍼 50m내 공동주택 연면적(m ²) Multi-family housing use area of the accident point in 50m buffer	
	근린상업시설(m ²) Commercial use	사고지점 버퍼 50m내 근린상업시설 연면적(m ²) Commercial use area of the accident point in 50m buffer	
	업무시설(m ²) Office	사고지점 버퍼 50m내 업무시설 연면적(m ²) Office area of the accident point in 50m buffer	
독립 변수 Ind. var. 대중교통 및 도로특성 Public trans. and road character.	버스정류장 Bus station	사고지점 버퍼 50m내 버스정류장 유무 Existence of bus station for the accident point in 50m buffer	Transport operation & Information service (TOPIS)
	지하철 Subway	사고지점 버퍼 50m내 지하철 유무 Existence of subway for the accident point in 50m buffer	서울교통공사 Seoul Metro
	교통밀도(대/km) Traffic density	사고 당시의 주중/주말, 시간대(24시간)를 고려한 사고지점의 도로의 (교통량(대/h)/차량평균속도(km/h))값 Traffic density at the time of the accident point	ViewT
	일방통행도로(3차로 이상) One-way (above 3-lanes)	사고지점의 도로가 3차로 이상의 일방통행도로의 여부 Whether the road at the accident point is above 3-lanes one-way	국가교통DB, Korea Transport Database, 서울시 열린데이터 광장 Seoul Open Data Plaza
	일방통행도로(2차로 이하) One-way (below 2-lanes)	사고지점의 도로가 2차로 이하의 일방통행도로의 여부 Whether the road at the accident point is below 2-lanes one-way	
	중앙분리대 Median strip	사고지점의 도로에 중앙분리대가 있는지 여부 Existence of median strip on road for the accident point	
	중앙버스전용차로 Exclusive median bus lane	사고지점의 도로가 중앙버스전용차로인지 여부 Existence of exclusive median bus lane for the accident point	
	가로변버스전용차로 Curbside bus lane	사고지점의 도로가 가로변버스전용차로인지 여부 Existence of Curbside bus lane for the accident point	
	횡단보도 사고 Crosswalk crash	횡단보도 상 혹은 근처에서 발생한 사고 여부 Whether the pedestrian accident occur on crosswalk	TAAS
	생활도로 교차로 Community road intersection	사고가 생활도로 교차로에서 발생했는지 여부 Whether the pedestrian accident occur on community road intersect.	국가교통DB, Korea Transport Database, 서울시 열린데이터 광장 Seoul Open Data Plaza
	3지교차로 3-way intersection	사고가 '대로', '로' 3지교차로에서 발생했는지 여부 Whether the pedestrian accident occur on 3-way intersection	
	4지교차로 4-way intersection	사고가 '대로', '로' 4지교차로에서 발생했는지 여부 Whether the pedestrian accident occur on 4-way intersection	
	차선수 No. of lanes	사고지점의 도로의 차선수 No. of lanes at the time of the accident point	
연도 및 시간 Year and time	Year (reference: 2016)	2015 2015년에 발생한 보행자 교통사고 Pedestrian crashes in 2015 2017 2017년에 발생한 보행자 교통사고 Pedestrian crashes in 2017	도로교통공단 교통사고 분석시스템 Traffic Accident Analysis System (TAAS)
	Weekend (reference: Weekday)	주중(0), 주말(1)로 구성함 Weekend(0), Weekday(1)	
	Nighttime (reference: Daytime)	주간(0), 야간(1)으로 구성함 Daytime(0), Nighttime(1)	

로 설정하였다.

기상으로는 날씨 변수를 고려하였다. 날씨 변수는 TAAS 내의 사고 데이터를 활용하여 변수를 구축하였다. 날씨가 '좋은(맑음)' 일 때 0으로 구성하고, ' 좋지않음(맑음 외)'의 날씨일 때 1로 구성하여 날씨가 좋지 않을 때의 사고 심각도를 확인할 수 있도록 데이터를 구성하였다.

다음으로 생활인구밀도 및 토지이용으로는 생활인구밀도(명/km²) 변수와 단독주택, 공동주택, 근린상업시설, 업무시설 등의 토지이용 변수를 고려하였다. 먼저 생활인구밀도(명/km²) 변수는 서울 열린 데이터 광장에서 제공하는 2017년 서울 생활인구(내국인) 자료를 활용했다. 생활인구란 KT에서 제공하는 LTE 시그널 데이터를 기준으로 서울시와 KT가 협업하여 추계한 서울의 특정지역, 특정지점에 존재하는 모든 인구를 뜻한다. 이는 해당 지역에 실질적으로 살고 있는 상주인구와 해당 지역을 방문하는 유동인구를 전부 포함하는 자료이다. 일반적으로 유동인구와 상주인구를 포함하는 생활인구가 많다는 것은 보행자들이 교통사고에 노출될 가능성이 높다는 의미로 볼 수 있다.

본 연구는 생활인구 데이터의 양이 너무 많아 2017년도 1년 치 전체자료를 모두 가공하지 않고 2월, 6월, 10월의 일별 데이터를 가공하여 사용하였다. 또한, 해당 데이터를 교통밀도(대/km) 변수의 형식과 비슷하게 맞추기 위해 주중과 주말로 나누어 각 시간대(hour)을 고려한 시간대별 생활인구를 구하여 계산하였다. 그 결과, 집계구별 주중과 주말 그리고 시간대(hour)를 통제하는 자료를 생성하였다. 통제변수에서 주중과 주말을 고려한 이유는 주중이 주말보다 통근통행 등의 필수통행으로 사람과 차량이 더 자주 이동한다고 가정하기 때문이다. 그 후 해당 데이터를 보행자 교통사고 데이터에 Spatial Join을 하였다.

본 연구는 도로를 따라 분리되어 있는 집계구의 특성을 고려하기 위해 보행자 교통사고 Point 데이터에 Buffer 50m를 취한 후 가공작업을 진행하여, 집계구 경계에 위치하기 때문에 생길 수 있는 Point 데이터의 공간적 문제를 해결하였다.

다음으로 토지이용 변수에 해당하는 단독주택(m²), 공동주택(m²), 근린상업시설(m²), 업무시설(m²)의 경우는 국가공간정보포털(NSDI)에서 제공하는 GIS건물통합정보 자료를 이용하였다. 윤준호·이수기(2018)의 연구에서는 Daum Roadview를 통해 2014~2016년 3년 동안 물리적 환경이 변화한 부분을 제거하여 교통사고 분석 자료의 정확성을 높인 사례가 있다. 본 연구는 앞서 언급한 선행연구처럼 물리적 환경에 대해 3년간의 변화한 부분 자료를 제거하는 대신 각 연도에 해당하는 물리적 환경 변수를 구축하였다. 따라서 본 연구는 토지이용 변수를 3개 연도 시점의 GIS건물통합정보(2015.12.24., 2016.11.05., 2017.12.02.)자료를 활용하여 단독주택, 공동주택, 근린생활시설, 업무시설로 분류하여 데이터를 구축하였다. 각각의 시설은 GIS건물통합정보 데이터 상에 표기된 건물주용도 정보를 이용하여 구했다. 단독주택과

공동주택 그리고 업무시설은 하나의 용도 정보로 표시되어 있어, 이를 기존의 용도대로 분류하여 사용하였고, 근린상업시설은 근린생활시설과 제1종 근린생활시설, 제2종 근린생활시설, 판매시설로 구성되어 있는 네 가지 용도 정보를 하나로 합하여 구했다. 해당 데이터에서 오류로 판단되는 부분을 일부 발견할 수 있었는데, 이는 부동산정보통합열람 사이트(<http://kras.seoul.go.kr/>)를 참고하여 수정할 수 있는 부분은 수정하였고, 그렇지 않은 부분은 제외하여 진행하였다.

본 연구는 보행자 교통사고 지점 주변의 세부적인 물리적 환경 변수를 구축하기 위해 50m 버퍼(buffer)를 활용하였다. 보행자 교통사고의 지점 데이터를 분석하는 데에 이기훈·이수기(2016)의 연구에서도 50m 버퍼로 사고 좌표 데이터를 미시적으로 분석한 사례가 있으며, 사고지점과 바로 연결한 주변 토지이용 변수를 측정하는 데에 있어 50m 버퍼가 적합하다고 판단하였다. 따라서 토지이용 변수의 경우 해당 버퍼와 인접한 각 건물의 유형별 연면적 수치를 합하는 방법으로 계산하여 진행하였다.

대중교통 및 도로특성은 버스정류장과 지하철 같은 대중교통 시설과 해당 보행자 교통사고 지점 도로의 일방통행도로, 중앙분리대 등의 물리적 환경 요인을 변수로 구성하였다. 먼저 대중교통 부분으로 버스정류장과 지하철을 고려하였다. 버스정류장과 지하철은 각각 서울시 교통정보 시스템(TOPIS)에서 제공하는 2016년 버스정류장 위치 데이터와 서울교통공사에서 제공받은 지하철 위치 데이터를 이용하여 구축하였다. 본 연구는 앞서 토지이용 변수를 산출할 때와 마찬가지로의 방법으로 정보를 사고 지점마다 부여하기 위해 50m 버퍼를 사용하여 버퍼 내부에 존재하는 시설의 존재 여부로 변수를 구성했다.

도로특성의 경우는 교통밀도(대/km) 변수와 일방통행도로(3차로 이상, 2차로 이하), 중앙분리대, 중앙버스전용차로, 가로변버스전용차로, 횡단보도 사고, 생활도로 교차로, 3지교차로, 4지교차로, 차선수로 구성하였다. 해당 변수는 사고 지점의 도로특성 이기에, 사고 지점의 특성을 그대로 반영하였다고 볼 수 있다.

교통밀도(대/km) 변수는 한국교통연구원의 교통빅데이터연구소(ViewT)의 데이터를 활용하여 사고가 발생한 시간대의 교통량(대/h)과 차량평균속도(km/h)에 대한 데이터를 구하였고, 이를 이용하여 교통량(대/h)을 차량평균속도(km/h)로 나누어 산출하였다. 본 데이터는 도로의 위계 중 '고속도로', '대로', '로'의 자료만으로 구축된 데이터이기에 생활도로인 '길'에 대한 자료를 구축하는 데엔 한계가 있다. 따라서 이는 본 연구의 분석범위를 '대로'와 '로'로 설정한 가장 큰 이유이다.

한국교통연구원 교통빅데이터연구소(ViewT)는 2015년에 국가 전역에서 수집된 4,570만 건의 이동경로 데이터를 기반으로 하여 해당 도로망 범위를 기준으로 추정교통량과 차량평균속도 데이터를 구축하였기에 해당 자료를 신뢰할 수 있다. 교통량(대/h)과 차량평균속도(km/h) 데이터는 주중과 주말, 시간대별로 자료가

구축되어 있어 교통사고의 발생 시기(주중/주말, 사고발생 시간대)에 맞추어 데이터를 구축할 수 있었다.

하지만 교통량과 차량평균속도는 상호 밀접한 관계이기에 이 두 변수를 모두 대입하면 변수 간 내생성 문제가 발생하여 분석에 오류가 발생할 가능성이 있다. 따라서 본 연구는 1시간 단위로 구축한 교통량(대/h)과 차량평균속도(km/h) 변수를 교통류이론의 교통량, 속도, 밀도 공식²⁾을 참고하여 교통량 변수를 속도로 나누어 교통밀도(대/km)를 구하여 분석을 진행하였다(May, 1990).

다음으로 일방통행도로(3차로 이상, 2차로 이하), 중앙분리대, 중앙버스전용차로, 가로변버스전용차로, 횡단보도 사고, 생활도로 교차로, 3지교차로, 4지교차로, 차선수로 구성된 도로요인에 관한 부분도 토지이용 및 물리적 환경요인과 동일하게 2015년, 2016년, 2017년의 자료를 준비하여 구축하였다. 이는 국가교통DB(KTDB)에서 제공하는 2016년(2015년 기준), 2017년(2016년 기준), 2018년(2017년 기준) 도로망 데이터를 이용하여 구했다. 국가교통DB에서 제공하는 도로망 데이터는 자료에 일방통행도로, 중앙분리대, 중앙버스전용차로, 가로변버스전용차로, 차선수 등, 도로의 물리적 환경에 대한 정보가 담겨 있다. 해당 데이터는 보행자 교통사고의 심각도 요인을 규명하는 데에 필요하리라 생각하였기에 변수로 구축하였다.

그중 일방통행도로의 경우 3차로 이상인 일방통행도로와 2차로 이하인 일방통행도로를 분리하여 변수로 구축하였다. 일방통행도로는 크게 목동서로와 목동동로, 세종대로, 여의대로 등과 같은 3차로 이상의 대로변과 청계천로와 같은 하천을 끼고 있는 도로 그리고 교차로 내 교통섬 사이를 지나는 도로 등으로 지정되어 있는 2차로 이하의 도로 등으로 이루어져 있다. 이 자료를 두 개로 나눈 이유는 일방통행의 차로 수에 따라 보행자들의 도로 노출 정도와 환경이 다르기 때문이다. 경찰청에서 발간한 교통운영체계 선진화 연구의 일방통행 운영 및 확대 방안에 대한 내용을 참고하면 목동지구의 일방통행(목동서로, 목동동로)과 여의도지역의 일방통행(여의대로, 국회대로) 같은 차로 수가 넓은 일방통행도로는 도로이용효율과 교통사고예방 등의 측면에서 효과가 매우 좋은 사례지역으로 평가받고 있다(김동호 외, 2010). 반면 좁은 일방통행에 해당하는 청계천로와 교차로 내 교통섬 사이를 지나는 도로 등은 무단횡단을 비롯한 교통사고의 위험성이 있다. 본 연구는 각각 반대의 평가를 받고 있는 일방통행도로를 도로의 너비인 차로 수를 기준으로 3차로 이상(여의대로 등 포함)일 경우와 2차로 이하(청계천로 등 포함)일 경우로 나누어 변수로 대입하였다. 다음으로 횡단보도 사고 변수의 경우 TAAS 데이터의 자료를 활용하여 사고가 발생한 장소에 횡단보도와 관련이 있는 정보가 없으면 0, 있으면 1로 지정하여 변수로 구축하였다.

생활도로 교차로는 '대로', '로' 수준의 데이터가 구축된 국가교통DB의 도로망 자료와 달리 서울시 전체 도로가 전부 담겨 있는 2016년 새주소DB 도로망 자료를 이용하여 구축하였다. 이 변수

는 생활도로가 '대로', '로'에 맞는 부분을 기준으로 삼아 이를 Point로 추출하였으며 '대로', '로' 단위끼리의 교차로 부분은 제외했다. 본 연구는 '생활권 이면도로 정비사업 추진지침'에 있는 생활도로구역(30구역) 지정 기본원칙을 참고하여, 생활도로(30구역) 지정의 선택 요건이 중로 3류(폭 12~15m) 미만임을 고려하였다.

3지 교차로, 4지 교차로 변수는 국가교통DB의 도로망을 기준으로 데이터를 구축하였다. 생활도로와 마찬가지로의 방식으로 도로와 도로가 맞는 부분을 대상으로 Point를 추출하고 이에 Buffer를 이용하여 구하였다. 선행연구에서는 비도시 지역 교차로를 0.05mile(약 80m), 도시 교차로를 0.02mile(약 30m)로 지정하여 분석한 사례가 있다(Green and Agent, 2003). 그리고 서울시의 '대로', '로' 위계의 교차로를 대상으로 무작위 50개를 추출한 후, 해당 거리를 측정했을 때에 평균값이 30m 정도로 추산되었다. 따라서 본 연구는 '대로', '로' 위계의 교차로의 Buffer를 30m로 지정하고 분석을 진행하였다.³⁾ 추가적으로 생활도로 교차로, 그리고 3지 교차로, 4지 교차로 변수를 구축할 때에 QGIS에서 교차로가 아님에도 교차로라고 인식한 부분에 대해서 수작업으로 수정을 진행하여, 데이터를 좀 더 정밀하게 구성하였다.

마지막으로 연도 및 시간변수로 2015년, 2016년, 2017년 터미 변수와 주중/주말, 주간/야간 변수를 사용하였다. 해당 변수는 전체 보행자 교통사고의 사고 심각도에 대한 연도별 차이와 더불어 통근으로 인한 통행이 많은 주중과, 여가로 인한 통행이 많은 주말의 차이를 제어하고 마지막으로 본 연구에서 궁극적으로 알고자 하는 주간/야간의 차이를 제어하기 위하여 사용하였다.

2. 연구의 방법론

본 연구의 종속변수는 경상이하(0)와 중상이상(1)으로 구성된 범주형 데이터이다. 종속변수가 범주형일 때에 사용할 수 있는 방법론은 로지스틱 회귀분석이 대표적이다. 로지스틱 회귀분석은 범주형 데이터가 2개일 때 사용하는 이항형 로지스틱 회귀분석과, 3개 이상일 때 사용하는 순서형 로지스틱 회귀분석과 다항 로지스틱 회귀분석으로 구성되어 있다.

본 연구의 종속변수는 경상이하(0)와 중상이상(1)으로 구성되기에 앞서 부상신고, 경상, 중상, 사망으로 총 4가지 범주로 분류되어 있었다. 따라서 범주가 여러 개일 때 사용하는 순서형 로지스틱 회귀분석을 고려할 수 있다. 그러나 보행자 교통사고 심각도 유형인 부상신고, 경상, 중상, 사망별 표본의 빈도에서 많은 차이를 보여 순서형 로지스틱 회귀모형이나 다항 로지스틱 회귀모형은 적합하지 않은 것으로 나타났다.

따라서 본 연구는 부상신고와 경상을 경상이하(0)로 묶고, 중상과 사망을 중상이상(1)으로 묶은 후 이항형 로지스틱 회귀모형으로 분석을 진행하였다. 이는 지금까지 교통사고 심각도 분석 관련 연구에서 보편적으로 많이 활용된 방법이기도 하다.

IV. 분석 결과

1. 기초통계분석

본 연구는 서울특별시에서 발생하는 보행자 교통사고를 시인성과 혼잡성을 고려하여 시간대별로 구분하여 자료를 구축하고 분석을 진행하였다. 본 연구의 기초통계표는 다음 <표 2>와 <표 3>로 정리하였다. 본 연구에서 분석할 보행자 교통사고의 표본 수는 총 1만 6,650건이며, 이 중 주간(주간)에 발생한 보행자 교통사고는

8,265건, 야간(야간)에 발생한 교통사고는 8,385건이다.

기초통계분석 결과, 주간엔 경상이하의 사고가 자주 발생하고 야간엔 중상이상의 사고가 자주 발생하는 경향을 보이고 있다. 주간에는 화물차 사고와 노인피해자를 제외하면 모든 변수에서 경상이하의 사고 비율이 더 높다. 반면, 야간 시간대에는 청소년 운전자, 노인운전자, 노인피해자, 날씨, 횡단보도 사고, 중앙분리대, 중앙버스전용차로, 가로변버스전용차로, 4지 교차로 등 많은 변수에서 경상이하보다 중상이상의 사고 비율이 높게 나타나는 것을 확인할 수 있다.

표 2. 기초통계분석
Table 2. Descriptive analysis

변수 Variable	전체(100%) All(100%)	주간 Daytime		야간 Nighttime		
		경상이하 Below slight	중상이상 Above serious	경상이하 Below slight	중상이상 Above serious	
종속변수 Dependent variable	주·야간 사고 심각도 Severity of daytime and nighttime	16650	4486(26.9%)	3779 (22.7%)	4111(24.7%)	4274(25.7%)
사고 개별특성 Accident and individual character.	승합차 Van	1797	520(28.9%)	516 (28.7%)	364(20.3%)	397(22.1%)
	화물차 Truck	1462	449(30.7%)	537 (36.7%)	190(13.0%)	286(19.6%)
	이륜차 Motorcycle	1913	501(26.2%)	364 (19.0%)	499(26.1%)	549(28.7%)
	청소년운전자 Youth driver	596	127(21.3%)	111 (18.6%)	160(26.8%)	198(33.2%)
	노인운전자 Elderly driver	1975	501(25.4%)	473 (23.9%)	434(22.0%)	567(28.7%)
	여성운전자 Female driver	2204	753(34.2%)	628 (28.5%)	418(19.0%)	405(18.4%)
	노인피해자 Elderly pedestrian	3631	866(23.9%)	1473 (40.6%)	368(10.1%)	924(25.4%)
기상 Weather	어린이피해자 Child pedestrian	759	427(56.3%)	171 (22.5%)	118(15.5%)	43(5.7%)
	날씨(좋지않음) Weather (bad)	2340	403(17.2%)	339 (14.5%)	738(31.5%)	860(36.8%)
대중교통 및 도로특성 Public trans. and road character.	버스정류장 Bus station	9159	2488(27.2%)	2088 (22.8%)	2236(24.4%)	2347(25.6%)
	지하철 Subway	737	173(23.5%)	152 (20.6%)	223(30.3%)	189(25.6%)
	일방통행도로(3차로 이상) One-way (above 3-lanes)	926	252(27.2%)	219 (23.7%)	236(25.5%)	219(23.7%)
	일방통행도로(2차로 이하) One-way (below 2-lanes)	3432	875(25.5%)	810 (23.6%)	869(25.3%)	878(25.6%)
	중앙분리대 Median strip	3522	866(24.6%)	708 (20.1%)	938(26.6%)	1010(28.7%)
	중앙버스전용차로 Exclusive median bus lane	2493	591(23.7%)	556 (22.3%)	589(23.6%)	757(30.4%)
	가로변버스전용차로 Curbside bus lane	1649	429(26.0%)	307 (18.6%)	412(25.0%)	501(30.4%)
	횡단보도 사고 Crosswalk crash	3028	781(25.8%)	663 (21.9%)	745(24.6%)	839(27.7%)
	생활도로 교차로 Community road intersection	5973	1572(26.3%)	1404 (23.5%)	1457(24.4%)	1540(25.8%)
	3지 교차로 3-way intersection	1421	371(26.1%)	324 (22.8%)	360(25.3%)	366(25.8%)
4지 교차로 4-way intersection	1481	374(25.3%)	291 (19.6%)	414(28.0%)	402(27.1%)	

다음 페이지에 계속

변수 Variable		전체(100%) All(100%)	주간 Daytime		야간 Nighttime		
			경상이하 Below slight	중상이상 Above serious	경상이하 Below slight	중상이상 Above serious	
연도 및 시간 Year and time	Year	2015	6206	1653(26.6%)	1423(22.9%)	1535(24.7%)	1595(25.7%)
		2016	5533	1499(27.1%)	1234(22.3%)	1367(24.7%)	1433(25.9%)
		2017	4911	1334(27.2%)	1122(22.8%)	1209(24.6%)	1246(25.4%)
	Week	주중 Weekday	12411	3517(28.3%)	3039(24.5%)	2859(23.0%)	2996(24.1%)
		주말 Weekend	4239	969(22.9%)	740(17.5%)	1252(29.5%)	1278(30.1%)

표 3. 기초통계분석(연속변수)
Table 3. Descriptive analysis (Continuous variable)

Variable		Obs.	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.
생활인구밀도 및 토지이용 Living pop. density and land use factor	생활인구밀도(명/km ²) Living pop. density	16650	34918.5	24839.5	311.1	251755.5
	단독주택(m ²) Single-family housing use	16650	866.6	1284.7	0.0	9253.1
	공동주택(m ²) Multi-family housing use	16650	5767.2	16525.0	0.0	385944.3
	근린상업시설(m ²) Commercial use	16650	6652.8	13070.7	0.0	402460.3
	업무시설(m ²) Office	16650	5985.0	18175.4	0.0	326277.8
도로특성 Road characteristics	교통밀도(대/m ²) Traffic density	16650	30.9	23.1	0.0	250.5
	차선수(개) No. of lanes	16650	4.4	2.0	1.0	14.0

연속변수에서 생활인구밀도(명/km²)변수의 최댓값 25만 1,755.5명에 해당하는 장소는 주말, 20시(4월, 야간)에 서울시 강서동 화곡동 화곡사거리 근처로 나타났다. 반면 최솟값 311.1명에 해당하는 장소는 주말, 00시(4월, 야간)에 서울시 동작구 동작동에 위치한 겨례의마당 근처의 현충로로 나타났다.

추가적으로 단독주택(m²)에서 최댓값 9253.1m²가 위치하는 장소는 2016년의 서울시 용산구의 신흥로 주변인 것으로 확인되었으며, 공동주택(m²)에서 최댓값 38만 5,944.3m²가 위치하는 사고 지점은 2015년과 2016년에 발생한 서울시 양천구 목동에 오목공원 근처의 보행자 교통사고로 나타났다. 근린상업시설(m²)의 최댓값 40만 2,460.3m²는 2016년의 서울시 영등포구 당산동 1가의 타임스퀘어 근처로 나타났으며, 업무시설(m²)의 최댓값 32만 6,277.8m²는 2017년에 발생한 서울시 강남구 역삼동 테헤란로 근처의 보행자 교통사고로 나타난 것을 확인할 수 있었다. 교통밀도(대/km)의 경우 최댓값인 250.5인 장소는 주중, 14시에 서울시 성북구 길음동의 동소문로 근처로 나타났다. 반면 최솟값인 0.0은 실제값이 0.0235이며, 해당 장소는 주중, 01시에 서울특별시 노원구 상계동의 노원로 근처로 나타났다. 마지막으로 차선수의 최댓값인 14차로가 위치하는 곳은 서울시 강남구 청담동에서부터

삼성동까지 이어져 있는 영동대로로 나타났고, 최솟값인 1차로는 서울시 용산구 서계동에서 효창동까지 이어져 있는 효창원로를 비롯하여 서울시 중구에 위치한 일방통행도로인 청계천로의 일부 구간 등에서 나타났다.

2. 로지스틱 회귀분석 결과

본 연구는 서울특별시를 대상으로 주간/야간의 보행자 교통사고 자료를 추출하여, 사고 심각도에 따른 사고 분포를 기술통계적으로 확인한 후 로지스틱 회귀모형을 구축하여 분석하였다. 로지스틱 회귀분석을 통해 각각의 독립변수 요인이 주간/야간 보행자 교통사고에 미치는 영향에 대해 알아보았으며 이에 대한 분석 결과는 전체와 주간/야간으로 분류하여 <표 4>와 <표 5>에 제시하였다.

로지스틱 회귀모형의 적합성 검정은 크게 AIC와 Pearson 검정법, 그리고 Hosmer-Lemeshow(HL) 검정법이 있다. 이 중 Pearson 적합도 검정은 독립변수가 더미변수일 때에 부정확한 검정법이라고 일반적으로 알려져 있다. 본 연구의 데이터의 형식은 이진형을 띠는 더미변수 형식이 대부분이므로 데이터 형식에 구애

받지 않는 HL 검정법을 사용했다. HL 검정에 의하면 전체와 주간 그리고 야간의 로지스틱 회귀모형의 p-value가 각각 0.304, 0.927, 0.751로 이는 유의확률 0.05보다 훨씬 크기 때문에 구축한 세 가지 모형 모두 적합하다고 검증되었다. 또한 세 모델의 VIF 값을 각각 계산했을 때에 5 이상의 값이 존재하지 않아 다중공선성의 문제도 없는 것으로 나타났다.

먼저 전체 보행자 교통사고 사고 심각도에 영향을 미치는 요인에 대해 로지스틱 회귀분석을 실시하였고 <표 4>와 같이 정리하였다. 먼저 사고개별특성에서는 승합차, 화물차, 청소년운전자, 노인운전자, 노인피해자, 어린이피해자가 유의하게 나왔다.

승합차와 화물차 같은 중량이 무거운 차량은 보행자 교통사고 심각도에 있어 승합차나 화물차가 아닌 보행자 교통사고보다 각각 1.141배, 1.449배 더 중상이상 보행자 교통사고를 발생시키는 것으로 나타났다. 이는 차량 중량에 따라 보행자 교통사고가 발생할 때 심각한 보행자 교통사고가 발생할 가능성이 높아진다는 것을 증명할 수 있는 결과이다. 실제로 미국에서는 중량이 높은 SUV 차량과 트럭의 구매를 장려하고 나서 심각한 보행자 교통사고의 비중이 약 40% 증가했다는 연구 결과도 있다(Rosekind, 2015).

한편 청소년이 운전하는 차량에 대해 발생하는 교통사고는 보행자 교통사고 정도가 경상이하보다 중상이상이 1.288배 더 발생하는 것을 확인할 수 있다. 이는 청소년들의 운전행태와 관련이 있다고 할 수 있다(Doherty et al., 1998; Clarke et al., 2006). 이와 같은 결과는 10대 청소년들의 운전에 의한 보행자 교통사고는 다른 연령대보다 사고 심각도가 심각하다는 것을 의미한다.

청소년과 마찬가지로 노인이 운전하는 차량에 대해서도 비슷한 결과를 보였다. 노인의 경우에도 청소년(OR=1.288)과 비슷한 수준인 1.221배의 수준으로 다른 연령대에 비해 중상이상의 보행자 교통사고를 더 발생시키는 것으로 나타났다. 또한, 보행자 교통사고를 당하는 노인은 다른 연령대에 비해 경상이하의 사고보다 중상이상의 사고를 당할 가능성이 2.617배 높은 것으로 나타났다. 전체적으로 노인들은 운전과 보행에 있어 나이가 들수록 시각인지능력(시인성)과 반응시간 등 사고를 대처할 수 있는 능력이 감퇴하고 신체가 노쇠해져서 외부로부터의 피해에 취약해지기 때문으로 보인다(박준태 외, 2010). 어린이피해자의 경우, 전체 시간대에서 '대로', '로'의 도로 위계에서 사고의 심각성이 낮게 나타났다. 이는 '대로', '로'와 같은 큰길을 이용할 때에 보호자가 동반하는 경우가 대부분이고 주의를 많이 기울이기 때문인 것으로 판단된다.

다음으로 생활인구밀도 및 토지이용에서 생활인구밀도(명/km²), 단독주택(m²), 근린상업시설(m²)이 유의한 결과가 나온 것을 확인할 수 있다. 생활인구밀도(명/km²) 변수는 Odds Ratio 값이 0.999로 부(-)의 방향을 가지는 것으로 나타났다. 이는 생활인구밀도가 높아질수록 차량이 천천히 운행하게 되어 사고 시 보행자 교통사고의 심각도가 낮아지는 것을 의미한다. 이기훈·이

수기(2016)의 연구와 Guerra et al.(2019)의 연구에서도 인구 밀도가 혼잡한 지역에서 사고의 심각성이 낮아지는 유사한 결과를 실증한 사례가 있다. 단독주택(m²)의 경우에도 Odds Ratio 값이 0.999로 부(-)의 방향으로 유의하게 나타났다. 이는 단독주택 근처의 '대로'와 '로'에서 발생하는 보행자 교통사고 사고 심각성이 낮다는 의미이다. 단독주택 같은 주거지 근처는 도로가 복잡하기 때문에 차량의 속도가 빠르지 않아 사고가 발생할 경우 보행자 교통사고의 심각도가 낮은 것으로 볼 수 있다. 또한, 근린생활시설(m²)도 마찬가지로 보행자 교통사고 심각도와 부(-)의 관계를 가지는 것으로 나타났다. 근린생활시설은 해당 지역을 방문하는 사람들이 많고 건물 밀도가 높은 지역이다. 이는 생활인구밀도(명/km²)와 동일하게 혼잡한 지역일수록 사고의 심각성이 낮아지는 것으로 해석할 수 있다.

대중교통 및 도로특성에서는 교통밀도(대/km), 일방통행도로(2차로 이하)와, 중앙분리대, 중앙버스전용차로, 횡단보도 사고, 생활도로 교차로가 유의한 결과를 보였다. 먼저 교통밀도(OR=0.993)가 부(-)의 방향으로 유의하게 결과가 나온 것을 확인할 수 있다. 교통류이론에 따르면 밀도와 속도가 서로 반비례 관계를 갖는 것을 확인할 수 있으며(May, 1990), 이를 통해 해당 지점의 차량 밀도에 대한 해석과 차량평균속도에 대한 해석을 동시에 할 수 있다. 교통밀도(대/km)를 구하는 공식(미주 2 참조)을 살펴보면 분자값[교통량(대/h)]이 고정된 상태에서 분모값[차량평균속도(km/h)]을 감소시키면 최종적으로 교통밀도(대/km)가 상승하게 되므로, 차량평균속도를 감소시킬 경우 보행자 교통사고의 심각성이 점점 낮아진다고 해석할 수 있다. 이는 다시 정리하면 차량이 많이 밀집된 지역에서 차량의 속도가 줄어들수록 보행자 교통사고의 사고 심각성이 점점 낮아진다는 것을 의미한다.

일방통행도로(2차로 이하)에서 발생하는 사고의 경우 주간 시간대에 해당 장소 이외에서 발생한 보행자 교통사고의 1.165배 수준으로 중상이상 보행자 교통사고가 발생하는 것으로 나타난다. 일방통행도로(2차로 이하)는 도로 폭이 매우 좁아 불법주정차 차량이 있으면 위험한 상황들이 발생하여 심각한 사고가 발생할 수 있다. 또한, 교차로 내 교통섬 사이를 지나가는 일방통행도로(2차로 이하)의 경우는 자동차가 좌회전, 우회전하기 편리하게 만들어진 도로이다. 이는 반대편으로 건너가는 횡단보도를 이용하기 위해서 필수적으로 건너야 하는 도로이기에 보행자가 도로에 노출되기 더욱 쉽고, 또 일방통행도로상에 신호등과 보행안전시설 등이 구비되어 있지 않은 곳이 많아 보행자의 안전이 위협받고 있다.

중앙분리대가 있을 경우 없을 때와 비교할 때 Odds Ratio 값이 0.906로 나타났다. 이러한 결과는 안전시설의 하나로서 설치된 중앙분리대가 있을 때 중상이상 사고가 될 확률을 9.4% 줄여줄 수 있음을 의미한다. 다음으로 중앙버스전용차로의 경우 심각한 보행자 교통사고가 발생할 가능성이 중앙버스전용차로에서 발생

표 4. 로지스틱 회귀분석 결과(전체 시간대)
Table 4. Result of logistic regression (All time)

변수 Variable	보행자 교통사고 심각도(전체 시간대) Severity of ped. crash (All time)				
	odds ratio	coef.	z		
사고 개별 특성 Accident and individual characteristics	승합차 Van	1.138**	0.129	2.39	
	화물차 Truck	1.434***	0.360	6.07	
	이륜차 Motorcycle	1.024	0.024	0.43	
	청소년운전자 Youth driver	1.256**	0.228	2.45	
	노인운전자 Elderly driver	1.213***	0.193	3.85	
	여성운전자 Female driver	1.053	0.052	1.05	
	노인피해자 Elderly pedestrian	2.600***	0.956	23.29	
	어린이피해자 Child pedestrian	0.562***	-0.576	-6.80	
기상 Weather	날씨(좋지않음) Weather (bad)	1.073	0.070	1.51	
생활인구밀도 및 토지이용 Living pop. density and land use factor	생활인구밀도(명/km ²) Living pop. density	0.999***	-3.5e-06	-4.82	
	단독주택(m ²) Single-family housing use	0.999*	-2.4e-05	-1.66	
	공동주택(m ²) Multi-family housing use	1.000	5.5e-07	0.55	
	근린상업시설(m ²) Commercial use	0.999***	-4.1e-06	-3.07	
	업무시설(m ²) Office	0.999	-1.9e-07	-0.21	
대중교통 및 도로특성 Public trans. and road character.	버스정류장 Bus station	0.963	-0.038	-1.13	
	지하철 Subway	0.960	-0.040	-0.51	
	교통밀도(대/km) Traffic density	0.993***	-0.007	-8.03	
	일방통행도로(3차로 이상) One-way (above 3-lanes)	0.985	-0.015	-0.20	
	일방통행도로(2차로 이하) One-way (below 2-lanes)	1.165***	0.153	3.40	
	중앙분리대 Median strip	0.929*	-0.073	-1.74	
	중앙버스전용차로 Exclusive median bus lane	1.221***	0.200	3.85	
	가로변버스전용차로 Curbside bus lane	1.037	0.036	0.63	
	횡단보도 사고 Crosswalk crash	1.100**	0.095	2.27	
	생활도로 교차로 Community road intersection	1.048	0.047	1.28	
	3지 교차로 3-way intersection	0.968	-0.033	-0.55	
	4지 교차로 4-way intersection	0.910	-0.094	-1.59	
	차선수 No. of lanes	1.096***	0.091	8.94	
	연도 및 시간 Year and time	Year (reference: 2016)	2015	1.018	0.017
2017			1.007	0.006	0.16
Weekend (reference: Weekday)		0.915**	-0.089	-2.38	
Nighttime (reference: Daytime)		1.201***	0.183	5.05	
Constant		0.621***	-0.476	-6.48	
Obs.			16650		
Hosmer-Lemeshow (HL)_chi ²			9.48		
Prob>chi ² (HL)			0.304		
Log_likelihood			-10995.90		
AIC			22055.80		
BIC			22302.84		

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

하지 않은 보행자 교통사고보다 1.221배 높게 나타난 것을 확인할 수 있었다. 중앙버스전용차로의 사고 심각성이 높은 이유는 중앙 버스전용차로 정류장을 비롯한 도로 주변에서 빈번하게 일어나는 무단횡단과 밀접한 관련이 있다고 본다(한상진, 2016; 윤준호·이수기, 2018). 또한, 중앙버스전용차로를 이용하는 버스의 과속, 중앙버스전용차로 근처에서 발생하는 불법주정차 문제도 생각해 볼 수 있다. 다음으로 횡단보도상에서 발생하는 보행자 교통사고는 횡단보도가 아닌 지역에서 발생한 보행자 교통사고에 비해 1.1배정도 심각한 보행자 교통사고가 발생하는 것으로 나타났다. 마지막으로 차선수가 많은 대로일수록 심각한 사고가 1.096배 정도 더 발생하는 경향이 있는 것을 확인할 수 있다.

마지막으로 연도 및 시간으로 주말(준거: 주중)과 야간(준거: 주간) 변수는 사고 발생 시기별로 구성된 변수를 통제할 목적으로 투입한 변수이다. 먼저 주중과 주말에 있어서 보행자 교통사고의 심각성은 주말에 0.915의 Odds Ratio 값으로 유의한 결과를 나타내어 주말이 더 심각도가 낮게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 이는 주중보다 주말에 중상이상 보행자 교통사고가 될 확률이 8.5% 감소하는 것을 의미한다. 이는 반대로 해석하면 통근으로 인한 통행이 많은 주중이, 여가로 인한 통행이 많은 주말보다 사고 심각성이 더 높음을 의미한다.

한편, 주간보다 야간의 보행자 교통사고 심각도는 Odds Ratio 값이 1.201로 나타나 야간이 주간보다 1.201배 높은 것으로 나타나 야간 보행자 교통사고의 위험이 큰 것으로 나타났다. 야간 시간대가 주간 시간대보다 사고 심각성이 높은 이유는 야간 시간대에는 차량 통행량이 적어 무단횡단하기 쉽고, 운전자와 보행자의 시인성이 낮아져 사고 시 반응속도가 느리기 때문인 것으로 판단된다.

3. 로지스틱 회귀분석 결과(주·야간)

다음으로 전체 보행자 교통사고 모형을 주간과 야간으로 나누어 분석하였다(표 5)). 먼저 사고개별특성 중 승합차의 경우는 주간 모형에만 1.197배 더 유의한 결과를 보였다. 이는 승합차로 인해 발생하는 보행자 교통사고의 심각성은 야간 시간대보다 주간 시간대에 증가하는 승합차의 교통량과 연관이 있는 결과로 해석할 수 있다. 반면 화물차의 경우 주간과 야간 상관없이 모두 약 1.4배 수준으로 심각한 보행자 교통사고가 발생하는 것으로 나타난다.

청소년운전자는 전체 시간대에서 유의한 결과를 보였지만 주간과 야간 모형에서는 야간 시간대에만 1.24배의 유의한 결과를 보이는 것으로 나타난다. 이는 청소년들이 학업으로부터 자유로워지는 시간이 야간 시간대이기 때문이라 보며 해당 시간대에 발생하는 과속운전, 음주운전 등이 원인이 될 수 있다고 본다(최병호·손영우, 2011).

노인운전자의 경우 주간과 야간 모형 모두 유의한 결과를 보이지만 야간의 위험성이 1.287배로 주간에 발생하는 1.136배보다 더 위험한 것으로 나타난다. 이는 노인의 사고속도대처가 느린 것과 동시에 야간의 노인보행자 교통사고가 주간보다 더 위험한 것을 의미한다. 노인피해자와 어린이피해자의 경우는 전체 시간대 분석과 비교하여 크게 다른 점이 없는 결과가 도출되었다.

다음으로 생활인구밀도 및 토지이용에서 생활인구밀도(명/km²)과 단독주택(m²) 그리고 근린생활시설(m²)이 유의한 변수로 도출되었다. 먼저 생활인구밀도(명/km²)는 주·야간 모두 0.999로 모두 부(-)의 방향을 가지는 것으로 나타났지만, 계수 값의 소수점을 고려하면 주간 시간대보다 야간 시간대에서 생활인구밀도가 높은 지역일수록 사고 심각도는 조금 더 낮게 나타나는 것을 확인할 수 있다.

단독주택(m²)의 경우 주간(OR=0.999) 시간대에만 부(-)의 방향으로 유의하게 나타났으며, 근린생활시설(m²)의 경우 야간(OR=0.999) 시간대에만 부(-)의 값으로 유의하게 나타났다. 단독주택과 근린생활시설 변수가 주간과 야간 시간대에 다르게 나타나는 이유는 다양한 원인이 있을 수 있기 때문에 향후 연구에서 구체적으로 살펴볼 필요가 있다.

기상에서 날씨의 경우는 전체 시간대의 결과에서 유의하지 않은 결과로 도출되었다. 그러나 주간과 야간 모형으로 나누었을 때, 야간 모형에서 날씨가 좋지 않을 때 보행자 교통사고 심각도가 1.108배 높은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 야간 시간대처럼 시인성이 나빠짐과 동시에 날씨마저 좋지 않으면 중상이상의 심각한 사고가 발생할 가능성이 높아짐을 의미한다.

대중교통 및 도로특성에서 교통밀도(대/km)의 경우 전체 시간대와 주간 시간대 그리고 야간 시간대 모두 구별 없이 동일한 결과를 보이는 것으로 나타났다. 다만 주간 시간대(OR=0.995)보다 야간 시간대(OR=0.991)에 교통밀도가 높은 지역에서 평균차량속도 감소에 따른 효과가 더 크게 나타나는 것을 확인하였다. 다음으로 일방통행도로(2차로 이하)의 경우 주간 시간대에만 1.196배 더 심각한 사고를 발생시킬 수 있다는 결과가 나왔다. 주간 시간대에 일방통행도로(2차로 이하)에서 중상이상 심각한 사고가 더 자주 발생하는 이유는 2차로 이하의 좁은 일방통행도로에서의 불법주정차 문제와 교차로 내 일방통행도로에 있어 무신호 횡단보도 및 무단횡단 문제 때문인 것으로 판단된다.

중앙버스전용차로의 경우 전체 시간대와 더불어 주간 시간대와 야간 시간대 모두 유의한 결과를 보였지만, 주간 시간대(OR=1.165)보다 야간 시간대(OR=1.271)에 사고 심각성이 더 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 주간 시간대보다 야간 시간대에 중앙버스전용차로에서 버스 과속과 무단횡단으로 인한 보행자 교통사고와 관련을 가진다고 볼 수 있다.

가로변버스전용차로의 경우 전체 시간대 분석으로는 유의하게 나오지 않았으나, 야간 시간대에 1.178배 더 심각한 보행자 교통

표 5. 로지스틱 회귀분석 결과(주·야간 시간대)
Table 5. Result of logistic regression (Daytime and nighttime)

변수 Variable	보행자 교통사고 심각도(주간) Severity of ped. crash (Daytime)			보행자 교통사고 심각도(야간) Severity of ped. crash (Nighttime)				
	odds ratio	coef.	z	odds ratio	coef.	z		
사고 개별 특성 Accident and individual characteristics	승합차 Van	1.197**	0.179	2.46	1.094	0.089	1.09	
	화물차 Truck	1.440***	0.365	4.94	1.417***	0.349	3.45	
	이륜차 Motorcycle	0.948	-0.053	-0.66	1.100	0.095	1.21	
	청소년운전자 Youth driver	1.247	0.220	1.56	1.240*	0.215	1.72	
	노인운전자 Elderly driver	1.136*	0.127	1.78	1.287***	0.252	3.56	
	여성운전자 Female driver	1.072	0.069	1.08	1.039	0.038	0.49	
	노인피해자 Elderly pedestrian	2.507***	0.919	17.65	2.788***	1.025	15.21	
	어린이피해자 Child pedestrian	0.601***	-0.509	-5.29	0.452***	-0.794	-4.35	
기상 Weather	날씨(좋지않음) Weather (bad)	0.993	-0.007	-0.08	1.117*	0.110	1.91	
생활인구밀도 및 토지이용 Living pop. density and land use factor	생활인구밀도(명/km ²) Living pop. density	0.999**	-2.4e-06	-2.44	0.999***	-5.5e-06	-4.77	
	단독주택(m ²) Single-family housing use	0.999*	-3.7e-05	-1.87	0.999	-3.2e-06	-0.15	
	공동주택(m ²) Multi-family housing use	1.000	7.7e-07	0.59	1.000	5.7e-07	0.36	
	근린상업시설(m ²) Commercial use	0.999	-2.2e-06	-1.08	0.999***	-5.4e-06	-3.00	
	업무시설(m ²) Office	0.999	9.6e-07	0.69	0.999	-1.2e-06	-0.93	
대중교통 및 도로특성 Public trans. and road character.	버스정류장 Bus station	0.938	-0.064	-1.36	0.992	-0.008	-0.17	
	지하철 Subway	1.067	0.065	0.55	0.906	-0.099	-0.92	
	교통밀도(대/km) Traffic density	0.995***	-0.005	-4.47	0.991***	-0.009	-6.14	
	일방통행도로(3차로 이상) One-way (above 3-lanes)	1.003	0.003	0.03	0.969	-0.032	-0.30	
	일방통행도로(2차로 이하) One-way (below 2-lanes)	1.212***	0.192	3.01	1.107	0.102	1.60	
	중앙분리대 Median strip	0.929	-0.074	-1.18	0.929	-0.073	-1.28	
	중앙버스전용차로 Exclusive median bus lane	1.165**	0.152	1.97	1.271***	0.240	3.40	
	가로변버스전용차로 Curbside bus lane	0.873	-0.136	-1.57	1.178**	0.164	2.09	
	횡단보도 사고 Crosswalk crash	1.072	0.069	1.14	1.130**	0.122	2.10	
	생활도로 교차로 Community road intersection	1.084	0.081	1.54	1.018	0.018	0.35	
	3지 교차로 3-way intersection	0.972	-0.028	-0.33	0.975	-0.025	-0.29	
	4지 교차로 4-way intersection	0.900	-0.105	-1.20	0.919	-0.084	-1.04	
	차선수 No. of lanes	1.075***	0.073	4.83	1.108***	0.102	7.28	
	연도 및 시간 Year and time	Year (reference: 2016)	2015	1.040	0.039	0.72	0.998	-0.002
2017			1.009	0.008	0.15	1.002	0.002	0.03
Weekend (reference: Weekday)		0.863**	-0.147	-2.58	0.952	-0.049	-0.99	
Constant		0.618	-0.481	-4.83	0.747	-0.292	-2.96	
Obs.					8265			
Hosmer-Lemeshow (HL)_chi ²					2.79			
Prob>chi ² (HL)					0.946			
Log_likelihood					-5428.5			
AIC					10919.0			
BIC					11136.7			

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

사고를 발생시키는 결과가 도출되었다. 가로변버스전용차로는 중앙버스전용차로(연중무휴 24시간 운영)와 달리 평일 7시부터 21시까지 운행하고 일요일과 공휴일은 제외하고 있다. 따라서 야간 시간대에 운행이 종료되는 가로변버스전용차로 주변의 보행자 교통사고는 사고 심각도가 높기 때문에 이러한 원인에 대한 구체적인 연구와 적절한 대책의 개발이 필요하다고 판단된다.

횡단보도 사고는 전체 시간대 분석에서 사고 심각성이 유의하게 나타났으며, 주간과 야간 모형으로 보았을 때 야간 시간대에 심각성이 1.13배 높아지는 것을 확인하였다. 야간 시간대의 횡단보도는 운전자의 시인성이 낮아져 보행자에게 매우 위험하다(Polus and Katz, 1978; Olszewski et al., 2015). 따라서 야간 시간대의 횡단보도에서의 시인성을 증대하기 위해 조명식 횡단보도와 같은 조치가 필요하다고 판단된다.

차선수의 경우 전체 시간대와 더불어 주간 시간대(OR = 1.075)와 야간 시간대(OR = 1.108) 모두 대로변일수록 심각한 사고가 더 발생하는 것으로 나타나며, 주중과 주말의 경우, 주말의 주간 시간대에 발생하는 여가통행(OR = 0.863)보다 통근통행이 많은 주중의 주간 시간대에 중상 이상의 심각한 사고가 많이 발생하는 것을 알 수 있다.

V. 결론

1. 연구의 종합

본 연구는 주·야간 보행자 교통사고의 심각도 요인을 분석하기 위해 2015~2017년의 서울시 보행자 교통사고를 대상으로 로지스틱 회귀분석을 시행하였다. 로지스틱 회귀분석 결과를 바탕으로 주·야간의 보행자 교통사고 심각도에 영향을 미치는 요인을 살펴보고 다음과 같은 결론과 정책적 시사점을 도출하였다.

첫째, 전체적으로 연령대가 높은 사람이 차량을 운전하거나 혹은 사고를 당할 때 심각한 사고가 발생할 가능성이 매우 높다는 사실을 알 수 있다. 이는 주간 모형보다 야간 모형에서 빈도가 더 높아지는 것으로 나타났다. 노인들은 야간에 사물에 대한 시인성이 좋지 않고, 위급상황 발생 시 대처속도가 느린 것 등의 이유로 심각한 보행자 교통사고의 가해자나 피해자가 될 가능성이 높다. 따라서 고령 운전자나 고령 보행자를 고려한 교통안전 대책과 고령자의 야간 시간대 보행에 대한 교통안전시설 강화 등의 대책이 필요하다. 정책적으로는 고령 운전자를 대상으로 반응속도 검사, 안전법규검사 등을 통해 노인들이 지속적으로 운전할 수 있는가를 평가해보고 면허를 갱신하는 제도를 강화할 필요가 있다.

일본의 경우 1998년부터 고령자 운전을 규제하기 위해 노인들에게 면허증을 자율적으로 반납하게 하는 제도를 운영하고 있으며, 이러한 고령자 운전면허 반납 정책은 실제로 고령자 교통사고와 그로 인한 사망자 수를 줄이는 데에 도움이 되는 것으로 나

타났다. 교통사고분석시스템 TAAS에서 제공하는 국제비교 TAAS의 일본 OECD 통계 자료를 참고하면 일본 내 65세 이상 사망자 수가 1998년 3,856명, 2006년 3,307명, 2016년에 2,645명으로 점차 감소한 것을 확인할 수 있다. 우리나라에서도 부산시에서 2018년 7월부터 65세 이상 노인을 대상으로 운전면허를 자진 반납하면 교통비를 지급해주는 정책을 실시하면서 노인 운전자에 대한 고려를 하고 있으며, 이와 같은 정책이 점차적으로 더 확대되어야 할 필요가 있다고 본다. 또한, 장기적으로 공유 차량이 상용화되어 이동성 서비스가 향상될 경우 고령자의 운전 수요를 어느 정도 저감할 수 있을 것으로 판단된다. 차량 공유서비스는 노인들이 대중교통을 이용하기 위해 이동하는 시간을 줄여주어서 노인들의 도로 노출 시간 자체를 감소할 수 있기에 노인 피해자들의 사고 예방에 도움이 되리라 판단된다.

둘째, 청소년운전자들은 야간 시간대에 보행자 교통사고를 발생시킬 경우 사고의 심각성이 높은 경향을 보인다. 오늘날 청소년들은 만 16세에 면허를 딸 수 있는 이륜차 운전을 비롯하여 무인대여시스템을 차용한 렌터카 비즈니스 등을 통하여 쉽게 운전 환경에 노출될 수 있다. 이에 따라 운전이 미숙한 청소년 운전자에 의한 보행자 교통사고가 더 자주 발생할 가능성이 있다. 이러한 문제 해결을 위해서는 현실에 맞게 제도 개편이 필요할 수 있으며, 청소년들에게 경력운전자의 동승을 전제로 운전할 수 있게 하는 조건부운전면허제도 등을 고려할 필요가 있다(최병호·손영우, 2011).

셋째, 주간과 야간 시간대 구별 없이 교통밀도가 높아지면 사고의 심각성이 저감되는 것으로 나타났다. 교통밀도는 교통류이론에 따라 교통량을 속도로 나눈 변수이기 때문에 교통량이 많은 곳에서 속도를 줄이는 정책을 세울 경우 사고의 심각성이 저하될 수 있음을 의미한다. 서울시는 2018년 6월 교통량이 많은 도심에 위치한 종로구 도로에 도심 간선도로 최초로 시속 60km에서 시속 50km로 하향 조정을 시행하였고, 이는 보행자 교통사망사고 감소에 큰 효과를 거두고 있다(한국교통안전공단, 2019). 또한, 최고속도 하향조정에 대한 효과에 대한 연구에 따르면 도로에서 차량속도를 시속 60km에서 시속 50km로 10km 낮추면 차량과 보행자의 충돌 시 치사율을 약 50% 낮출 수 있는 것으로 나타났다(임재경 외, 2017). 이에 따라 교통 밀집 지역에 최고 속도를 조절하는 정책을 점점 확대해서 적용한다면 보행자 교통사고의 심각도를 낮추는 데에 효과적일 것이라 판단된다.

넷째, 2차로 이하의 일방통행도로로 지정된 장소는 주간 시간대에 심각한 사고가 발생하는 경향이 있어 이에 보행환경 개선이 필요하다고 본다. 2차로 이하의 일방통행도로는 보도가 매우 좁고 보행자들이 도로에 노출되기 쉬운 지역이기에 무단횡단, 불법주정차에 매우 취약하여 안전한 보행환경 조성이 매우 중요한 지역으로 판단된다. 먼저 2차로 이하의 일방통행도로 근처에 운전자의 시야를 가리는 불법주정차 행태를 근절하기 위한 규제를 강

화하거나 해당 장소의 주차 행태를 살펴보고 공공주차장을 설치할 필요가 있다. 다음으로 교차로 내 교통섬 사이에 존재하는 일방통행도로의 경우 보행자들이 교통섬 너머의 횡단보도를 이용하기 위하여 필수적으로 거쳐야 하는 장소이고, 운전자들도 좌·우회전하기 위해서 꼭 이용해야 하는 장소이기에 보행자와 자동차의 접촉이 매우 빈번하게 일어나는 장소이다. 또한, 심각한 보행자 교통사고가 발생할 가능성이 높은 장소 중 하나이다. 따라서 교차로 내 교통섬에 대하여 보행환경 개선이 필요함과 동시에 사고가 빈번하게 일어나는 교통섬을 제거하는 방안도 고려할 필요가 있다.

다섯째, 중앙버스전용차로가 있는 도로에서 주간 시간대와 야간 시간대와 관계없이 중상 이상의 심각한 보행자 교통사고가 발생하는 경향이 있는 것으로 나타났다. 하지만 야간 시간대의 사고 심각도는 주간 시간대보다 더욱더 높은 것으로 확인되었다. 이는 중앙버스전용차로를 지나다니는 버스들의 속도 문제와 중앙버스전용차로 정류장 및 주변에서의 무단횡단 행태가 가장 큰 요인이라고 판단된다(한상진, 2016; 윤준호·이수기, 2018). 우선 정류장에서 승객을 태우지 않고 그냥 지나치는 버스의 경우 정류장에 멈출 이유가 없기에 속도를 높여 정류장을 통과하는 경우가 있어, 그로 인해 사고 심각도가 높아질 수 있다. 또한, 중앙버스전용차로 주변에서 발생하는 무단횡단에 대해 생각해보면 보행자들이 횡단보도를 지나갈 때 중앙버스전용차로 정류장을 징검다리처럼 이용하여 무단횡단을 하다 심각한 교통사고를 당하는 경우도 있다. 특히나 버스 시간이 다 끊긴 이후의 중앙버스전용차로 정류장은 무단횡단을 시도하기에 매우 적합한 교통섬이 된다. 따라서 중앙버스전용차로를 이용하는 버스에 대해서 제한속도를 규제할 수 있는 정책적 방안이 필요하다. 또한, 승객들이 중앙버스전용차로 정류장을 징검다리 삼아 무단횡단을 시도하는 행태를 막기 위해 무단횡단이 불가능한 펜스를 설치하는 방안이 필요하며, 나아가 통합형 정류장보다 분리형 정류장을 설치하는 것을 고려할 필요가 있다.

여섯째, 횡단보도 사고는 야간 시간대에서 심각한 보행자 교통사고가 발생하는 경향이 있는 것으로 나타났다. 야간 시간대의 횡단보도는 시인성 측면에서 잘 보이지 않기 때문에 차량이 보행자를 확인하고 감속하기 전, 충돌하여 심각한 부상을 입는 것으로 보인다. 김천시에서는 야간에 발생하는 횡단보도 교통사고로부터 보행자를 보호하기 위해 사람 통행이 잦은 횡단보도에 대해 카메라, LED 투광등을 설치하여 횡단보도상에서 발생하는 야간 보행자 교통사고를 예방하고 있고 또 성과를 거두고 있다(김천시, 2015). 따라서 횡단보도상에서 발생하는 보행자 교통사고의 사고 심각도를 줄이기 위해서 이와 같은 조명식 횡단보도 등의 대책이 필요하다고 본다.

2. 연구의 의의와 한계

본 연구는 서울시 주·야간 시간대 보행자 교통사고의 사고 심각도 요인을 비교·분석하기 위해 도로교통공단 교통사고분석시스템인 TAAS 자료(2015-2017)에서 보행자 교통사고 데이터를 추출하여 분석에 활용하였다. 또한, 비집계화된 원자료인 교통사고의 지점 자료를 분석단위로 설정하여 주·야간 보행자 교통사고 심각도를 분석하고 보행자 안전을 위한 정책적 시사점을 제공하고 있다는 점에서 연구의 의의가 있다. 하지만 이러한 연구의 차별성에도 이 연구는 몇 가지 한계점을 가지고 있다.

우선, 이 연구는 중상이나 사망과 같은 심각한 보행자 교통사고 요인을 주간과 야간으로 나누어 분석하였다. 보행자 교통사고 심각도 연구는 궁극적으로 사고 자체를 줄이기 위한 연구가 아닌 이미 발생한 사고에 한하여 사고의 원인과 사고 심각도 저감 방안에 초점을 두고 있다. 따라서 보행자 교통사고 발생과 저감에 관한 연구와는 차이가 있다. 향후 사고지점과 같은 미시적 분석단위에서 보행자 교통사고의 발생뿐만 아니라 사고 심각도를 동시에 고려할 수 있는 연구가 필요하다고 본다.

다음으로 보행자 교통사고의 노출변수로 활용한 생활인구 데이터의 정확성에 한계가 있다. 본 연구에서 사용한 생활인구 데이터는 SKT, KT, LG로 이루어져 있는 우리나라 통신사 기지국들 중 KT의 LTE시그널 데이터만을 이용하여 구축된 데이터이다. 또한, 생활인구 빅데이터 자료의 경우 스마트폰의 LTE시그널 데이터를 집계구 단위로 작성된 자료이기 때문에 유동인구뿐만이 아닌 상주인구도 추계가 되어 사고지점의 정확한 유동인구로 사용하기에 한계를 가진다. 이는 향후 SKT, KT, LG통신사의 시그널 데이터를 통합한 자료가 새로이 만들어지고 배포됨과 동시에 건물 내에 위치한 시그널 데이터와 건물 외에 위치한 시그널 데이터를 분류할 수 있게 되어 유동인구 빅데이터의 활용이 가능해지면 모형의 개선이 가능할 것으로 판단된다.

마지막으로 본 연구는 사고운전자와 사고피해자의 행태적인 측면에 대해서 자료의 부족으로 구체적인 변수를 고려하지 못하였다. 예를 들면 사고 자동차 운전자가 부주의를 했거나 음주운전을 했는지 여부나 사고피해자인 보행자가 부주의했는지 또는 무단횡단을 했는지 여부는 사고의 심각도에 큰 영향을 미칠 수 있는 중요한 행태 변수이다. 도로교통공단 교통사고분석시스템(TAAS) 데이터에서 사고 내용을 구체적으로 제공해 주고 있지 않기 때문에 향후 연구에서는 자동차 블랙박스나 가로에 설치된 CCTV등 사고과정을 이해할 수 있는 영상자료를 통해 분석할 필요가 있다.

주1. 본 연구는 매달 15일을 기준으로 일출과 일몰시간 데이터를 추출하여 주간과 야간을 분류하는 데에 활용하였다(표 6) 참고.

표 6. 월별 일출몰 데이터

Table 6. Monthly data of sunrise and sunset

구분 Class	일출(시간) Sunrise (hour)	일몰(시간) Sunset (hour)
1월(Jan)	7:46 (8)	17:37 (18)
2월(Feb)	7:23 (7)	18:10 (18)
3월(Mar)	6:43 (7)	18:39 (19)
4월(Apr)	5:57 (6)	19:07 (19)
5월(May)	5:23 (5)	19:35 (20)
6월(Jun)	5:10 (5)	19:55 (20)
7월(Jul)	5:23 (5)	19:53 (20)
8월(Aug)	5:48 (6)	19:25 (19)
9월(Sep)	6:14 (6)	18:40 (19)
10월(Oct)	6:40 (7)	17:55 (18)
11월(Nov)	7:12 (7)	17:21 (17)
12월(Dec)	7:40 (8)	17:15 (17)

주2. 교통류이론에 따른 교통밀도를 구하는 식은 다음과 같다.

$$D = \frac{T}{S}$$

D=평균교통밀도(대/km)

T=교통량(대/h)

S=평균차량속도(km/h)

주3. 도로교통공단의 정의를 살펴보면 정지선을 넘어선 부분 또는 중앙선 끝점까지를 교차로라고 한다. 따라서 본 연구는 각 교차로의 정지선을 넘어선 부분까지의 거리를 카카오맵(kakao map)을 통하여 무작위 교차로 50개를 관측하였다. 그 결과 최댓값을 가진 교차로는 대치우성아파트 교차로(44m)이며 최솟값은 미아역교차로(23m)이었으며, 평균값은 30.08m 이었다.

인용문헌 References

- 고동원·박승훈, 2019. "개별 사고특성 및 근린환경 특성이 서울시 보행자 교통사고 심각도에 미치는 영향", 『대한건축학회 논문집 계획계』, 35(8): 101-109.
Ko, D.W. and Park, S.H., 2019. "The Effects of Individual Accidents and Neighborhood Environmental Characteristics on the Severity of Pedestrian Traffic Accidents in Seoul", *Journal of The Architectural Institute of Korea Planning & Design*, 35(8): 101-109.
- 김경태·이수범·최지혜·박시내·서금열, 2016. "판별분석을 이용한 주·야간 고속도로 교통사고 영향요인 비교연구", 『한국도로학회논문집』, 18(3): 127-134.
Kim, K.T., Lee, S.B., Choi, J.H., Park, S.N., and Seo, G.Y., 2016. "Dis-

- criminant Analysis of Factors Affecting Traffic Accident Severity During Daytime and Nighttime", *International Journal of Highway Engineering*, 18(3): 127-134.
- 김동효·김원호·이신해·김강휘·조용찬·김진태·김재용·이돈주·김양희, 2010. 『교통운영체계 선진화 연구 3부』, 서울:경찰청.
Kim, D.H., Kim, W.H., Lee, S.H., Kim, K.H., Jo, Y.C., Kim, J.T., Kim, J.W., Lee, D.J., and Kim, Y.H., 2010. *Advanced Research on Transportation Operation System*, Seoul: Korean National Police Agency.
- 김용호·이상래·이의용·전광모·유기열·김용환·황대근·박해수·김유미, 2017. 『2017년판 OECD 회원국 교통사고 비교』, 원주: 도로교통공단.
Kim, Y.H., Lee, S.L., Lee, E.Y., Jeon, K.M., Yoo, K.Y., Kim, Y.H., Hwang, D.K., Park, H.S., and Kim, Y.M., 2017. *Comparison of Traffic Accidents for OECD Countries: 2017 Edition*, Wonju: The Road Traffic Authority.
- 김천시, 2015. "김천시, 횡단보도 내 교통사고 '제로'", 김천.
Gimcheon, 2015. "Gimcheon, 'Zero' Traffic Accidents in Crosswalk", Gimcheon.
- 박길수·이상래·이의용·전광모·조형은·유기열·김용환·황대근·박성익, 2016. 『보행자 교통사고 특성분석(2013~2015년): 야간 보행자 교통사고 다발지역』, 원주: 도로교통공단.
Park, G.S., Lee, S.L., Lee, E.Y., Jeon, K.M., Jo, H.E., Yoo, K.Y., Kim, Y.H., Hwang, D.G., and Park, S.E., 2016. *Characteristic Analysis of Pedestrian Accidents from 2013 to 2015: Cluster of Pedestrian Accidents at Nighttime*, Wonju: The Road Traffic Authority.
- 박준태·고석범·이수범, 2010. "고령운전자의 사고유형별 사고 심각도 분석 연구", 『교통연구』, 17(4): 85-94.
Park, J.T., Ko, S.B., and Lee, S.B., 2010. "Developing Older Driver's Accident Injury Severity Model for Accident Type: An Application of Ordered Probit Model", *Journal of Transport Research*, 17(4): 85-94.
- 박정순, 2011. "신호교차로의 횡단보행자 사고 심각도 분석", 『지역정책연구』, 22(1): 1-12.
Park, J.S., 2011. "Severity Analysis of the Vehicle-Pedestrian Crashes at Signalized Intersection", *Regional Policy Research*, 22(1): 1-12.
- 박철영·이수기, 2016. "가로환경 특성이 보행자 교통사고에 미치는 영향 분석: 가로 세그먼트 분석단위와 공간통계모형의 적용", 『도시설계』, 17(3): 105-121.
Park, C.Y. and Lee, S.G., 2016. "An Analysis of the Characteristics of Street Environment Affecting Pedestrian Accidents-Applications of Street Segment Analysis Unit and Spatial Statistics", *Journal of the Urban Design Institute of Korea*, 17(3): 105-121.
- 배민경·박승훈, 2019. "개별 및 근린환경 특성이 보행자 교통사고 심각도에 미치는 영향: 대구광역시를 중심으로", 『한국지역개발학회지』, 31(1): 239-258.
Bae, M.K. and Park, S.H., 2019. "The Effects of Individual and Neighborhood Environmental Characteristics on the Severity of Pedestrian Traffic Accidents in Daegu Metropolitan City", *Journal of The Korean Regional Development Association*, 31(1): 239-258.
- 유기열, 2017. "낮과 밤, 그리고 교통사고", 『도로교통안전종합정보지 <신호등>』, 441: 18-21.
Yoo, K.Y., 2017. "Day, Night and Accidents", *Road Traffic Safety Information Sheet <Shinhodeung>*, 441: 18-21.
- 유두선·오상진·김태영·박병호, 2008. "주·야간 교통사고의 특성 및 사고모형 비교분석: 청주시 4지 신호교차로를 중심으로", 『대한토목학회논문집 D』, 28(2): 181-189.

- Yoo, D.S., Oh, S.J., Kim, T.Y., and Park, B.H., 2008. "Comparative Analysis on the Characteristics and Models of Traffic Accidents by Day and Nighttime in the Case of Cheongju 4-legged Signalized Intersections", *Journal of The Korean Society of Civil Engineers D*, 28(2): 181-189.
13. 윤준호·이수기, 2018. "중앙버스전용차로 정류장 주변 보행자 교통사고 요인 분석: 서울시 TAAS (2014-2016) 자료를 중심으로", 「국토계획」, 53(4):123-142.
- Yoon, J.H. and Lee, S.G., 2018. "Analysis of Pedestrian Traffic Accident Factors around the Exclusive Median Bus Lane Station Area: Focused on TAAS (2014-2016) Data in Seoul, Korea", *Journal of Korea Planning Association*, 53(4): 123-142.
14. 이근희·정상운·박민호·이동민·노정현, 2015. "지방부 신호교차로 주·야간 교통사고 예측모형 개발 및 비교분석", 「한국도로학회논문집」, 17(3): 107-115.
- Lee, G.H., Jung, S.W., Park, M.H., Lee, D.M., and Roh, J.H., 2015. "Development of Traffic Accident Models at Rural Signalized Intersections by Day and Night", *International Journal of Highway Engineering*, 17(3): 107-115.
15. 이기훈·이수기, 2016. "보행자 교통사고 심각도에 영향을 미치는 운전자 연령대별 사고요인 분석: 서울시 2014 TAAS 자료를 중심으로", 「도시설계」, 17(3): 63-80.
- Lee, G.H. and Lee, S.G., 2016. "An Analysis of the Factors of Pedestrian Traffic Accident by Driver's Age and Accident Severity: Focused on the 2014 TAAS, Seoul, Korea", *Journal of the Urban Design Institute of Korea*, 17(4): 63-80.
16. 이승신·김태현·손봉수, 2014. "야간 시인성 저하가 교통사고에 미치는 영향 진단: 경기도지역의 경부, 서해안, 영동, 서울외곽순환고속도로를 중심으로", 「한국ITS학회논문지」, 13(2): 12-26.
- Lee, S.S., Kim, T.H., and Son, B.S., 2014. "Study on Effect of Low Visibility Condition at Nighttime on Traffic Accident", *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, 13(2): 12-26.
17. 임재경·한상진·엄기중·이혜선·이선영·이혜진, 2017. 「도시부제한속도 감속(5030)에 따른 교통영향 연구, 세종: 한국교통연구원.
- Lim, J.K., Han, S.J., Eum, K.J., Lee, H.S., Lee, S.Y., and Lee, H.J., 2017. *Traffic Impact Research of Urban Speed Limit Deceleration (50 km to 30 km)*, Sejong: The Korea Transport Institute.
18. 최병호·손영우, 2011. 「청소년운전자의 운전행태분석 및 교육프로그램 개발연구, 안산: 한국교통안전공단.
- Choe, B.H. and Sohn, Y.W., 2011. *Experimental Study on Driving Attitude of Young Drivers and Its Recommendations*, Ansan: The Road Traffic Authority.
19. 최새로나·김미정·오철·이기영, 2013. "기상 및 교통조건이 고속도로 화물차 사고 심각도에 미치는 영향분석", 「대한토목학회논문집」, 33(3): 1105-1113.
- Choi, S.R.N., Kim, M.J., Oh, C., and Lee, K.Y., 2013. "Effects of Weather and Traffic Conditions on Truck Accident Severity on Freeways", *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 33(3): 1105-1113.
20. 한국교통안전공단, 2019. "서울 종로 속도하향, 보행 부상자 22.7% ↓: 한국교통안전공단, '안전속도 5030' 효과분석 결과발표", 김천.
- The Road Traffic Authority, 2019. "After Declining the Speed of Jong-Ro in Seoul, Pedestrian Injuries Were down by 22.7%!: Korea Transportation Safety Authority, 'Safety Speed 5030' Effect Analysis Result Announcement", Gimcheon.
21. 한상진, 2016. "중앙버스전용차로의 사고위험요소별 정성적 위험도 평가 및 개선방안", 「교통연구」, 23(4): 49-59.
- Han, S.J., 2016. "Qualitative Risk Assessment on Median Bus Lanes and Improvement Measures", *Journal of Transport Research*, 23(4): 49-59.
22. 한수산·박병호, 2011. "순서형 로짓 모형을 이용한 사고 심각도 비교 분석: 청주시를 사례로", 「국토계획」, 46(2): 183-192.
- Han, S.S. and Park, B.H., 2011. "Comparative Analysis of Traffic Accident Severity Based on the Ordered Logit Model in the Case of Cheongju", *Journal of Korea Planning Association*, 46(2): 183-192.
23. 홍성민·김준기·오철, 2012. "야간 및 일출몰 시간대 교통안전에 영향을 미치는 고속도로 기하구조 특성분석", 「대한교통학회지」, 30(4): 95-106.
- Hong, S.M., Kim, J.K., and Oh, C., 2012. "Characteristics of Geometric Conditions Affecting Freeway Traffic Safety at Nighttime, Sunrise, and Sunset", *Journal of Korean Society of Transportation*, 30(4): 95-106.
24. Akerstedt, T., Kecklund, G., and Horte, L.G., 2001. "Night Driving, Season, and the Risk of Highway Accidents", *Sleep*, 24(4): 401-406.
25. Al-Ghamdi, A.S., 2002. "Using Logistic Regression to Estimate the Influence of Accident Factors on Accident Severity", *Accident Analysis and Prevention*, 34(6): 729-741.
26. Bhagavathula, R., Gibbons, R.B., and Edwards, C.J., 2015. "Relationship between Roadway Illuminance Level and Nighttime Rural Intersection Safety", *Transportation Research Record*, 2485(1): 8-15.
27. Clarke, D.D., Ward, P., Bartle, C., and Truman, W., 2006. "Young Driver Accidents in the UK: The Influence of Age, Experience, and Time of Day", *Accident Analysis and Prevention*, 38(5): 871-878.
28. Doherty, S.T., Andrey, J.C.A., and MacGregor, C., 1998. "The Situational Risks of Young Drivers: The Influence of Passengers, Time of Day and Day of Week on Accident Rates", *Accident Analysis and Prevention*, 30(1): 45-52.
29. Green, E.R. and Agent, K.R., 2003. *Crash Rates at Intersections*, Kentucky: Kentucky Transportation Center.
30. Guerra, E., Dong, X., and Kondo, M., 2019. "Do Denser Neighborhoods Have Safer Streets? Population Density and Traffic Safety in the Philadelphia Region", *Journal of Planning Education and Research*, doi: <https://doi.org/10.1177/0739456X19845043>.
31. Kong, C. and Yang, J., 2010. "Logistic Regression Analysis of Pedestrian Casualty Risk in Passenger Vehicle Collisions in China", *Accident Analysis and Prevention*, 42(4): 987-993.
32. Ma, Z., Shao, C., Yue, H., and Ma, S., 2009. "Analysis of the Logistic Model for Accident Severity on Urban Road Environment", *2009 IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, 983-987.
33. May, A.D., 1990. *Traffic Flow Fundamentals*, NJ: Prentice-Hall.
34. Olszewski, P., Szagała, P., Wolański, M., and Zielińska, A., 2015. "Pedestrian Fatality Risk in Accidents at Unsignalized

Zebra Crosswalks in Poland”, *Accident Analysis and Prevention*, 84: 83-91.

35. Plainis, S., Murray, I.J., and Pallikaris, I.G., 2006. “Road Traffic Casualties: Understanding the Night-time Death Toll”, *Injury Prevention*, 12(2): 125-128.

36. Polus, A. and Katz, A., 1978. “An Analysis of Nighttime Pedestrian Accidents at Specially Illuminated Crosswalks”, *Accident Analysis and Prevention*, 10(3): 223-228.

37. Rosekind, M.R., 2015. “New Car Assessment Program”, National Highway Traffic Safety Administration.

38. Sze, N.N. and Wong, S.C., 2007. “Diagnostic Analysis of the Logistic Model for Pedestrian Injury Severity in Traffic Crashes”, *Accident Analysis and Prevention*, 39(6): 1267-1278.

39. Korea Transport Database, Accessed September, 2018. <https://ktdb.go.kr/>

40. National Spatial Data Infrastructure Portal (NSDI), Accessed September, 2018. <http://nsdi.go.kr/>

41. Seoul Metro, Accessed September, 2018. <http://seoulmetro.co.kr/>

42. Seoul Open Data Plaza (SODP), Accessed September, 2018. <https://data.seoul.go.kr/>

43. Traffic Accident Analysis System (TAAS), Accessed September, 2018. <http://taas.koroad.or.kr/>

44. Transport Operation & Information Service, Accessed September, 2018. <https://topis.seoul.go.kr/>

45. ViewT, Accessed September, 2018. <https://viewt.ktdb.go.kr/>

Date Received	2019-04-09
Reviewed(1 st)	2019-06-17
Date Revised	2019-07-26
Reviewed(2 nd)	2019-09-16
Date Accepted	2019-09-16
Final Received	2019-11-26