



보행고령자 교통사고의 공간적 군집 형성에 미치는 영향*

Factors Affecting Spatial Clustering in Pedestrian Collisions Involving the Elderly

김태원** · 전희정***

Kim, Taewan · Jun, Hee-Jung

Abstract

This study examined spatial dependence in pedestrian collisions involving the elderly. The study also examined the factors affecting spatial clustering in pedestrian collisions involving the elderly. We conducted spatial and multinomial logistic regression analyses using the Traffic Accident Analysis System (TAAS) data of the Road Traffic Authority. The results first indicated hot and cold spots where frequent collision areas involving elderly pedestrians were more and less concentrated, respectively. Specifically, the hot spots clustered in the northeastern and southwestern areas of Seoul, whereas cold spots clustered in the downtown of Seoul. Second, the ratio of the medium-sized road and the speed bump density had a positive effect on hot spots formation. Third, the three-color traffic light density, speed bump density, and aging index had a positive effect on cold spots formation. These results suggest that a collision prevention policy for elderly pedestrians should be designed considering the factors affecting spatial clustering in pedestrian collisions involving the elderly.

주제어 노인, 보행자-차량 교통사고, 근린환경, 핫스팟 분석

Keywords The Elderly, Pedestrian-Vehicle Collision, Neighborhood Built Environment, Hotspot Analysis

1. 서론

세계 많은 도시들에서 보행 친화성에 대한 관심이 증대되고 있다. 산업화 및 교외화를 거치면서 중요시되었던 자동차 중심의 도시개발에서 탈피하여, 보행자의 편리하고 안전한 이동에 대한 관심이 높아지고 있는 것이다. 이와 관련하여 정부는 보행자 중심의 환경 조성을 위한 정책적 노력을 지속하고 있다. 실제로 지난 2020년 정부는 국민의 보행권 보장과 보행환경 개선을 위해 「보행 안전 및 편의 증진에 관한 법률」을 제정하였다. 이는 보행

안전 기반 구축과 보행 문화의 확산에 대한 국가적 책임을 강화하려는 의미로 해석된다(행정안전부, 2020).

안전한 보행 환경 구축에 대한 정부의 의지와는 달리, 한국의 보행자 교통사고는 여전히 심각한 수준에 머물러 있다. 특히, 65세 이상의 보행고령자에 대한 보행 안전이 취약한 것으로 나타난다. 도로교통공단 자료에 따르면, 2015년 기준 전체 보행 교통사고 중 22.5%가 보행고령자였으며, 이로 인한 사망자 중 50.9%가 보행고령자임을 확인되었다(도로교통공단, 2016). 이는 OECD 회원국의 보행고령자 교통사고 사망자수 구성비 평균인 28.1%를

* 본 논문은 교육부 및 한국연구재단의 BK21FOUR 「공감과 혁신을 위한 플랫폼 거버넌스 교육연구단」에서 지원을 받아 수행된 연구임 (관리번호 4199990114294)

** Ph.D. Candidate, Graduate School of Governance, Sungkyunkwan University (First Author: taewan86@skku.edu)

*** Associate Professor, Department of Public Administration & Graduate School of Governance, Sungkyunkwan University (Corresponding Author: hjun@skku.edu)

크게 상회한다.

고령인 보행자는 노화가 진행됨에 따라 나타나는 전반적인 신체 기능의 저하와 함께 보행 활동 시 필요한 시력, 청력, 평행감각, 보행 속도 등이 감소되는 신체적 특성을 갖는다. 이와 동시에 보행고령자는 기대감의 연속성으로 인한 자기상에 대한 과신 또한 보이고 있다(임평남 외, 1997; 김수영, 2001; 전대양, 2016). 이러한 보행고령자의 신체적·정신적 특징이 교통사고에 영향을 미치는 요소들과 결합될 경우, 사고 발생 확률이 보다 강하게 나타날 것으로 예측된다.

일반적으로 보행고령자 교통사고에 영향을 미치는 환경적 요인을 분석한 선행 연구들은 도로, 도로안전시설물, 보호구역, 토지이용 혼잡도 등의 수준이 영향을 미칠 수 있음을 언급한다(이세영·이제승, 2014; 박철영·이수기, 2016; 이수범 외, 2008; 이지선 외, 2012; 배민경·박승훈, 2018; 양지웅 외, 2018; 서지민·이수기, 2016; 권지혜, 2018). 그러나 해당 선행 연구들은 특정 장소 주변의 물리적 환경에 대한 분석을 통해 보행고령자 교통사고를 살펴본 연구가 대다수이며, 공간적 상호의존성(spatial dependence)을 기반으로 보행고령자 교통사고를 분석한 연구는 아직 미흡한 수준이다.

한편, 공간적 상호의존성은 지역 간 물리적 접근성이 증가할수록, 해당 공간 내에서 발생하는 현상의 유사성 역시 증가하는 현상을 말한다(Anselin and Bera, 1998). 이는 보행고령자 교통사고 측면에서, 특정 지역 내 고령자 무단횡단이 빈번히 일어난다면 이러한 보행 행태가 인접 지역의 고령자에게 영향을 미쳐 두 지역에서의 보행고령자 교통사고가 함께 높아질 수 있음을 의미한다. 이로 인하여 보행고령자의 교통사고는 인접 지역과의 군집의 형태로 발생할 수 있는 것이다. 이와 더불어 보행고령자 교통사고의 공간적 군집에 영향을 미치는 요인을 분석한다면 보행고령자의 안전성을 보다 효과적으로 개선하는 데 도움이 될 수 있다.

상기 논의들을 고려하여, 본 연구에서는 다음과 같은 연구 질문을 제시한다. 첫째 “보행고령자 교통사고는 공간적으로 군집의 형태를 보이는가?”. 둘째, “보행고령자 교통사고의 공간적 군집 형성에 영향을 미치는 환경적 요인은 무엇인가?”.

연구 질문에 대한 분석을 위해 먼저, 본 연구는 도로교통공단 교통사고분석시스템(Traffic Accident Analysis, TAAS)의 자료를 기반으로 서울특별시 467개 법정동에서 발생한 보행고령자 교통사고 다발지역에 대해 핫스팟 및 콜드스팟 분석을 실시하여 인접지역과 함께 보행교통사고가 많이 혹은 적게 발생한 지역의 공간적 군집 유무를 확인한다. 이후 서울시 법정동에 대하여 인접지역과 함께 공간적 군집을 형성하여 보행고령자 교통사고가 많이 일어난 지역, 적게 발생한 지역, 공간적 군집이 형성되지 않은 지역의 세 가지 형태로 구분하여 종속변수로 설정하고 이러한 보행고령자 교통사고 군집형성에 영향을 미치는 환경적 요인들을 분석하기 위해 다항로지스틱 분석을 실시한다.

본 연구는 보행고령자 교통사고의 공간적 군집의 가능성을 고려하여 특정 사고 지점들을 중심으로 분석한 선행 연구들에 비해, 지역적 단위에서 교통사고 영향요인을 파악한다는 점에서 의의가 있다. 기존 보행고령자 교통사고와 관련한 선행 연구들은 주로 횡단보도, 버스정류장 등과 같은 특정 교통사고 발생지점에 영향을 미치는 요인들을 탐색하기 위한 목적에서 실시되었다(박정순, 2011; 윤준호·이수기, 2018; 고동훈·박승훈, 2019; 박병호 외, 2009). 이와는 달리 본 연구는 공간적 상호의존성을 바탕으로 보행고령자 교통사고가 인접지역과 함께 많이 발생하거나 적게 발생하여 공간적 군집을 형성하는 지역을 파악하고, 이러한 군집형성에 영향을 미치는 지역 환경요인을 분석한다. 보행고령자 교통안전 대책이 지역적 특수성에 대한 고려가 상대적으로 미흡한 수준에 머물러 있음을 고려할 때(김경범·황경수, 2017), 본 연구의 결과는 보행고령자 교통안전 정책 설계에 보다 구체적인 자료로서 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

II. 이론적 논의

1. 보행고령자 교통사고의 공간적 군집

일반적으로 고령자는 연령이 증가함에 따라 신체적, 정신적 수준의 저하로 인해 의존적 성향을 보임과 동시에 사회적으로 권위를 갖는 사람으로 정의된다(박준범·남궁미, 2019). 이러한 고령자에 대한 법령상 또는 국가기관별 기준은 55세 이상에서 65세 이상까지 상이하다(전대양, 2016). 이 중 「도로교통법」, 「노인복지법」, 「노인장기요양보험법」, 「국민기초생활 보장법」 등 교통 부분을 포함한 다수의 법령에서 정한 고령자의 기준은 65세 이상으로 설정하고 있다. 이에 따라 본 연구의 대상은 해당 기준을 준용하여 보행고령자를 65세 이상의 노인을 선정하였다.

한편, 고령자는 청·장년층에 비해 신체와 관련하여 전반적인 기능이 낮은 특성을 보인다. 특히, 시력 및 청력 등의 기능이 상대적으로 저하된 특징을 보인다. 예를 들어 고정된 물체에 대한 시력의 경우, 65세 이상의 고령자는 30대의 80% 수준을 보이고 있으며 정지 시력의 경우, 일반적으로 40대 후반까지는 연령별 차이가 두드러지지 않지만, 60세가 지난 시점 이후에는 점차적으로 그 수준이 감소하는 모습이 나타났다(Mori and Mizohata, 1995). 더불어 움직이는 물체와 관련한 동체 시력의 경우, 60세를 전후로 급격한 감소가 이뤄진다(이준범·이재식, 2007). 이외에도 고령자는 연령이 높아짐에 따라 점진적인 청력 기능의 상실을 경험하게 되며, 신체의 운동과 관련한 발목, 무릎 등과 같은 관절의 기능과 움직임 역시 청·장년층에 비해 상대적으로 낮은 수준으로 저하된다(교통안전공단, 2006).

신체적 기능의 저하 외에도 연령이 증가할수록 고령자는 청·장년층에 비해 정신적인 기능이 둔화되는 모습을 보인다. 노화가

진행됨에 따라 외부의 자극 및 정보 처리를 관장하는 신경계의 활동이 느려지며 고령자는 상대적으로 인지적 반응에 대한 시간이 증가하는 모습을 보인다(오주석 외, 2010). 이러한 고령자의 신체적·정신적 특성은 기존 보행자 교통사고에 영향을 미치는 일반적 요인들과 결합할 경우, 교통사고 발생확률이 증가할 가능성이 존재한다.

한편, 보행고령자 교통사고에서 논의되어야 할 중요한 부분은 보행고령자 교통사고에서 발생할 수 있는 공간적 상호의존성이다. 공간적 상호의존성(spatial dependence)은 지리적 공간들에서 발생하는 상호작용을 의미하는 개념이다. 공간적 상호의존성은 공간들의 접근성이 증가함에 따라 해당 공간에서 발생하는 현상의 유사도 역시 높아지는 현상을 보인다(Anselin and Bera, 1998).

지리적으로 인접 거리에 있는 개인, 집단 혹은 지역은 인접 지역 간 전이효과 등과 같은 효과로 인해 유사한 모습을 보인다(Tobler, 1970). 지리적인 접근성이 높을수록 인접 지역 간 발생할 수 있는 근린효과(neighborhood effect)의 영향력이 보다 증가할 수 있기 때문이다. 근린효과는 지리적 접근성이 높은 인접 지역 간 사회적 네트워크 및 상호작용을 통해 인근 지역들이 갖는 독립적인 인과관계가 사회적 성과에 영향을 미치는 효과를 말한다(Jencks and Mayer, 1990). 근린효과에 의하면, 인접 지역 내 개인 또는 집단은 타 지역에 비해 높은 수준의 네트워크를 갖는다. 따라서 특정 거리 내 속한 지역 내에서의 개인이 갖는 인식, 행태, 지역 내 문화 등은 타 지역에 비해 인접 지역과 보다 큰 영향력을 주고받게 된다.

이와 관련하여 Tobler(1970)의 지리학 제1법칙에 따르면 “모든 것은 다른 모든 것과 연관 있으나, 가까운 것은 먼 것보다 더 관련 있다”고 밝히고 있다. 보행고령자 교통사고 측면에서, 해당 법칙은 노인들의 보행 행태가 자신과 인접한 개인, 나아가 인접 지역에 의하여 상호 간 영향을 주고받음을 예측할 수 있다. 실제 보행자의 보행 활동에 대한 역동성을 살펴본 연구에서는 보행자의 보행 활동은 인접한 타인의 보행 행동에 영향을 받고 있음을 지적한다(Zhang and Han, 2011). 또한, 보행자의 보행 활동을 설명하기 위해 제시된 CA Model, Floor Field Model 등은 개별 모형이 지닌 가정은 상이하나, 해당 모형들은 모두 보행자의 보행이 인접한 타인의 보행 행태에 영향을 받는 것을 공통적으로 지적하고 있다(Blue and Adler, 1999; Zhang and Han, 2011; Nishinari et al., 2004).

예를 들어, 보차 분리가 명확히 이뤄지지 않는 생활도로에서 보행고령자는 현재까지 유사한 도로환경에서 무사고 경험의 지속으로 인한 자기 과신으로 인해 무단 횡단의 보행행태를 보일 가능성이 높다. 이는 노인의 경우, 청·장년층에 비해 상대적으로 자신의 경험을 기반으로 행동하고자 하는 성향이 높기 때문이다(임평남 외, 1997; 김수영, 2001). 이로 인해 해당 지역에서의 생활도로 내 보행고령자의 무단 횡단 보행행태가 증가한다면, 공간적

상호의존성으로 인해 인접 지역 내 보행고령자들의 무단횡단 행태 역시 증가할 수 있다. 이에 따라 특정 지역을 둘러싼 인접 지역의 경우, 무단 횡단 행태로 인한 보행고령자의 교통사고는 유사한 수준을 보이며 인접 지역과의 공간적 군집 행태를 보일 수 있다.

현재까지 보행고령자 교통사고와 관련한 대다수의 연구는 사고 발생 지점 또는 버스정류장, 지방부 도로 등과 같은 특정 장소 주변의 물리적 환경을 분석하였다(박정순, 2011; 서금열 외, 2017; 윤준호·이수기, 2018; 박준범·남궁미, 2019; 우보람 외, 2020). 그러나 앞선 논의와 같이 보행고령자 교통사고는 공간적 상호의존성으로 인해 특정 지점만이 아닌 인접 지역으로 확대되어 공간적 군집의 형태로 형성될 가능성이 높을 것으로 판단된다. 이는 곧 보행고령자의 교통사고를 개선하기 위한 정책적 접근이 특정 장소를 중심으로 이뤄지는 것을 지양해야 함을 의미한다.

2. 보행고령자 교통사고의 공간적 군집에 영향을 미치는 지역환경요인

상기 논의는 공간적 상호의존성으로 인해 보행고령자의 교통사고는 공간적 군집의 행태를 보일 가능성을 탐색하고 있다. 이에 더해 사회지리학은 지역 환경요인이 보행고령자 교통사고의 공간적 군집에 영향을 미칠 가능성에 대한 이론적 근거를 제시한다. 사회지리학 관점에서 공간의 구조는 해당 공간 내 존재하는 사회적 관계들의 종속변수이며, 나아가 공간의 변동은 사회적 변동에 대한 결과임을 의미한다(안영진, 2000). 이는 보행고령자 교통사고 측면에서 공간적 군집의 형성은 해당 지역 내 고령인들의 특정 보행 행태를 유발하는 공간 구조, 즉, 환경적 요인이 영향을 미칠 수 있음을 시사한다.

예를 들어, 앞선 예시처럼 보차 분리가 명확히 이뤄지지 않는 생활도로에서의 무단횡단으로 인한 보행고령자 교통사고의 증가는 해당 지역만이 아닌 인접 지역과의 상호작용으로 인해 공간적 군집이 발생할 가능성이 존재한다. 이에 따라 보행고령자 교통사고율의 완화를 위해 설치된 안전 울타리 등의 설치는 해당 지역만이 아닌 인접 지역으로 확산될 수 있다. 따라서 공간 구조 내 환경적 요인이 보행고령자 교통사고 군집형성에 일정한 상관관계가 존재함을 예측하여 볼 수 있다.

한편, 보행자 교통사고에 영향을 미치는 일반적 환경요인들을 살펴보면 도로요인, 도로안전시설물요인, 보호구역요인, 토지이용요인 등으로 지적된다. 해당 요인들을 중심으로 한 공간적 군집의 가능성을 살펴보면 다음과 같다.

먼저 차로 폭, 교차로 수와 같은 도로요인은 보행자 교통사고에 유의미한 영향을 미치는 요인으로서 다수의 연구에서 영향력이 입증되었다(이세영·이제승, 2014; 박철영·이수기, 2016; 이수범 외, 2008; 이지선 외, 2012). 해당 연구에서는 차로 폭이 넓어짐에 따라 이에 상응하는 교통량 역시 높아질 수 있음을 언급한

다(이수범 외, 2008; 이지선 외, 2012). 한편, 교차로의 경우 면적 또는 수가 늘어남에 따라 보행자가 횡단하여야 하는 거리와 시간이 연장된다는 점을 지적한다(이세영·이제승, 2014; 박철영·이수기, 2016). 보행고령자가 청·장년층에 비해 신체적 운동 기능 수준이 저하되는 특성을 상기하여 볼 경우, 차로 폭 및 교차로 면적의 증가는 보행을 위해 횡단해야 할 거리의 증가를 의미한다. 이는 보행고령자 입장에서 보행과 관련한 신체적 부담이 높아지는 원인으로 작용함과 동시에 차량에 노출될 시간이 증가하는 것을 뜻한다. 이에 따라 해당 지역 내 해당 요인의 증가는 보행고령자의 교통사고 발생 확률을 높이는 원인으로 작용할 수 있다. 교통의 흐름이 갖는 특성이 이동성(movement)임을 상기하여 볼 경우(이건학, 2004), 차로 폭, 교차로 수와 같은 도로의 특성은 인접 지역과 연장되어 나타날 수 있다. 이는 보행고령자 입장에서 보행의 부담이 특정 지역에 한해서 존재하지 않을 수 있음을 의미하며, 이에 따른 교통사고 역시 인접 지역과의 군집의 형태로 발생할 수 있다.

다음으로 신호등, 횡단보도, 과속방지턱, 대중교통 정류장 등과 같은 도로안전시설물요인 역시 보행자 교통사고에 영향을 미치는 요인으로 밝혀졌다(박철영·이수기, 2016; 배민경·박승훈, 2018; 양지웅 외, 2018; 서지민·이수기, 2016; 권지혜, 2018). 이 중 신호등의 경우, 신호등에 종류에 따라 보행자 교통사고에 상이한 영향을 미칠 것으로 판단된다. 차량 운전자 입장에서 신호등의 신호 개수가 증가할수록, 운전자의 신호 해석 및 인지 반응 시간이 늘어남다는 것이다(양지웅 외, 2018). 이는 3색 렌즈로 구성된 신호등에 비해 4색 렌즈로 구성된 신호등의 경우, 돌발 상황에 대한 운전자의 대응 시간이 길어짐에 따라 보행자 교통사고 발생 확률 역시 증가할 수 있는 것으로 예측된다. 특히 보행고령자의 경우, 기대감의 연속성으로 인한 자기상의 과신을 보이는 특성을 보인다(임평남 외, 1997; 김수영, 2001; 전대양, 2016). 즉, 자신의 경험에 근거하여 사건이 발생하지 않을 것이라는 기대감이 높다는 것이다.

예를 들어, 신호등이 설치된 횡단보도에서 교통사고를 경험하지 않은 고령자는 유사한 보행환경에 노출된 경우, 사고 발생에 대한 기대감이 청·장년층에 비해 낮은 수준으로 형성된다는 것이다. 따라서 보행고령자는 현재까지의 경험대로 행동하고자 하는 성향이 매우 높으며, 타인의 충고를 인정하지 않으려는 행태를 보인다(임평남 외, 1997; 김수영, 2001). 해당 특성은 보행 시 주변 상황에 대한 주의력 결핍, 무리한 통행 등으로 이어질 수 있다. 또한, 신호등 표시등의 개수에 따라 운전자의 인지 반응이 상이할 수 있는 점을 고려할 때 해당 지역에서의 보행고령자 교통사고 증가로 이어질 수 있다. 해당 특성은 앞선 논의의 맥락과 함께 공간적인 군집의 형태를 이룰 가능성이 높다.

한편, 교통약자를 위한 보호구역 지정이 보행자 교통사고에 미치는 영향은 현재까지 일률적이지 못한 결과를 보인다(이수범

외, 2008; 이지선 외, 2012; 박철영·이수기, 2016). 이에 대해 이수범 외(2008)는 보호구역 지정의 효과는 토지이용의 형태에 따라 상이할 수 있음을 지적한다. 그러나 최근 '민식이법'의 지정으로 인해 교통약자에 대한 교통사고가 사회적 문제로 부상함에 따라 보호구역 지정에 대한 사회적 관심과 더불어 운전자의 방어운전에 대한 인식 수준이 증가하고 있다(백정한 외, 2020). 따라서 지역 내 보호구역의 존재는 보행자의 교통사고 감소에 긍정적인 영향을 미칠 요인으로 예측하여 볼 수 있다. 특히, 고령인구 밀집 지역은 사회·경제적 특성으로 인해 형성되어 있기에(조대현, 2014; 이희연 외, 2015), 보호구역이 특정 지역을 중심으로 공간적 군집의 형태로 발생할 수 있다. 이에 따른 보행고령자의 교통사고 역시 해당 지역을 중심으로 군집의 형태를 띠고 있음을 유추하여 볼 수 있다.

마지막으로 혼합토지이용 비율이 높을수록 보행자의 교통사고에 영향을 미치는 것으로 나타난다(서지민·이수기, 2016). 혼합토지이용은 도시의 활동체계를 대변한다(박준태 외, 2011). 임하나 외(2016)의 연구에 의하면 단일 토지 이용에 비해 토지 이용의 혼합 수준이 증가할수록 보행량 증가에 대한 영향력이 강해짐을 발견하였다. 이는 곧 보행자의 보행 시간의 증가를 의미한다(이경환·안건혁, 2007; 이경환 외, 2014). 따라서 고령자의 신체적 기능이 상대적으로 저하된 점을 고려할 경우, 토지이용의 혼합도에 따른 보행 시간의 증가는 보행고령자의 신체적 부담을 가중시킬 수 있으며 동시에 이에 따른 교통사고 발생 확률 역시 증가될 수 있음을 뜻한다.

앞선 내용들을 바탕으로 보행고령자 교통사고의 공간적 군집 형성에 영향을 미치는 요인들을 종합하면 다음과 같다. 보행고령자 교통사고 측면에서 차로 폭, 교차로와 같은 도로요인과 토지이용요인은 공통적으로 고령자의 보행 활동의 신체적 부담으로 작용한다. 이러한 요인은 보행고령자가 차량에 노출되는 시간 또는 보행고령자의 자기 과신으로 인한 무리한 보행을 증가시키는 원인으로 작용할 수 있다. 따라서 해당 요인은 보행고령자 교통사고가 많이 발생하는 지역의 공간적 군집 형성에 미치는 요소로 인식된다.

다음으로 신호등, 과속방지턱과 같은 도로안전시설물요인과 보호구역요인의 경우, 보행고령자 교통사고가 적게 발생하는 지역의 공간적 군집 형성에 미치는 요소로 인식하여 볼 수 있다. 「도로안전시설 설치 및 관리지침」에 따르면 신호등, 과속방지턱과 같은 도로안전시설물의 설치의 목적이 도로 교통의 안전과 소통을 도모하는 것임을 밝히고 있다. 또한 「도로교통법」에 의하면, 보호구역의 설치목적은 노인을 포함한 교통약자의 보호를 위함이다. 따라서 해당 요인의 증가는 차량 운전자의 입장에서 방어운전을 유도할 가능성이 높은 요소로서 보행고령자 교통사고가 적게 발생하는 지역의 공간적 군집에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예측된다.

3. 선행 연구 검토 및 가설 설정

현재까지 보행고령자 교통사고와 관련한 선행 연구는 교통사고 발생 지점, 신호교차로, 횡단보도, 버스정류장 등과 같은 일부 장소를 중심으로 이뤄져왔다(박정순, 2011; 윤준호·이수기, 2018; 고동훈·박승훈, 2019; 박병호 외, 2009). 이외에도 교통사고를 유발하는 보행고령자의 보행 행동 특성을 연구한 연구가 존재한다(임재경 외, 2018; 서금열 외, 2017; 김상구, 2016; 오주석 외, 2010).

한편, 공간적 단위를 고려하여 교통사고를 분석한 연구들이 존재한다(손세린·강영옥, 2017; 이수진 외, 2015; 조나혜 외, 2018; 조정운 외, 2019). 그러나 해당 연구의 경우는 여성, 도로 네트워크 등 특정 성별 및 시설물을 기준으로 그들의 공간 단위분포를 살펴보고 이들이 교통사고에 미치는 영향을 살펴보는 연구가 대다수이다.

특히, 보행고령자의 교통사고와 관련한 연구의 경우 공간적 상호의존성을 고려한 연구는 상대적으로 미흡한 수준을 보이고 있다. 그러나 앞선 논의에서처럼, 보행고령자 교통사고는 해당 지역을 중심으로 인접한 지역과 공간적 군집의 형태를 보일 가능성이 높다. 이는 보행고령자의 보행행태가 자신과 인접한 개인, 나아가 인접 지역에 의해 상호 간 영향을 주고받을 수 있기 때문이다. 이와 더불어 지역 단위에서 환경적 요인은 보행고령자 교통사고와 관련한 공간적 군집에 영향을 미칠 수 있다.

이상의 내용을 바탕으로 본 연구는 보행고령자 교통사고에 대한 공간적 군집의 유무를 확인한다. 이에 더해 환경적 요인이 보행고령자 교통사고의 공간적 군집에 어떠한 영향을 미치는지를 살펴보고자 한다. 이를 보다 상세히 살펴보면 다음과 같다.

본 연구에서는 도로요인, 도로안전시설물요인, 보호구역요인, 토지이용요인 등이 보행고령자 교통사고의 공간적 군집 형성에 영향을 미칠 수 있음을 지적하였다. 해당 요인 중 도로 요인과 토지이용요인의 증가는 곧 보행고령자의 신체적 부담으로 이어질 수 있음을 뜻한다. 따라서 해당 요인들은 인접 지역 내에서의 보행고령자 교통사고가 많이 발생한 지역의 공간적 군집 형성에 보다 많은 영향을 미칠 것으로 예상된다.

한편, 도로안전시설물요인과 보호구역요인에 대한 설치 목적은 교통약자인 보행고령자의 보행 안전을 담보하기 위함이다. 이에 따라 해당 요인들은 보행고령자 교통사고의 수준을 완화시키는 방향으로 작용한다. 따라서 해당 시설들의 증가는 해당 지역과 인접 지역 내에서 발생할 수 있는 보행고령자 교통사고가 적게 발생한 지역의 공간적 군집형성에 보다 많은 영향을 미칠 것으로 예상된다. 해당 논의를 바탕으로 본 연구에서 설정한 연구 가설은 다음과 같다.

가설 1: 보행고령자 교통사고는 공간적 군집의 형태를 보인다.

가설 2: 도로요인과 토지이용요인은 보행고령자 교통사고가 많이 발생한 지역의 공간적 군집 형성에 보다 많은 영향을 미친다.

가설 3: 도로안전시설물요인과 보호구역요인은 보행고령자 교통사고가 적게 발생한 지역의 공간적 군집 형성에 보다 많은 영향을 미친다.

III. 연구설계

1. 분석 자료 및 변수

본 연구의 분석 자료는 2012년과 2019년 사이 도로교통공단의 교통사고분석시스템(TAAS)의 보행고령자 사고 다발 지역 자료를 활용하였다. 해당 자료에서는 보행고령자 사고 다발 지역을 반경 200m 내 보행고령자를 대상으로 하는 교통사고가 3건 이상인 지역 또는 사망사고 발생을 포함할 경우 2건 이상의 교통사고가 발생한 지역으로 정의하고 있다.

TASS 자료는 많은 선행연구들에서 이용된 자료로 현재까지 구득 가능한 자료 중 가장 종합적인 정보를 포함하고 있다(이기훈·이수기, 2016; 고동원·박승훈, 2019; 박수훈 외, 2020). 본 연구는 보행고령자의 개별교통사고 발생지점이 아닌 보행고령자 교통사고 다발지역을 자료를 활용한다. 이는 우연적으로 발생할 수 있는 개별 보행교통사고에 비해 다발적으로 일어난 보행교통사고 지역이 주변환경요인과 보다 밀접히 연관되어 있다고 가정하기 때문이다.

〈그림 1〉은 2012년과 2019년 사이 1,139개의 보행고령자 교통사고 다발 지점을 서울시 내 법정동 경계를 바탕으로 나타낸 결과이다. 해당 결과를 살펴보면 2012년부터 2019년까지 보행고령자의 교통사고 발생은 서울시의 도심권, 동북권, 서남권 지역에 집중된 모습을 살펴볼 수 있다. 이는 보행고령자의 교통사고가 해당 지역에서 지속적으로 발생하고 있음을 의미함과 동시에 보행고령자 교통사고가 공간적 군집을 형성할 가능성이 높음을 다시 한번 확인시켜주는 결과로서 판단된다.

한편, 종속변수는 보행고령자 교통사고 관련 핫스팟 지역 여부이다. 이를 위해 국지적 단위의 G통계량(Getis-Ord local G statistics)의 값을 활용하였다. 국지적 단위의 G통계량은 특정 위치에서 발생한 현상을 공간 단위로 집계함과 동시에 발생 빈도를 중심으로 공간 단위 내 국지적 군집성을 검정하는 기능을 한다(이유진·최명섭, 2018). 이에 따라 해당 지역과 주변 인접 지역의 보행고령자의 교통사고 다발지점 빈도가 모두 높아 보행고령자 교통사고가 많이 발생한 지역의 군집인 핫스팟(hotspot)으로 설정하였다. 반면, 해당지역과 주변 인접지역의 보행고령자 교통사고 다발지점 빈도가 모두 낮아 보행고령자 교통사고가 적게 발생한 지역은 콜드스팟(coldspot)으로 설정하였다. 마지막으로 핫

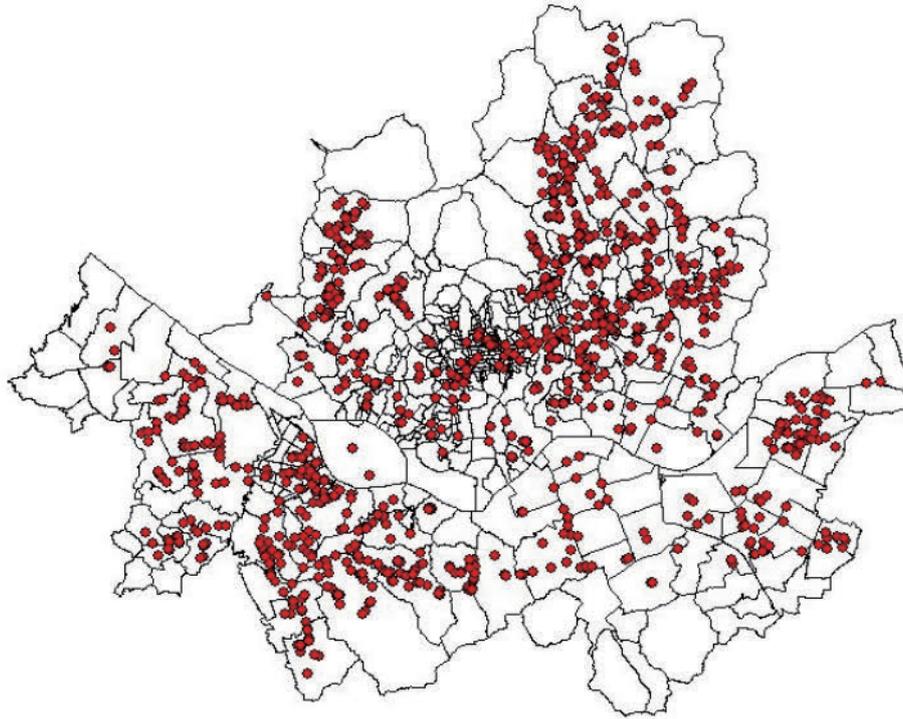


그림 1. 보행고령자 교통사고 다발 지점
 Figure 1. Points of frequent traffic accidents for elderly pedestrians

스팟도 콜드스팟도 아닌 지역, 즉, 군집이 형성되지 않은 지역을 참조변수로 사용하였다.

다음으로 독립변수는 앞서 논의된 선행 연구를 바탕으로 도로요인, 도로안전시설요인, 보호구역요인, 토지이용요인으로 구분하여 설정하였다. 이에 더해 통제변수로서 인구요인을 포함하였다.

선행 연구에서 논의된 바와 같이 도로의 폭과 교차로의 수가 증가할수록 보행자의 도로 횡단 시간이 증가한다(이세영·이제승, 2014; 박철영·이수기, 2016). 「도시계획시설의 결정·구조 및 설치 기준에 관한 규칙」에 의하면, 도로의 규모는 12m 미만을 “소로”, 12-25m를 “중로”, 25-40m를 “대로”, 40m 이상을 “광로”로서 구분하고 있다. 이 중 본 연구는 지역 내 “소로”의 비율을 중심으로 각 규모별 도로의 지역 내 비율이 보행고령자의 교통사고 밀집지역 형성에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

도로안전시설요인은 종류별 신호등의 밀도, 횡단보도 밀도, 과속방지턱 밀도, 버스정류장 밀도로 설정하였다. 앞선 논의에 의하면 신호등에 부착된 표시 렌즈의 개수 차이는 운전자의 상이한 인지 반응을 유발한다(양지웅 외, 2018). 이는 신호등의 종류에 따른 교통사고 발생 확률 차이로 이어질 수 있다. 이 외에도 횡단보도, 과속방지턱의 경우, 보행자의 교통사고를 유발하는 요인으로 지적되고 있기에(서지민·이수기, 2016; 박철영·이수기, 2016; 배민경·박승훈, 2018), 지역 내 해당 요인에 대한 밀도를 주요 변수로 선정하였다.

다음으로 보호구역요인은 어린이 보호구역과 노인 보호구역으로 선정하였다. 이는 보호구역 종류에 따른 운전자의 인지 반응이

상이하지 않을 것이라는 가정을 기반으로 한다. 이에 따라 지역 내 해당 보호구역의 밀도를 중심으로 해당 변수를 산출하였다.

토지이용요인의 경우, 주거 지역, 상업 지역, 공업 지역을 중심으로 측정한 토지이용혼합도로 선정하였다. 토지이용혼합도를 산출하기 위해 Christian et al.(2011)의 엔트로피 지수(entropy index)를 활용하였으며(Appendix 1 참조), 해당 지수의 값이 1에 가까울수록 지역 내 토지이용에 대한 혼합 수준이 높다는 것을 의미한다.

통제변수로서 인구밀도와 고령화지수를 중심으로 인구요인을 추가하였다. 공간 단위에서 발생하는 교통사고의 증감은 해당 지역의 인구밀도와 깊은 관련이 있다. 특히, 보행고령자 교통사고 측면에서, 노인 인구의 비율이 높은 지역일수록 보행고령자의 사고 발생 확률이 높을 것으로 판단된다. <표 1>은 논의된 내용을 바탕으로 선정된 본 연구의 주요 변수와 변수를 구성하기 위해 필요한 자료의 출처를 정리한 내용이다.

2. 분석 방법

본 연구의 목적은 지역 수준에서의 환경적 요인이 보행고령자 교통사고 공간적 군집형성에 미치는 영향을 파악하는 것이다. 이를 위한 분석 방법은 크게 두 단계로 구성된다. 먼저 보행고령자의 교통사고에 대한 공간적 패턴을 확인하기 위한 핫스팟 분석을 실시한다. 다음으로 해당 분석을 통해 수집한 정보를 토대로 보행고령자 교통사고의 공간적 군집에 영향을 미치는 요인을 로지

표 1. 주요 변수 및 자료 출처

Table 1. Variables and data sources

	Variable	Data source
종속변수 Dependent variable	보행고령자 교통사고 관련 핫스팟 지역 여부 Hotspots related to pedestrian traffic accidents	TAAS
도로특성 Road characteristics	광로(40m 이상) 비율 Ratio of extra large-sized road (road width: over 40m)	ref: 소로(12m 이하) 비율 Ratio of small-sized road (road width: below 12m)
	대로(25-40m) 비율 Ratio of large-sized road (road width: 25-40m)	
	중로(12-25m) 비율 Ratio of medium-sized road (road width: 12-25m)	
도로안전시설 특성 Road safety facilities characteristics	교차로 밀도(num/km ²) Intersection density (num/km ²)	서울 열린데이터 광장 Seoul open data plaza / 국가 공간 정보 포털 National spatial data infrastructure portal
	3색 신호등 밀도(num/km ²) Three-color traffic light density (num/km ²)	
	4색 신호등 밀도(num/km ²) Four-color traffic light density (num/km ²)	
	보행자 신호등 밀도(num/km ²) Pedestrian traffic light density (num/km ²)	
	횡단보도 밀도(num/km ²) Crosswalk density (num/km ²)	
	과속방지턱 밀도(num/km ²) Speed bump density (num/km ²)	
보호구역 Protected area	버스정류장 밀도(num/km ²) Bus stop density (num/km ²)	
	어린이보호구역 밀도(num/km ²) School zone density (num/km ²)	
토지이용특성 Land use characteristics	노인보호구역 밀도(num/km ²) Silver zone density (num/km ²)	
	토지이용혼합도 Land-use mix	
인구특성 Population characteristics	인구밀도(ln) Population density (ln)	
	고령화지수 Aging index	

스틱 분석을 통해 파악한다. 해당 분석 단계들을 자세히 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 보행고령자 교통사고의 공간적 군집을 확인하기 위한 방법으로 Getis-Ord G_i^* 을 활용한다. Getis-Ord G_i^* 분석은 공간 객체의 z-score를 계산하여 통계적으로 유의미한 수준의 높은 값에 대한 집중(hotspot)과 낮은 값에 대한 집중(coldspot)을 시각적으로 표현하기에 적합한 분석이다(최돈정·서용철, 2012). 이와 더불어 Getis-Ord G_i^* 는 연구범위 내 관찰된 값의 z-score를 계산하여 높은 값과 낮은 값들의 군집성향을 국지적으로 보여준다. 이를 통해 통계적으로 유의한 양의 G_i^* 값은 높은 값들의 군집(hotspot)을 의미하며 통계적으로 유의한 음의 G_i^* 값은 낮은 값들의 군집(coldspot)을 의미한다(이재수·성수연, 2016; Getis and Ord, 1992; 채정은 외, 2014; McCoy et al., 2018).

다음으로 다항로지스틱 분석을 통해 도로요인, 도로안전시설 요인, 보호구역요인, 토지이용요인, 인구요인 등 지역수준의 환경요인이 참조변수인 군집이 형성되지 않은 지역에 비해 보행고령자 교통사고가 많게 혹은 적게 일어난 지역의 군집인 핫스팟 혹은 콜드스팟 형성에 미치는 영향을 분석한다.

IV. 분석 결과

1. 보행고령자 교통사고 지역의 공간적 군집

본 연구에서 설정한 가설 1에 대한 결과를 살펴보기 위하여 핫스팟 분석을 실시하였다. 앞서 본 연구에서는 지리적으로 인접 거리에 있는 개인, 집단 혹은 지역은 인접 지역에서 발생하는 전이효과 등과 같은 효과로 인해 공간적 상호의존성이 존재함을 지

적하였다. 이와 같은 맥락에서 보행고령자 교통사고 현상 역시, 교통사고를 유발하는 고령인의 보행 활동 등은 공간적 상호의존성으로 인해 특정 지역만이 아닌 인접 지역으로 군집의 형태를 띠며 나타날 것으로 예상하였다.

분석 결과, <그림 2>와 같이 서울시 내 보행고령자 교통사고와 관련한 65개의 지역이 핫스팟 지역인 것으로 나타났다. 반면 221개의 지역은 콜드스팟 지역인 것으로 드러났다. 또한 본 연구의 분석 대상인 467여 곳의 보행고령자 교통사고 다발지역에 대한 z-score 결과를 자치구별로 정리한 결과에서 유사한 결과가 나타났다. 이는 해당 지역들을 중심으로 보행고령자 교통사고가 많이 혹은 적게 발생한 지역의 공간적 군집의 형태로서 존재하고 있음과 동시에 본 연구의 가설 1을 지지함을 의미한다. 이에 대한 상세한 내용은 다음과 같다.

앞선 내용에서 공간적으로 발생하는 높은 값에 대한 집중(hotspot)과 낮은 값에 대한 집중(coldspot)을 살펴보기 위해서 연구 범위에 대한 z-score 결과를 활용한다. 이를 바탕으로 <표 2>를 전반적으로 살펴보면 강북구, 관악구, 금천구의 지역들은 z-score의 최소/최대값의 범위와 그에 대한 평균값이 높은 것으로 나타나 해당 지역의 경우 높은 값에 대한 집중이 이뤄질 가능성이 높다. 반면, 종로구, 서대문구의 지역들은 z-score의 최소/최대값의 범위와 그에 대한 평균값이 다른 지역에 비해 낮은 모습

을 보이고 있기에 해당 지역을 중심으로 낮은 값에 대한 집중이 이뤄질 가능성이 높다. 반면, 종로구, 서대문구의 지역들은 z-score의 최소/최대값의 범위와 그에 대한 평균값이 다른 지역에 비해 낮은 모습을 보이고 있기에 해당 지역을 중심으로 낮은 값에 대한 집중이 이뤄질 가능성을 시사한다.

분석 결과에 대한 추가적인 확인으로서 <그림 2>를 살펴보면 보행고령자의 교통사고에 대한 핫스팟 지역은 주로 서울시의 동북권과 서남권을 중심으로 형성되었다. 이에 반해, 보행고령자의 교통사고와 관련한 콜드스팟 지역의 경우, 서울의 도심권을 중심으로 공간적 군집이 나타나는 것을 확인할 수 있다. 즉, 서울 지역 내 동북권과 서남권의 경우, 보행고령자 교통사고가 많이 발생한 지역의 공간적 군집이 발생한다. 반면, 도심권의 경우 보행고령자 교통사고가 적게 발생한 지역의 공간적 군집이 발생함을 의미한다.

해당 결과는 도심부에 비해 타 권역에 거주하는 고령자들의 물리적 환경 만족도가 낮다는 선행 연구의 분석 결과와 연관 지어 해석할 수 있다. 박종용(2018)은 고령 친화적 도시를 조성하기 위한 목적으로 서울 권역별 물리적 안전 수준을 분석하였다. 분석 결과, 고령자에 대한 권역별 물리적 안전 수준은 서북권, 도심권, 동남권, 서남권, 동북권 순인 것 밝혀졌다. 물리적 안전 수준이 높았던 도심권의 경우, 충분한 보행 신호시간, 보차 분리, 교통섬의 존재, 야간의 밝은 가로등 설치로 인한 안전한 보행환경 등이

Legend

Gi_Bin

- Cold Spot - 99% Confidence
- Cold Spot - 95% Confidence
- Cold Spot - 90% Confidence
- Not Significant
- Hot Spot - 90% Confidence
- Hot Spot - 95% Confidence
- Hot Spot - 99% Confidence

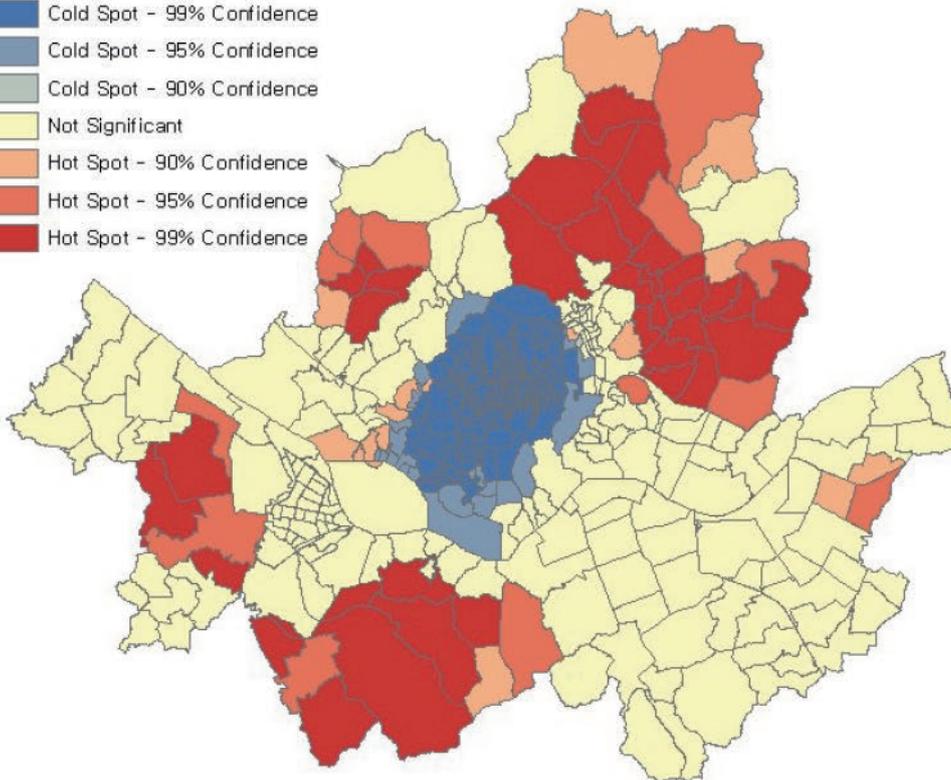


그림 2. 보행고령자 교통사고 핫스팟 분석

Figure 2. Hotspot analysis in frequent collision area among elderly pedestrians

표 2. 보행고령자 교통사고 지역 z-score
Table 2. Z-score of elderly pedestrian accident area

Division	Z-score		
	Min	Mean	Max
Jongno-gu	-2.198	-0.901	1.032
Jung-gu	-1.580	-0.919	7.825
Yongsan-gu	-1.394	-0.954	7.825
Seongdong-gu	-0.497	0.553	7.825
Gwangjin-gu	-0.451	0.236	1.919
Dongdaemun-gu	1.050	3.757	6.023
Jungnang-gu	1.352	2.796	4.231
Seongbuk-gu	-1.301	0.274	5.546
Gangbuk-gu	3.942	6.221	7.275
Dobong-gu	1.379	3.281	5.307
Nowon-gu	0.994	2.025	2.973
Eunpyeong-gu	0.715	1.878	3.210
Seodaemun-gu	-1.033	-0.162	2.610
Mapo-gu	-1.226	-0.653	7.825
Yangcheon-gu	2.825	3.530	4.583
Gangseo-gu	-0.944	0.436	4.192
Guro-gu	-0.250	1.533	4.567
Geumcheon-gu	2.505	4.839	6.296
Yeongdeungpo-gu	-1.325	-0.256	4.060
Dongjak-gu	1.286	3.108	7.825
Gwanak-gu	7.084	7.355	7.526
Seocho-gu	-1.104	-0.218	2.382
Gangnam-gu	-1.097	-0.351	0.339
Songpa-gu	-0.528	0.409	1.225
Gangdong-gu	-0.658	0.933	2.382

주요한 물리적 안전요소의 특성으로 밝혀졌다. 반면, 물리적 안전 수준이 상대적으로 낮았던 동북권과 서남권의 경우, 차량 진출입구로 인한 보차 분리 등이 낮은 수준으로 나타났다. 따라서 해당 분석 결과는 콜드스팟 지역으로 나타난 도심지와 핫스팟 지역인 동북권과 서남권 지역이 권역별 물리적 안전 수준의 차이로 인해 발생한 결과로서 해석이 가능하다. 한편, 손승호(2004)의 연구는 사회·경제적 속성을 바탕으로 도시 하위의 지역이 등질적으로 분류될 수 있음을 지적한다. 실제로 핫스팟 지역이 집중되어 나타나고 있는 동북권과 서남권 지역의 경우, 노후주택 밀집 지역 비중이 높은 지역적 특성을 갖는다(맹다미·백세나, 2019). 예를 들어, 핫스팟에 해당하는 성북동 일대의 지역은 대중교통 접근성, 도로율 등이 상대적으로 양호하지 않은 것으로 조사됐다(이희연 외, 2015). 이에 더해 해당 지역들은 경사도가 높은 특성을 보인다. 이는 보행고령자 교통사고 측면에서 사고 유발 요인

이 특정 지역만이 아닌 인접 지역과의 군집 형태로 나타날 수 있음을 다시 한번 확인시켜준다.

2. 보행고령자 교통사고 공간적 군집 영향요인

다음으로 본 연구에서 설정한 가설 2와 가설 3의 결과를 살펴보기 위하여 다항로지스틱 분석을 실시하였다. 앞서 살펴본 보행고령자 교통사고에 대한 핫스팟과 콜드스팟 이외의 지역, 즉, 보행고령자 교통사고 관련 군집이 형성되지 않은 지역을 준거 집단으로 설정하였으며, 분석 결과는 <표 3>과 같다.

본 연구의 가설 2에 대한 결과는 다음과 같다. 본 연구에서는 지역 수준에서 도로요인과 토지이용요인의 증가가 보행고령자의 신체적 부담으로 이어지며, 이에 따라 보행고령자의 교통사고량이 많이 발생한 지역의 공간적 군집이 형성될 것이라 예상하였다. 그러나 보행고령자 교통사고와 관련하여 핫스팟 지역 형성에 영향을 주는 요인은 도로요인 중 지역 내 중로 비율과 도로안전시설요인 중 과속방지턱 밀도인 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서 설정한 가설 2는 부분적으로 채택이 가능할 것으로 판단된다. 이에 대한 상세한 내용은 다음과 같다.

보행고령자 교통사고와 관련하여 핫스팟 지역 형성에 통계적으로 유의미한 영향을 주는 요인은 도로요인과 도로안전시설요인인 것으로 나타났다. 핫스팟 지역 형성에 영향을 주는 도로요인의 경우 지역 내 “소로”의 비율에 비해 “광로”의 비율이 증가할수록, 보행고령자 교통사고량이 높은 지역들에 대한 공간적 군집 형성이 완화되는 것으로 나타났다.

다음으로 도로폭의 증가가 보행고령자의 신체적 부담으로 이어진다는 기존의 논의와 달리, 해당 결과는 다음과 같이 해석하여 볼 수 있다. 2015년 기준, 전체 교통사고 23만 2035건 중 6-9m의 도로, 즉, 소로에 포함되는 도로에서 발생한 교통사고는 총 12만 3760건으로 절반 이상(53%)으로 집중되어 발생하는 모습을 보였으며, 이외 규모가 증가할수록 사고 발생이 감소하는 모습을 보였다(류찬희, 2016). 소로에 포함되는 생활도로에서 사고 발생이 집중되는 것은 불명확한 보차 구분, 좁은 보행로 등에 기인한다(임유진 외, 2014). 이는 반대로, 현재 도로 규모의 증가로 인해 차량 통행량이 높은 수준으로 예상되는 장소에 대한 보행자 안전대책 마련이 일정 수준으로 형성되어 있음을 의미한다. 실제로 서울특별시의 「2017 서울시 가로 설계·관리 매뉴얼」에 의하면, 보행자의 도로 횡단 가능성이 낮거나, 일정 이상의 통행량이 예상되는 경우 교통섬의 설치를 제시하고 있다(서울특별시, 2017). 따라서 “중로”에 비하여 “광로”의 비율이 증가할수록 핫스팟 형성 확률이 낮아지는 것은 보행 부담이 높아지는 도로일수록 보행 안전을 담보하기 위한 정책적 시도와 노력이 이어져 온 결과로 해석이 가능하다.

한편, 핫스팟 지역 형성에 영향을 주는 다른 도로요인인 지역

표 3. 보행고령자 교통사고 공간적 군집 영향요인 분석결과

Table 3. Multinomial logistic analysis in frequent collision area among elderly pedestrians

Variable	Hotspot				Coldspot				
	Reference group: not significant (N=177)								
	B	S.E	Wald	Exp (B)	B	S.E	Wald	Exp (B)	
Road characteristics	Ratio of extra large-sized road								
	Ratio of large-sized road	ref.							
	Ratio of medium-sized road	Ratio of small-sized road							
	Intersection density								
Road safety facilities characteristics	Three-color traffic light density								
	Four-color traffic light density								
	Pedestrian traffic light density								
	Crosswalk density								
	Speed bump density								
	Bus stop density								
Protected area	School zone density								
	Silver zone density								
Land use characteristic	Land-use mix								
Population characteristics	Population density								
	Aging index								
Constant									
N	65				221				
Cox & Snell R ²					0.395				
Nagelkerke R ²					0.457				
Hosmer & Lemeshow					0.252				

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

내 “중로”의 비율의 증가는 핫스팟 형성 가능성이 1.031배 증가하는 것으로 드러났다. 이는 지역 내 “소로”의 비율에 비해 “중로”의 비율이 증가할수록, 해당 지역과 주변 지역에서 발생하는 보행고령자 교통사고가 많이 발생하는 지역의 공간적 군집이 발생할 수 있음을 의미한다.

다음으로 핫스팟 지역 형성에 영향을 주는 도로안전시설요인의 경우, 지역 내 “횡단보도 밀도”가 증가할수록, 보행고령자 교통사고에 대한 핫스팟 지역 형성이 0.996배 감소함을 알 수 있었다. 이와는 반대로 지역 내 “과속방지턱 밀도”가 증가할수록, 핫스팟 지역의 형성은 1.004배 증가하는 것으로 드러났다. 앞선 논의에서의 예상과 달리 보행고령자의 보행 안전을 담보하기 위한 목적에서 설치된 도로안전시설물이 보행고령자 교통사고가 많이 발생하는 지역의 공간적 군집 형성 가능성을 높인다는 것은 다음과 같은 해석이 가능하다.

예를 들어, 과속방지턱과 관련하여 박경철 외(2016)는 과속방

지턱이 비용 대비 효과가 크지만, 그와 동시에 부작용 역시 존재함을 지적한다. 차량 충격 완화를 위해 운전자가 과속방지턱을 회피하는 과정에서 발생하는 보행자 공간의 침범 확률이 높다는 것이다. 또한 과속방지턱에 집중함에 따라 주변 상황을 무시할 위험이 존재한다. 이와 같은 부작용은 오히려 사고의 위험을 증가시킬 수 있다는 것이다.

이외에도 과속방지턱의 관리 부실로 인한 사고 증가 가능성이 존재한다. 한국소비자원의 발표에 의하면, 2015년 기준 서울 내 설치된 과속방지턱 375개 중 98.7%(370개)의 과속방지턱의 반사 성능이 미흡한 것으로 조사됐다. 더불어 과속방지턱 관련 안내표지판이 설치된 지역은 4.5%(17개소)에 불과한 것으로 나타났다(한국소비자원, 2015). 따라서 과속방지턱 밀도의 증가가 보행고령자 교통사고의 핫스팟 형성 가능성을 높인다는 것은 관리 소홀 및 관련 시설의 미흡 등의 문제에 기인하여 발생한 것으로 판단된다.

한편, 본 연구의 가설 3에 대한 결과는 다음과 같다. 본 연구에

서는 교통약자인 보행자의 보행 안전을 담보하기 위한 도로안전 시설물요인과 보호구역요인이 보행고령자의 교통사고의 수준을 완화시키는 방향으로 작용할 것으로 예측하였다. 그러나 보행고령자 교통사고와 관련하여 콜드스팟 지역 형성에 영향을 주는 요인은 도로안전시설요인 중 3색 신호등 밀도, 과속방지턱 밀도와 지역 내 고령화 지수인 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서 설정한 가설 3은 부분적으로 채택이 가능할 것으로 판단된다. 이에 대한 내용은 다음과 같다.

보행고령자 교통사고 관련 콜드스팟 지역 형성에 통계적으로 유의미한 영향을 주는 요인은 토지이용요인을 제외한 도로요인, 도로안전시설물, 보호구역, 인구요인인 것으로 밝혀졌다. 구체적으로 도로요인의 경우, 지역 내 “소로” 비율에 비해 “광로” 비율과 교차로 밀도의 증가는 콜드스팟 형성이 낮아지는 요인으로 나타났다. 이는 도로 규모 및 교차로 등 횡단 거리의 증가를 유발하는 요인들이 보행자가 통행 차량에 노출될 수 있는 확률을 높임으로써 교통사고 확률 역시 상승한다는 기존의 선행 연구들의 맥락과 같다(이세영·이제승, 2014; 박철영·이수기, 2016; 이수범 외, 2008; 이지선 외, 2012). 따라서 해당 요인의 확대는 보행고령자 교통사고량이 적게 발생한 지역의 공간적 군집 형성에 부정적인 영향을 미치는 것으로 판단된다.

다음으로 도로시설요인 중 지역 내 3색 신호등과 과속방지턱 비율의 증가는 보행고령자 교통사고량과 관련하여 낮은 수준으로의 공간적 군집으로 이어진다는 것을 확인하였다. 반면, 보행자 신호등 밀도는 콜드스팟 형성에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 지역 내 3색 신호등의 밀도는 신호 렌즈 개수와 관련한 운전자의 인지 반응과 관련이 있는 것으로 해석하여 볼 수 있다. 운전자 입장에서 신호등 등화 색상의 증가는 색상 자체에 대한 즉각적 반응 이외에 색상의 조합을 해독하는 인지 반응 시간이 추가된다(양지웅 외, 2018). 따라서 지역 내 3색 신호등의 증가는 해당 지역 또는 인접 지역 내 주행 중 운전자의 신호 인지 반응과 보행자의 돌발 행동에 대한 상대적으로 높은 수준의 즉각적 대응을 유발함으로써 콜드스팟 형성에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 판단된다.

한편 보호구역요인에서는 어린이보호구역 밀도가 증가할수록 보행고령자 콜드스팟 형성이 0.955배 감소하는 것으로 조사됐다. 이는 보호구역 내 존재하는 차로 수와 무관하게 일률적으로 제한 속도를 규정함으로써 발생한 결과로 해석하여 볼 수 있다. 실제 어린이보호구역 교통사고 발생 지점인 68개소를 통과하는 1,210의 차량 속도를 측정된 결과, 38.7%인 468대가 규정 속도를 위반한 것으로 나타났다. 더불어 4차로의 경우 73.1%, 5차에서는 69.3%의 운전자가 제한 속도를 위반하는 모습을 보이며 규모가 넓은 도로일수록 과속을 하는 추세를 보였다(한국소비자원, 2017). 이는 보호구역 내 존재하는 차로 수와 무관하게 일률적으로 제한 속도를 규정함으로써 발생한 결과로 해석하여 볼 수 있다. 또한 보호

구역의 지정과 관계없이 차로 수의 증가는 운전자의 속도위반 확률이 상승하는 결과로 이어진다(박재영·김도경, 2010). 이에 따라 해당 지역이 보호구역으로 지정되었음에도 불구하고 차로 수가 많은 지역의 경우 운전자의 속도 위반 유인이 증가함으로써 인해 교통사고 발생확률이 높아지게 된다. 관련하여 지우석·최서운(2020)은 도로 협착 시설 등과 같은 교통 정온화 기법을 통해 지역 내 차량 속도 저감을 유도할 수 있는 시설 도입이 시급함을 지적하였다.

V. 결론

본 연구는 보행고령자 교통사고에서 발생할 수 있는 공간적 군집 형성 여부와 이에 영향을 미치는 환경적 요인을 확인하는 것을 목적으로 한다. 보행고령자 교통사고에 영향을 미치는 환경적 요인을 분석한 대다수의 선행 연구는 사고 발생 지점 및 특정 장소 등을 중심으로 이뤄져왔다(박정순, 2011; 윤준호·이수기, 2018; 고동훈·박승훈, 2019; 박병호 외, 2009).

그러나 보행고령자의 교통사고는 공간적 상호의존성으로 인해 공간 단위상 군집의 형태로 형성될 가능성이 높다. 고령자의 보행태는 공간적 상호의존성을 통해 특정 지역이 아닌 인접 지역과의 영향을 주고받으며 유사한 수준의 보행태를 보일 가능성이 높다. 또한 인접한 지역 내 보행고령자로 인하여 해당 지역은 유사한 수준의 공간 구조 특성을 보일 수 있다. 이에 따라 본 연구는 보행고령자의 교통사고가 공간적으로 군집의 형태를 보일 것으로 판단하였다.

이를 위해 본 연구는 서울시 467개의 법정동을 대상으로 보행고령자 교통사고에서 발생한 공간적 패턴을 핫스팟과 콜드스팟 분석을 통해 확인함과 동시에 이를 유발하는 환경적 요인을 분석하였다. 분석 결과, 보행고령자의 교통사고의 핫스팟 지역은 서울시의 동북권과 서남권을 중심으로 형성되었다. 이에 반해, 보행고령자의 교통사고의 콜드스팟 지역의 경우, 서울의 도심권을 중심으로 공간적 군집이 나타나는 것을 확인할 수 있다.

한편, 본 연구에서는 보행고령자 교통사고 관련 핫스팟 지역 및 콜드스팟 지역의 형성에 영향을 미치는 요인을 살펴보기 위해 다항로지스틱 분석을 실시하였다. 분석 결과, 핫스팟 지역의 경우 도로요인과 도로시설요인이 핫스팟 형성에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 도로요인과 도로안전시설요인인 것으로 나타났다. 도로요인 중 지역 내 “광로” 비율의 증가는 핫스팟 지역 형성을 감소시키는 요인으로 밝혀진 반면, “중로” 비율이 증가할수록, 핫스팟 형성 가능성이 증가하는 것으로 드러났다. 또한 도로안전 시설요인의 경우 횡단보도 밀도는 핫스팟 형성에 부정적 영향을 미친 반면, 과속방지턱 밀도는 긍정적 영향을 보이는 것으로 나타났다.

한편, 콜드스팟의 경우 토지이용요인을 제외한 도로요인, 도로

안전시설물, 보호구역, 인구요인이 주요 영향요인인 것으로 밝혀졌다. 보다 구체적으로 도로요인 중 “광로” 및 교차로 밀도의 증가는 콜드스팟 형성에 부정적 요인으로 나타났다. 도로안전시설요인의 경우, 3색 신호등, 보행자 신호등, 과속방지턱 밀도가 통계적으로 유의미한 영향을 미친 변수임이 드러났으며, 보행자 신호등을 제외한 요인들은 콜드스팟 형성에 긍정적 영향을 미치고 있었다. 이외에도 보호구역요인 중 어린이 보호구역 밀도의 증가는 콜드스팟 형성에 부정적 영향을 미치는 것으로 조사됐다.

본 연구의 분석 결과를 토대로 보행고령자 교통사고에 대한 정책적 시사점 및 정책방안을 제시하면 다음과 같다. 첫째, 보행고령자 교통사고와 관련한 정책 수립 시 인접 지역과의 관계를 고려하여야 할 필요성이 존재한다. 앞서 본 연구는 보행고령자 교통사고에 대한 공간적 군집이 존재함을 확인하였다. 이는 해당 현상이 특정한 지역에서 분절적으로 발생하는 현상이 아닌 인근 지역과 유사한 수준으로 발생할 수 있음을 의미한다. 따라서 보행고령자 교통사고에 대응하기 위한 정책 수립은 인접 지역과의 공간적 군집의 가능성을 고려한 노력이 이뤄져야 한다.

둘째, 보행고령자 교통사고의 공간적 군집 형성에 영향을 미칠 수 있는 요인들을 고려한 도시 설계가 이뤄져야 한다. 이에 대해 보다 구체적인 방안들을 살펴보면 다음과 같다. 우선, 보행고령자 교통사고량과 관련한 높은 수준의 공간적 군집 형성을 완화하기 위한 대책이 필요할 것으로 판단된다. 상대적으로 넓은 도로의 비중이 많을수록 보행고령자 교통사고량이 인접 지역과 함께 높은 수준으로 발생한다. 이에 따라 일정 규모 이상의 도로에 대한 비율이 증가할 경우, 특정 지역만이 아닌 인접 지역의 도로를 포함하여 교통섬 등과 같은 보행고령자의 보행 안전을 담보할 수 있는 시설의 설치가 필요할 것으로 판단된다.

다음으로 인접 지역과의 협력을 통해 도로 시설물의 무분별한 확대를 지양할 필요성이 존재한다. 예를 들어, 보행자 신호등의 무분별한 확대가 이뤄지지 않도록 해야 한다. 보행자 신호등의 증가는 보행고령자 교통사고량 관련, 낮은 수준으로의 공간적 군집 형성에 부정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 이와 관련한 선행 연구에 따르면, 일반적인 보행 신호등의 보행 표시 시간은 고령자의 평균 보행 속도에 대한 고려가 부재한 것으로 판단된다(이준범·이재식, 2007). 특히, 노인 인구의 밀집 지역이 동북권과 서남권을 중심으로 나타나고 있고(이희연 외, 2015), 해당 지역이 보행고령자 교통사고와 관련한 핫스팟 지역임을 상기하여 볼 때, 해당 지역들에서 평균 보행 표시 시간에 대한 수정이 부재된 채 무분별한 보행 신호등의 확대는 지양되어야 할 것으로 보여진다.

마지막으로 보호구역 지정 시 차량 속도 저감 유발 시설물의 설치가 병행되어야 할 것이다. 보호구역의 밀도는 보행고령자 교통사고량이 낮은 군집에 부정적인 영향을 미치는 것으로 조사되었다. 선행 연구에서는 보호구역의 지정과 관계없이 보호구역 내 차로 수의 증가는 속도위반의 가능성을 증가시킬 수 있는 것으로

지적된다(박재영·김도경, 2010). 이에 따라 도로 협착 시설물, 과속방지 카메라 등과 같은 보호구역 내 차량 속도 저감을 유도할 수 있는 시설의 설치가 병행되어야 할 것으로 판단된다.

본 연구는 법정동 단위 공간을 중심으로 발생한 보행고령자 교통사고의 발생 현황을 토대로 보행고령자 교통사고에 대한 공간적 군집 지역을 파악하였다. 더불어 보행고령자 교통사고의 공간적 군집에 영향을 미치는 요인을 제시하였다. 이에 따라 본 연구는 고령친화적 도시계획수립에 필요한 정책적 함의를 지역적 수준에서 도출했다는 연구의 의의를 갖는다.

그러나 본 연구에서 활용된 TAAS 자료는 도로교통법에서 규정한 도로에서 발생한 교통사고만이 집계되었다는 한계를 갖는다. 이는 곧 생활도로, 주차장, 단지 내 도로 등에서 발생한 보행고령자 교통사고는 집계되지 않았음을 의미한다.

주1. Christian et al(2011)의 연구에서 활용된 엔트로피 지수(entropy index) 산출 과정은 다음과 같다.

$$H = -1 \left(\sum_{i=1}^n p_i * \ln(p_i) \right) / \ln(n)$$

H =토지이용 혼합도, p_i =전체 면적 중 관심용도 지역 면적 비중, n =관심 용도지역의 개수

인용문헌 References

1. 고동원·박승훈, 2019. “공원 주변 환경요인이 보행자 교통사고에 미치는 영향에 관한 연구”, 『국토계획』, 54(5): 65-75.
Ko, D.W. and Park, S.H., 2019. “A Study on the Influences of the Built Environment around on Pedestrian Traffic Accidents”, *Journal of Korea Planning Association*, 54(5): 65-75.
2. 교통안전공단, 2006. 「노년층 보행자의 보행환경 개선방안 연구」, 경북.
Korea Transportation Safety Authority, 2006. *A study on the Improvement of Pedestrian Environment for Elderly Pedestrians*, Gyeongbuk.
3. 권지혜, 2018. “공간계량모형을 이용한 보행자 교통사고 영향요인 분석: 서울시의 초등학교를 중심으로”, 계명대학교 석사학위논문.
Gwon, J.H., 2018. “Analysis of Determinant Factors of Pedestrian Traffic Accidents Using Spatial Regression Model: Focused on the Elementary Schools Seoul Metropolitan City”, Master's Dissertation, Keimyung University.
4. 김경범·황경수, 2017. “도농복합지역과 지역유형에 따른 노인교통사고 특성 비교연구”, 『한국산학기술학회 논문지』, 18(7): 224-236.
Kim, K.B. and Hwang, K.S., 2017. “A Comparative Study on the Accident Characteristics of the Elderly According to the

- Urban-Rural Complex Area and Regional Types”, *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 18(7): 224-236.
5. 김상구, 2016. “교통약자의 보행 교통사고 특성과 보행 횡단요소 분석(여수시를 사례로)”, 「디지털융복합연구」, 14(6): 439-448.
Kim, S.G., 2016. “Walking Accident Characteristics and Walking Factors for Road Crossing of the Transportation Vulnerable in the Case of Yeosu”, *Journal of Digital Convergence*, 14(6): 439-448.
 6. 김수영, 2001. 「노화와 노인교통사고 상관관계에 관한 연구」, 교통과학연구원.
Kim, S.Y., 2001. *A Study on the Correlation between Aging and Elderly Traffic Accidents*, Traffic Safety Research.
 7. 도로교통공단, 2016. 「고령자 보행특성 분석 및 교통사고 예방 대책 연구」, 원주.
Korea Road Traffic Authority, 2016. *Analysis of pedestrian Characteristics of the Elderly and Measures to Prevent Traffic Accidents*, Wonju.
 8. 류찬희, 2016. 11.29. “[교통안전 행복운전] 폭 9m 미만 도로서 교통사고 절반 이상 발생”, 서울신문.
Ryu, C.H., 2016, November 29. “[Traffic Safety Happy Driving] More Than Half of Traffic Accidents Occurred on Roads Less Than 9M Wide”, *TheSeoulShinmun*.
 9. 맹다미·백세나, 2019. “도시계획사업이 추진된 저층주거지 특성에 관한 연구 - 서울시 주거환경개선구역을 중심으로 -”, 「서울도시연구」, 20(2): 37-55.
Maeng, D.M. and Baik, C.N., 2019. “A Study on the Characteristics of Low-rise Residential Areas Implemented of Urban planning Projects -Focusing on Residential Environment Improvement Zones in Seoul-”, *Seoul Studies*, 20(2): 37-55.
 10. 박경철·지우석·조용래, 2016. “불합리한 과속방지턱을 개선하자!”, 「이슈 & 진단」, 216: 1-26.
Park, K.C., Ji, W.S., and Cho, E.R., 2016. “Let’s Improve Our Unreasonable Speed Bumps!”, *Issue & Analysis*, 216: 1-26.
 11. 박병호·양정모·인병철, 2009. “고령보행자의 교통사고와 관련 시설과의 관계: 청주시를 사례로”. 「대한교통학회지」, 27(2): 189-197.
Park, B.H., Yang, J.M., and In, B.C., 2009. “Relationship between Traffic Accidents of Elderly Pedestrians and Barrier: Free Facilities in the Case of Cheongju”, *Journal of Korean Society of Transportation*, 27(2): 189-197.
 12. 박수훈·김동현·박진아, 2020. “도시조직이 생활도로 보행자 교통사고에 미치는 영향: 서울시 생활도로 내 보행자 교통사고 다발구간을 중심으로”, 「국토계획」, 55(2): 5-14.
Park, S.H., Kim, D.H., and Park, J.A., 2020. “The Effect of Urban Rissue on Pedestrian Traffic Accidents in the living Roads: Focused on the Pedestrian Traffic Accident Hot Spots Section in the Seoul’s Living Road”, *Journal of Korean Planning Association*, 55(2), 5-14.
 13. 박재영·김도경, 2010. “어린이 보호구역에서의 차량 속도위반 특성 분석”, 「한국도로학회논문집」, 12(2): 63-69.
Park, J.Y. and Kim, D.K., 2010. “The Characteristics of Vehicle Speed Violation in School Zones”, *International Journal of Highway Engineering*, 12(2): 63-69.
 14. 박정순, 2011. “신호교차로의 횡단보행자 사고심각도 분석”, 「지역정책연구」, 22(1): 1-12.
Park, J.S., 2011. “Severity Analysis of the Vehicle-Pedestrian Crashes at Signalized Intersection”, *Journal of Regional Policies*, 22(1): 1-12.
 15. 박종용, 2018. “고령친화도시 조성을 위한 물리적 안전요소 평가에 대한 연구 -서울시 5개 생활권역을 중심으로-”, 「대한건축학회논문집-계획계」, 34(3): 117-128.
Park, J.Y., 2018. “A Study on Evaluation of Physical Safety Factors for the Age-friendly City -Focused on Five Urban Communities in Seoul-”, *Journal of Architectural Institute of Korean Planning & Design*, 34(3): 117-128.
 16. 박준범·남궁미, 2019. “고령 보행자 교통사고에 영향을 미치는 환경요인에 관한 연구: 부산광역시를 중심으로”, 「한국지리학회지」, 8(2): 289-303.
Park, J.B. and Nam, G.M., 2019. “A Study on the Environmental Factors Influencing Elderly Pedestrian Traffic Accidents in Busan”, *Journal of the Association of Korean Geographers*, 8(2): 289-303.
 17. 박준태·장일준·손의영·이수범, 2011. “토지이용 및 교통특성을 반영한 교통사고 예측모형 개발 연구”, 「대한교통학회지」, 29(6): 39-56.
Park, J.T., Chang, I.J., Son, U.Y., and Lee, S.B., 2011. “Development of Traffic Accident Forecasting Models Considering Urban-Transportation System Characteristics”, *Journal of Korean Society of Transportation*, 29(6): 39-56.
 18. 박철영·이수기, 2016. “가로환경 특성이 보행자 교통사고에 미치는 영향 분석: 가로 세그먼트 분석단위와 공간통계모형의 적용”, 「한국도시계획학회지 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 Urban Design*, 17(3): 105-121.
 19. 배민경·박승훈, 2018. “무단횡단 교통사고를 유발하는 가로환경 요인에 관한 연구”. 「한국지역개발학회지」, 30(2): 177-192.
Bae, M.K. and Park, S.H., 2018. “A Study on the Street Environmental Characteristics Influencing Jaywalking Traffic Accidents”, *Journal of The Korean Regional Development Association*, 30(2): 177-192.
 20. 백정환·윤태관·신재현·고석훈, 2020. “스쿨존·실버존에서의 차량 감속 유도에 영향을 끼치는 요인 분석: 제주특별자치도 C-ITS 데이터를 활용하여”, 「대한교통학회지」, 38(6): 491-506.
Baek, J.H., Yoon, T.G., Shin, J.H., and Ko, S.H., 2020. “Analysis of Driver Deceleration Behaviors on C-ITS Service Notification at the School and Silver Zones: Using Data from the Jeju C-ITS Demonstration Project”, *Journal of Korean Society of Transportation*, 38(6): 491-506.
 21. 서금열·최재성·정승원·연준형·김정민, 2017. “단일로 횡단보도에서의 고령보행자 횡단특성과 사고에 관한 연구”, 「한국도로학회논문집」, 19(4): 69-78.
Seo, G.Y., Choi, J.S., Jeong, S.W., Yeon, J.H., and Kim, J.M., 2017. “Crash Risks and Crossing Behavior of older pedestrians in Mid-block Signalized Crosswalks”, *International Journal of Highway Engineering*, 19(4): 69-78.

22. 서울특별시, 2017. 「2017 서울시 가로 설계·관리 매뉴얼」, 서울. Seoul Metropolitan Government, 2017. *2017 Seoul Street Design and Management Manual*, Seoul.
23. 서지민·이수기, 2016. “서울시 보행자 교통사고에 영향을 미치는 물리적 환경요인에 관한 연구: 2014 TAAS 자료를 중심으로”, 「국토계획」, 51(3): 197-216.
Seo, J.M. and Lee, S.G., 2016. “A Study on the Physical Environmental Factors Influencing Pedestrian Traffic Accidents in Seoul, Korea: Focused on the 2014 TAAS Data”, *Journal of Korea Planning Association*, 51(3): 197-216.
24. 손세린·강영욱, 2017. “서울시 여성운전자 교통사고의 시공간 특성 분석”, 「한국지도학회지」, 17(2): 89-98.
Son, S.R. and Kang, Y.O., 2017. “Spatio-temporal Pattern of Traffic Accident of Female Drivers in Seoul”, *Journal of the Korean Cartographic Association*, 17(2): 89-98.
25. 손승호, 2004. “서울시 등질지역과 기능지역의 구조 분석”, 「대한지리학회지」, 39(4): 562-584.
Son, S.H., 2004. “The Homogeneous Regions and Functional Regions in the Internal Structure of Seoul”, *Journal of the Korean Geographical Society*, 39(4): 562-584.
26. 안영진, 2000. “한스 보베크의 사회공간론”, 「국토」, 222: 95-99.
Ahn, Y.J., 2000. “Hans Bobek’s Socio-Spatial Theory”, *Planning and Policy*, 222: 95-99.
27. 양지웅·김진태·김주영, 2018. “교통신호등 형태별 운전자 인지 반응 시간 비교 연구: 등화 색상 및 조합에 따른 비서술적/서술적 기억 활용”, 「대한교통학회지」, 36(4): 240-250.
Yang, J.W., Kim, J.T., and Kim, J.Y., 2018. “Study on Drivers’ Perception Reaction Times Against Different Types of Traffic Signals: Non-declarative and Declarative Memories Affected by Colors and Combinations of Signal lights”, *Journal of Korean Society of Transportation*, 36(4): 240-250.
28. 오주석·김인석·이순철, 2010. “고령보행자의 행동특성과 보행 사망사고의 관계”, 「한국심리학회지: 문화 및 사회문제」, 16(1): 1-18.
Oh, J.S., Kim, I.S., and Lee, S.C., 2010. “The Relationship between the Behavioral Characteristics of Elderly and Fatal Pedestrian Accidents”, *Korean Journal of Culture and Social Issues*, 16(1): 1-18.
29. 우보람·김아름·정대환·오세경·김희경, 2020. “노인보행자 교통사고 다발지와 노인보호구역 위치의 적합성 분석 -부산광역시 원도심을 중심으로”, 「한국도시계획학회지 도시설계」, 21(3): 57-67.
Woo, B.R., Kim, A.R., Jeong, D.H., Oh, S.K., and Kim, H.K., 2020. “Spatial Suitability Analysis of Elderly Pedestrian Accident Hot-Spots and Silver Zones in the Old Downtown of Busan Metropolitan City”, *Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban Design*, 21(3): 57-67.
30. 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.
31. 이견학, 2004. “GIS와 공간 데이터마이닝을 이용한 교통사고의 공간적 패턴 분석”, 「대한지리학회지」, 39(3): 457-472.
Lee, G.H., 2004. “A Study on Spatial Patterns of Traffic Accidents using GIS and Spatial Data Mining Methods: A Case Study of Kangnam-gu, Seoul”, *Journal of the Korean Geographical Society*, 39(3): 457-472.
32. 이경환·김태완·이우민·김은정, 2014. “가구통행실태조사 자료를 이용한 근린환경과 보행통행의 상관관계 연구: 서울시를 대상으로”, 「서울도시연구」, 15(3): 95-109.
Lee, K.H., Kim, T.H., Lee, W.M., and Kim, E.J., 2014. “A Study on Effects of Neighborhood’s Environment on Resident’s Walking Trips Using Household Travel Dairy Survey Data in Seoul”, *Seoul Studies*, 15(3): 95-109.
33. 이경환·안건혁, 2007. “커뮤니티의 물리적 환경이 지역 주민의 보행 시간에 미치는 영향: 서울시 40개 행정동을 대상으로”, 「국토계획」, 42(6): 105-118.
Lee, K.H. and Ahn, K.H., 2007. “The Correlation between Neighborhood Characteristics and Walking of Residents: A Case Study of 40 Areas in Seoul”, *Journal of Korea Planning Association*, 42(6): 105-118.
34. 이기훈·이수기, 2016. “보행자 교통사고 심각도에 영향을 미치는 운전자 연령대별 사고요인 분석: 서울시 2014 TAAS 자료를 중심으로”, 「한국도시계획학회지 도시설계」, 17(3): 63-80.
Lee, G.H. and Lee, S.G., 2014. “An Analysis of the Factors of Pedestrian Traffic Accident by Drivers Age and Accident Severity: Focused on 2016 TAAS, Seoul, Korea”, *Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban Design*, 17(3): 63-80.
35. 이세영·이제승, 2014. “어린이·노인 보행자 교통안전을 위한 근린환경요인”, 「한국도시계획학회지 도시설계」, 15(6): 5-15.
Lee, S.Y. and Lee, J.S., 2014. “Neighborhood Environmental Factors Affecting Child and Old Adult Pedestrian Accident”, *Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban Design*, 15(6): 5-15.
36. 이수범·정도영·김도경, 2008. “토지이용 특성별 어린이 보호구역 개선사업의 교통사고 감소효과 분석”, 「대한교통학회지」, 26(3): 109-117.
Lee, S.B., Jeong, D.Y., and Kim, D.G., 2008. “The Effects of a School Zone Improvement Project on Crash Reduction Regarding Land Use Characteristics”, *Journal of Korean Society of Transportation*, 26(3): 109-117.
37. 이수진·조형식·송원호·손홍규, 2015. “서울시 교통사고 발생의 공간적 특성과 영향 요인 분석에 관한 연구”, 2015 한국지형공간정보학회 추계학술대회, 132-133.
Leen S.J., Cho, H.S., Song, W.H., and Shon, H.G., 2015. “A Study on Spatial Characteristic and Influence Factor of Traffic Accident in Seoul”, Paper presented at the annual Fall Conference for the Korea Spatial Information Society, 132-133.
38. 이유진·최명섭, 2018. “노인 인구 밀집지역의 시공간적 분포와 결정요인 분석: 서울 생활인구 빅데이터의 활용”, 「서울도시연구」, 19(4): 149-168.
Yi, Y.J. and Choi, M.S., 2018. “Determinants of the Elderly Spatio-temporal Concentration: Using Bigdata of de Facto Population of Seoul”, *Seoul Studies*, 19(4): 149-168.

39. 이준범·이재식, 2007. “신호탐지론을 이용한 도로횡단 행동의 연령 차이 분석”, 『한국심리학회지: 산업 및 조직』, 20(3): 253-265.
Lee, J.B. and Lee, J.S., 2007. “Analysis of Age Difference in Road Crossing Behavior Using Signal Detection Theory”, *The Korean Journal of Industrial and Organizational Psychology*, 20(3): 253-265.
40. 이지선·설재훈·정재훈, 2012. 「차량용 블랙박스 자료 분석을 통한 보행자 교통사고 특성 분석 및 정책방안」, 한국교통연구원 연구보고서.
Lee, J.S., Sul, J.H., and Chung, J.H., 2012. *A Study of Improvement Plans to Reduce Pedestrian Accident Using Vehicle Black Box Data*, The Korea Transport Institute Research Report.
41. 이희연·이다예·유재성, 2015. “저소득층 노인 밀집지구의 시·공간 분포와 근린환경 특성: 서울시를 사례로”, 『서울도시연구』, 16(2): 1-18.
Lee, H.Y., Lee, D.Y., and You, J.S., 2015. “Temporal-Spatial Distribution and Neighborhood Environmental Characteristics of Highly Concentrated Districts of the Low-income Elderly in Seoul”, *Seoul Studies*, 16(2): 1-18.
42. 임유진·문학룡·강원평, 2014. 「폭원 9m 미만 도로 내 교통사고 영향 요인 분석」, 『한국 ITS 학회논문지』, 13(3): 96-106.
Lim, Y.J., Moon, H.R., and Kang, W.P., 2014. “Analysis on Factors of Traffic Accident on Roads Having Width of Less Than 9 Meters”, *The Journal of the Korea Institute of Intelligent Transportation Systems*, 13(3): 96-106.
43. 임재경·박정욱·최재식, 2018. 「고령보행자 교통사고 유발 행동 분석 및 교통사고 감소 방안」, 한국교통연구원 연구보고서.
Lim, J.K., Park, J.U., and Choi, J.S., 2018. *A Study on Traffic Safety to Reduce Traffic Accidents of the Elderly Pedestrians in Korea*, The Korea Transport Institute Research Report.
44. 임평남·홍창의·김진현, 1997. 「교통사고 상해에 관한 사례 조사 연구」, 도로교통안전관리공단.
Yim, P.N., Hong, C.U., and Kim, J.H., 1997. *A Case Study on Traffic Accident Injury*, Road Traffic Safety Authority.
45. 임하나·이수기·최창규, 2016. “서울시 토지이용 혼합유형과 보행량의 연관성 실증분석”, 『국토계획』, 51(7): 21-38.
Im, H.N., Lee, S.G., and Choi, C.G., 2016. “Empirical Analysis of the Relationship between Land Use Mix and Pedestrian Volume in Seoul, Korea”, *Journal of Korea Planning Association*, 51(7): 21-38.
46. 전대양, 2016. “노인보행자 교통사고에 대한 교통심리학적 접근”, 『한국범죄심리연구』, 12(3): 1-30.
Jun, D.Y., 2016. “Traffic Psychological Approach to Traffic Accidents of Elderly Pedestrians”, *Korean Criminal Psychology Review*, 12(3): 1-30.
47. 조나혜·전철민·강영욱, 2018. “도로 네트워크를 따른 교통사고 핫스팟의 시각화”, 『지적과 국토정보』, 48(1): 201-213.
Cho, N.H., Jun, C.M., and Kang, Y.O., 2018. “A Visualization of Traffic Accidents Hotspot along the Road Network”, *Journal of Cadastre & Land InformatiX*, 48(1): 201-213.
48. 조대현, 2014. “서울의 고령일인가구 분포와 대중교통 접근성”, 『한국도시지리학회지』, 17(2): 119-136.
Cho, D.H., 2014. “The Spatial Distribution of the Single-households Elderly and Public Transport Accessibility in Seoul”. *Journal of the Korean Urban Geographical Society*, 17(2): 119-136.
49. 조정윤·서한별·심수진·황의갑, 2019. “GIS를 이용한 전국 교통사고 공간분석 - 상황적 범죄예방 시각에서 바라본 교통사고 예방방안 -”, 『한국셉테드학회지』, 10(1): 35-69.
Cho, J.Y., Sur, H.B., Shim, S.J., and Hwang, E.G., 2019. “Analysis of Traffic Accidents by Using GIS - Prevention of National Traffic Accidents Seen from the Viewpoint of Circumstantial Crime Prevention -”. *Journal of Community Safety and Security by Environmental Design*, 10(1): 35-69.
50. 지우석·최서윤, 2020. “민식이법으로도 미흡한 어린이보호구역 안전”, 『이슈 & 진단』, 403: 1-24.
Ji, W.S. and Choi, S.Y., 2020. “Safety of Child Protection Zones Insufficient Even under the Min Sik's Act”, *Issue & Analysis*, 403: 1-24.
51. 채정은·박소연·변병설, 2014. “서울시 1인가구의 공간적 밀집지역과 요인 분석”, 『서울도시연구』, 15(2): 1-16.
Chae, J.E., Park, S.Y., and Byun, B.S., 2014. “An Analysis of Spatial Concentrated Areas of Single Person Households and Concentrating Factors in Seoul”, *Seoul Studies*, 15(2): 1-16.
52. 최동정·서용철, 2012. “장수의 환경생태학적 요인에 관한 지리계층회귀분석”, 『대한공간정보학회지』, 20(3): 57-63.
Choi, D.J. and Suh, Y.C., 2012. “Geographically Weighted Regression on the Environmental-Ecological Factors of Human Longevity”, *Journal of the Korean Society for Geospatial Information Science*, 20(3): 57-63.
53. 한국소비자원, 2015. 「과속방지턱, 설치기준에 맞지 않고 관리 부실해 오히려 안전 위협」, 충북.
Korea Consumer Agency, 2015. “Speed Bumps Do Not Meet Installation Standards and Are Rather A Safety Threat Due to Poor Management”, Chungbuk.
54. 한국소비자원, 2017. “어린이보호구역, 과속 운전으로 인한 교통사고 위험 높아”, 충북.
Korea Consumer Agency, 2017. “Child Sanctuary, Traffic Due to Speeding High Risk of Accidents”, Chungbuk.
55. 행정안전부, 2020. 「보행자 안전에 대한 국가 책임 강화」, 세종.
Ministry of the Interior and Safety, 2020. *Strengthen National Responsibility for Pedestrian Safety*, Sejong.
56. Anselin, L. and Bera, A.K., 1998. “Spatial Dependence In Linear Regression Models with an Introduction to Spatial Econometrics”, *Statistics Textbooks and Monographs*, 155: 237-290.
57. Blue, V.J. and Adler, J.L., 1999. “Cellular Automata Microsimulation of Bidirectional Pedestrian Flows”, *Transportation Research Record*, 1678(1): 135-141.
58. Christian, H.E., Bull, F.C., Middleton, N.J., Knuiman, M.W., Divitini, M.L., Hooper, P., Amarasinghe, A., and Giles-Corti, B., 2011. “How Important is the Land Use Mix Measure in Understanding Walking Behaviour? Results from the Reside Study”, *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8(55): 1-12.
59. Getis, A. and Ord, J.K., 1992. “The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics”, *Geographical Analysis*, 24(3):

- 189-206.
60. 이재수·성수연, 2016. “서울시 오피스 건물의 공급 특성과 공간적 군집패턴 변화연구: 2003~2012년 공급된 대형 오피스 건물 사례”, 『국토계획』, 51(3): 83-96.
 Lee, J.S. and Seong, S.Y., 2016. “An Investigation into Supply Characteristics and Spatial Clustering Pattern of Office Buildings in Seoul: Major Office Buildings between 2003 and 2012”, *Journal of Korea Planning Association*, 51(3): 83-96.
61. Jencks, C. and Mayer, S., 1990. “The Social Consequences of Growing Up in a Poor Neighborhood” In *Inner-city poverty in the United States*, edited by Lynn, L.E. and McGeary, M.F.H., 111-186. Washington DC: National Academy Press.
62. McCoy, J., Johnston, K., Kopp, S., Borup, B., Willison, J., and Payne, B., 2018. *Using ArcGIS Spatial Analyst*, New York: ESRI.
63. Mori, Y. and Mizohata, M., 1995. “Characteristics of Older Road Users and Their Effect on Road Safety”, *Accident Analysis & Prevention*, 27(3): 391-404.
64. Nishinari, K., Kirchner, A., Namazi, A., and Schadschneider, A., 2004. “Extended Floor Field CA Model for Evacuation Dynamics”, *IEICE Transactions on Information and Systems*, 87(3): 726-732.
65. Tobler, W.R., 1970. “A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region”, *Economic Geography*, 46(2): 234-240.
66. Zhang, Q. and Han, B., 2011. Simulation Model of Pedestrian Interactive Behavior, *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 390(4): 636-646.

Date Received 2021-09-14
 Reviewed(1st) 2021-11-29
 Date Revised 2022-01-22
 Reviewed(2nd) 2022-02-15
 Date Accepted 2022-02-15
 Final Received 2022-03-15

부록 Appendix

Appendix 1. 보인고령자 교통사고 사고다발지역과 z-score
Frequent pedestrian collision areas involving the elderly & z-score

Division	Accident	Zscore	Division	Accident	Zscore	Division	Accident	Zscore
Jongno-gu (n: 87/ accident: 48)								
Cheongun-dong	0	-1.247	Songhyeon-dong	0	-1.292	Taepyeongno 1(ii)-ga	0	-1.342
Singyo-dong	0	-1.097	Gahoe-dong	0	-1.097	Euljiro 1(ii)-ga	0	-1.352
Gungjeong-dong	0	-1.034	Jae-dong	0	-1.247	Euljiro 2(i)-ga	2	-1.566
Hyoja-dong	0	-1.247	Gye-dong	0	-1.203	Namdaemunno 1(ii)-ga	0	-1.308
Changseong-dong	0	-1.145	Wonseo-dong	0	-1.203	Samgak-dong	0	-1.097
Tongui-dong	0	-1.194	Hunseo-dong	0	-1.124	Suha-dong	0	-0.992
Jeokseon-dong	0	-1.194	Myo-dong	2	-0.997	Janggyo-dong	0	-1.107
Tongin-dong	0	-1.301	Bongik-dong	0	-0.738	Supyo-dong	0	-1.033
Nusang-dong	0	0.092	Donui-dong	0	-0.148	Sogong-dong	12	-1.087
Nuha-dong	0	-1.203	Jangsa-dong	1	-0.790	Namchang-dong	1	-0.317
Ogin-dong	0	-0.390	Gwansu-dong	2	-0.443	Bukchang-dong	3	-0.970
Chebu-dong	0	-1.247	Jongno 3(sam)-ga	1	-0.450	Taepyeongno 2(i)-ga	0	-1.258
Pirun-dong	0	-1.145	Inui-dong	0	-1.049	Namdaemunno 2(i)-ga	0	-1.258
Naeja-dong	1	-1.342	Yeji-dong	0	-0.765	Namdaemunno 3(sam)-ga	0	-0.974
Sajik-dong	0	-1.342	Wonnam-dong	0	-1.203	Namdaemunno 4(sa)-ga	0	-0.815
Doryeom-dong	0	-1.087	Yeonji-dong	0	-1.030	Namdaemunno 5(o)-ga	5	-0.372
Dangju-dong	0	-1.145	Jongno 4(sa)-ga	2	-0.819	Bongnae-dong 1(ii)-ga	0	-0.317
Naesu-dong	0	-1.247	Hyoje-dong	3	-0.875	Bongnae-dong 2(i)-ga	1	-0.723
Sejongno	2	-2.198	Jongno 5(o)-ga	3	-1.155	Hoehyeon-dong 1(ii)-ga	0	-0.930
Sinmunno 1(ii)-ga	0	-1.145	Jongno 6(yuk)-ga	1	0.503	Hoehyeon-dong 2(i)-ga	0	-1.097
Sinmunno 2(i)-ga	0	-1.638	Ihwa-dong	0	-0.528	Hoehyeon-dong 3(sam)-ga	0	-0.980
Cheongjin-dong	0	-1.034	Yeongeon-dong	0	-1.336	Chungmuro 1(ii)-ga	0	-1.478
Seorin-dong	0	-1.342	Chungsin-dong	1	-0.548	Chungmuro 2(i)-ga	0	-1.580
Susong-dong	0	-1.194	Dongsung-dong	0	-0.765	Myeong-dong 1(ii)-ga	0	-0.992
Junghak-dong	0	-1.034	Hyeohwa-dong	0	-1.208	Myeong-dong 2(i)-ga	0	-1.203
Jongno 1(ii)-ga	0	-0.908	Myeongnyun 1(ii)-ga	0	-1.034	Namsan-dong 1(ii)-ga	0	-1.301
Gongpyeong-dong	0	-0.908	Myeongnyun 2(i)-ga	0	-1.097	Namsan-dong 2(i)-ga	0	-1.203
Gwanhun-dong	19	-0.640	Myeongnyun 4(sa)-ga	0	-1.301	Namsan-dong 3(sam)-ga	0	-1.097
Gyeonji-dong	2	-1.087	Myeongnyun 3(sam)-ga	0	-1.342	Jeo-dong 1(ii)-ga	0	-1.107
Waryong-dong	0	-1.580	Changsin-dong	1	0.294	Chungmuro 4(sa)-ga	3	-1.225
Gwonnong-dong	0	-1.013	Sungin-dong	1	0.331	Chungmuro 5(o)-ga	0	-1.342
Unni-dong	0	-1.247	Gyonam-dong	0	-1.034	Inhyeon-dong 2(i)-ga	0	-0.970
Ikseon-dong	0	-0.676	Pyeong-dong	0	-1.097	Yegwan-dong	0	-1.145
Gyeongun-dong	1	-0.694	Songwol-dong	0	-1.097	Mukjeong-dong	0	-0.980
Gwancheol-dong	0	-1.020	Hongpa-dong	0	-1.145	Pil-dong 1(ii)-ga	0	-1.068
Insa-dong	0	-0.182	Gyobuk-dong	1	-0.961	Pil-dong 2(i)-ga	0	-0.886
Nagwon-dong	2	-0.288	Haengchon-dong	0	-1.145			
Jongno 2(i)-ga	2	-0.221	Gugi-dong	0	0.983			
Palpan-dong	0	-1.034	Pyeongchang-dong	0	-0.278			
Samcheong-dong	0	-1.552	Buam-dong	0	-0.200			
Anguk-dong	0	-1.194	Hongji-dong	0	1.032			
Sogyeok-dong	0	-1.247	Sinyeong-dong	0	-1.097			
Hwa-dong	0	-1.301	Muak-dong	0	0.199			
Sagan-dong	0	-1.034						
Jung-gu (n: 74/ accident: 85)								
Mugyo-dong	0	-1.097	Pildong 2(i)-ga	0	-1.247			
Da-dong	0	-1.097	Pil-dong 3(sam)-ga	0	-1.097			

Division	Accident	Zcore	Division	Accident	Zcore
Yongsan-gu (n: 36/ accident: 70)					
Huam-dong	11	-0.957	Hyochang-dong	1	-1.275
yongsan-dong 2(i)-ga	0	-0.933	Dowon-dong	0	-0.933
Yongsan-dong 4(sa)-ga	0	-1.158	Yongmun-dong	3	-0.972
Garwol-dong	2	-1.394	Munbae-dong	11	-1.051
Namyong-dong	13	-0.603	Singye-dong	0	-1.104
Yongsan-dong 1(ii)-ga	0	-1.074	Hangangno 1(ii)-ga	0	-0.933
Dongja-dong	0	-0.426	Hangangno 2(i)-ga	1	-1.104
Seogye-dong	8	-1.122	Yongsan-dong 3(sam)-ga	9	-1.049
Cheongpa-dong 1(ii)-ga	0	-1.068	Yongsan-dong 5(o)-ga	0	-1.158
Cheongpa-dong 2(i)-ga	0	-1.068	Hangangno 3(sam)-ga	0	-1.247
Cheongpa-dong 3(sam)-ga	0	-0.949	Ichon-dong	0	-1.108
Wonhyoro 1(ii)-ga	0	-1.033	Itaewon-dong	1	-0.471
Wonhyoro 2(i)-ga	7	-1.033	Hannam-dong	1	0.608
Sinchang-dong	0	-1.145	Dongbinggo-dong	0	-1.015
Sancheon-dong	0	-1.068	Seobinggo-dong	0	-0.848
Cheongam-dong	0	-0.949	Juseong-dong	0	-0.658
Wonhyoro 3(sam)-ga	0	-1.158	Yongsan-dong 6(yuk)-ga	0	-1.301
Wonhyoro 4(sa)-ga	0	-1.301	Bogwang-dong	2	-0.296
Seongdong-gu (n: 17/ accident: 78)					
Sangwangsimni-dong	6	1.861	Geumho-dong 2(i)-ga	0	0.632
Hawangsimni-dong	0	1.979	Geumho-dong 3(sam)-ga	4	0.506
Hongik-dong	7	1.129	Geumho-dong 4(sa)-ga	1	-0.497
Doseon-dong	1	0.221	Oksu-dong	3	0.628
Majang-dong	14	1.264	Seongsu-dong 1(ii)-ga	12	-0.350
Sageun-dong	4	0.379	Seongsu-dong 2(i)-ga	1	-0.368
Haengdang-dong	2	-0.136	Songjeong-dong	0	0.230
Eungbong-dong	4	0.253	Yongdap-dong	7	1.066
Geumho-dong 1(ii)-ga	12	0.610			
Gwangjin-gu (n: 7/ accident: 22)					
Junggok-dong	2	1.919	Jayang-dong	2	-0.451
Neung-dong	12	0.274	Hwayang-dong	0	-0.374
Guui-dong	1	-0.451	Gunja-dong	5	-0.275
Gwangjang-dong	0	1.013			
Dongdaemun-gu (n: 10/ accident: 87)					
Sinseol-dong	5	1.050	Jangan-dong	28	3.291
Yongdu-dong	1	3.088	Cheongnyangni-dong	1	5.946
Jegi-dong	1	6.023	Hoegi-dong	1	3.896
Jeonnong-dong	8	6.017	Hwigyeong-dong	8	4.000
Dapsipni-dong	1	2.677	Imun-dong	33	1.587
Jungnang-gu (n: 6/ accident: 16)					
Myeonmok-dong	1	4.231	Muk-dong	3	1.682
Sangbong-dong	3	3.691	Mangu-dong	4	3.777
Junghwa-dong	4	1.352	Sinnae-dong	1	2.045
Seongbuk-gu (n: 39/ accident: 123)					
Seongbuk-dong	7	-0.650	Anam-dong 1(ii)-ga	0	-0.740

Division	Accident	Zcore	Division	Accident	Zcore
Seongbuk-dong 1(ii)-ga	0	-0.875	Anam-dong 2(i)-ga	0	-0.865
Donam-dong	1	1.381	Anam-dong 3(sam)-ga	1	-0.991
Dongsomun-dong 1(ii)-ga	1	-0.644	Anam-dong 4(sa)-ga	0	0.735
Dongsomun-dong 2(i)-ga	1	-1.108	Anam-dong 5(o)-ga	34	2.605
Dongsomun-dong 3(sam)-ga	0	-0.872	Bomun-dong 4(sa)-ga	0	-1.145
Dongsomun-dong 4(sa)-ga	2	-0.663	Bomun-dong 5(o)-ga	0	-1.301
Dongsomun-dong 5(o)-ga	1	-0.736	Bomun-dong 6(yuk)-ga	0	-0.432
Dongsomun-dong 6(yuk)-ga	2	-0.676	Bomun-dong 7(chil)-ga	0	0.146
Dongsomun-dong 7(chil)-ga	1	-0.495	Bomun-dong 1(ii)-ga	0	-1.178
Samseon-dong 1(ii)-ga	3	-0.729	Bomun-dong 2(i)-ga	0	-1.203
Samseon-dong 2(i)-ga	0	-0.342	Bomun-dong 3(sam)-ga	0	-0.723
Samseon-dong 3(sam)-ga	0	-1.097	Jeongneung-dong	2	4.829
Samseon-dong 4(sa)-ga	0	-0.840	Gireum-dong	1	5.313
Samseon-dong 5(o)-ga	0	-0.989	Jongam-dong	1	5.175
Dongseon-dong 1(ii)-ga	11	-0.254	Hawolgok-dong	1	5.546
Dongseon-dong 2(i)-ga	5	-0.642	Sangwolmok-dong	35	1.876
Dongseon-dong 3(sam)-ga	0	-0.211	Jangwi-dong	1	2.439
Dongseon-dong 4(sa)-ga	1	-0.443	Seokgwan-dong	2	1.880
Dongseon-dong 5(o)-ga	9	-0.380			
Gangbuk-gu (n: 4/ accident: 21)					
Mia-dong	1	7.218	Suyu-dong	9	6.450
Beon-dong	9	7.275	Ui-dong	2	3.942
Dobong-gu (n: 4/ accident: 5)					
Ssangmun-dong	1	4.096	Chang-dong	1	5.307
Banghak-dong	1	2.340	Dobong-dong	1	1.379
Nowon-gu (n: 5/ accident: 17)					
Wolgye-dong	2	2.973	Sanggye-dong	1	2.445
Gongneung-dong	1	0.994	Junggye-dong	12	1.752
Hagye-dong	1	1.960			
Eunpyeong-gu (n: 11/ accident: 27)					
Susaek-dong	1	0.715	Eungam-dong	2	1.802
Nokbeon-dong	1	3.210	Yeokchon-dong	11	2.253
Bulgwang-dong	1	2.396	Sinsa-dong	3	1.096
Galhyeon-dong	1	2.265	Jeungsan-dong	1	1.328
Gusan-dong	0	1.869	Jingwan-dong	0	1.328
Daejo-dong	6	2.400			
Seodaemun-gu (n: 20/ accident: 35)					
Chungjeongno 2(i)-ga	0	-0.862	Hongje-dong	2	0.700
Chungjeongno 3(sam)-ga	3	-1.033	Daehyeon-dong	3	-0.740
Hap-dong	0	-0.907	Daesin-dong	0	-0.933
Migeun-dong	0	-0.907	Sinchon-dong	0	-0.569

Division	Accident	Zcore	Division	Accident	Zcore
Naengcheon-dong	0	-0.914	Bongwon-dong	0	-0.633
Cheonyeon-dong	0	-0.745	Changcheon-dong	2	-0.297
Okcheon-dong	0	-0.674	Yeonhui-dong	2	1.334
Yeongcheon-dong	8	-0.485	Hongseon-dong	2	2.610
Hyeonjeon-dong	1	0.666	Bukgajwa-dong	7	0.521
Bugahyeon-dong	4	-0.878	Namgajwa-dong	1	1.503
Mapo-gu (n: 26/ accident: 61)					
Ahyeon-dong	2	-0.908	Changjeon-dong	2	-0.807
Gongdeok-dong	0	-1.115	Sangsudong	0	-0.914
Singongdeok-dong	0	-0.721	Hajung-dong	0	-1.034
Dohwa-dong	1	-1.226	Sinjeong-dong	0	-0.949
Yonggang-dong	4	-0.875	Dangin-dong	0	-0.928
Tojeong-dong	0	-0.712	Seogyo-dong	2	-0.305
Mapo-dong	0	-0.844	Donggyo-dong	1	-0.043
Daeheung-dong	10	-0.549	Hapjeong-dong	0	-0.872
Yeomni-dong	1	-0.801	Mangwon-dong	3	-0.490
Nogosan-dong	14	-0.297	Yeonnam-dong	1	0.126
Sinsu-dong	1	-0.702	Seongsan-dong	18	-0.318
Hyeonseok-dong	0	-0.792	Jung-dong	0	0.105
Gusu-dong	1	-0.865	Sangam-dong	0	-0.154
Yangcheon-gu (n: 3/ accident: 20)					
Sinjeong-dong	1	4.583	Sinwol-dong	9	3.183
Mok-dong	10	2.825			
Gangseo-gu (n: 13/ accident: 30)					
Yeomchang-dong	4	0.666	Gonghang-dong	4	-0.944
Deungchon-dong	14	2.458	Banghwa-dong	3	-0.675
Hwagok-dong	3	4.192	Gaehwa-dong	0	-0.495
Gayang-dong	0	0.000	Gwahae-dong	0	-0.675
Magok-dong	0	-0.211	Ogok-dong	0	-0.815
Naebalsan-dong	2	2.319	Osoe-dong	0	-0.658
Oebalsan-dong	0	0.506			
Guro-gu (n: 10/ accident: 15)					
Sindorim-dong	1	1.117	Oryu-dong	4	0.493
Guro-dong	1	4.567	Gung-dong	1	1.623
Garibong-dong	3	2.505	Onsu-dong	0	-0.062
Gocheok-dong	3	3.117	Cheonwang-dong	0	0.904
Gaebong-dong	2	1.514	Hang-dong	0	-0.250
Geumcheon-gu (n: 3/ accident: 10)					
Gasan-dong	2	2.505	Siheung-dong	6	6.296
Doksan-dong	2	5.715			
Yeongdeungpo-gu (n: 34/ accident: 101)					
Yeongdeungpo-dong	1	2.505	Dorim-dong	3	1.370
Yeongdeungpo-dong 1(il)-ga	7	5.715	Mullae-dong 1(il)-ga	0	0.063
Yeongdeungpo-dong 2(i)-ga	0	6.296	Mullae-dong 2(i)-ga	0	-0.865
Yeongdeungpo-dong 3(sam)-ga	5	0.914	Mullae-dong 3(sam)-ga	1	-0.660
Yeongdeungpo-dong 4(sa)-ga	17	1.054	Mullae-dong 4(sa)-ga	0	-0.779
Yeongdeungpo-dong 5(o)-ga	4	0.521	Mullae-dong 5(o)-ga	7	-0.627
Yeongdeungpo-dong 6(yuk)-ga	1	0.011	Mullae-dong 6(yuk)-ga	2	-0.926
Yeongdeungpo-dong 7(chil)-ga	10	0.092	Yangpyeong-dong 1(il)-ga	0	-0.676

Division	Accident	Zcore	Division	Accident	Zcore
Yeongdeungpo-dong 8(pal)-ga	3	-0.028	Yangpyeong-dong 2(i)-ga	1	-0.865
Yeouido-dong	7	-0.138	Yangpyeong-dong 3(sam)-ga	0	-1.162
Dangsan-dong 1(il)-ga	7	-0.757	Yangpyeong-dong 4(sa)-ga	0	-1.325
Dangsan-dong 2(i)-ga	3	-0.798	Yangpyeong-dong 5(o)-ga	0	-1.203
Dangsan-dong 3(sam)-ga	3	0.369	Yangpyeong-dong 6(yuk)-ga	0	-0.980
Dangsan-dong 4(sa)-ga	0	-0.127	Yanghwa-dong	0	-0.405
Dangsan-dong 5(o)-ga	0	-0.529	Singil-dong	2	1.063
Dangsan-dong 6(yuk)-ga	11	-0.604	Daerim-dong	6	4.060
Dangsan-dong	0	-0.723	Yangpyeong-dong	0	-0.779
Dongjak-gu (n: 9/ accident: 41)					
Noryangjin-dong	1	1.495	Dongjak-dong	0	2.235
Sangdo-dong	11	3.762	Sadang-dong	8	5.271
Sangdo 1(il)-dong	11	1.950	Daebang-dong	2	2.805
Bon-dong	0	1.341	Sindaebang-dong	5	7.825
Heukseok-dong	3	1.286			
Gwanak-gu (n: 3/ accident: 44)					
Bongcheon-dong	23	7.526	Namhyeon-dong	11	7.084
Sillim-dong	10	7.455			
Seocho-gu (n: 10/ accident: 35)					
Bangbae-dong	7	0.932	Banpo-dong	0	0.195
Yangjae-dong	4	-0.372	Seocho-dong	8	0.514
Umyeon-dong	0	0.739	Naegok-dong	0	-1.104
Wonji-dong	0	-0.766	Yeomgok-dong	0	-0.802
Jamwon-dong	16	-0.485	Sinwon-dong	0	-1.034
Gangnam-gu (n: 14/ accident: 81)					
Yeoksam-dong	14	0.146	Apgujeong-dong	0	-0.548
Gaepo-dong	5	-0.640	Segok-dong	0	-1.097
Cheongdam-dong	16	-0.556	Jagok-dong	0	-1.015
Samseong-dong	9	-0.389	Yulhyeon-dong	0	-1.013
Daechi-dong	14	-0.086	Irwon-dong	0	0.100
Sinsa-dong	5	-0.422	Suseo-dong	5	0.339
Nonhyeon-dong	4	-0.071	Dogok-dong	9	0.339
Songpa-gu (n: 13/ accident: 34)					
Jamsil-dong	9	-0.389	Munjeong-dong	1	0.165
Sincheon-dong	2	-0.271	Jangji-dong	0	-0.528
Pungnap-dong	4	1.225	Bangi-dong	1	0.632
Songpa-dong	2	0.521	Ogeum-dong	7	0.801
Seokchon-dong	1	0.608	Geoyeo-dong	1	0.864
Samjeon-dong	1	0.695	Macheon-dong	1	0.592
Garak-dong	4	0.404			
Gangdong-gu (n: 74/ accident: 85)					
Myeongil-dong	23	1.437	Amsa-dong	3	1.244
Godeok-dong	1	-0.254	Seongnae-dong	2	1.822
Sangil-dong	0	-0.321	Cheonho-dong	1	1.771
Gil-dong	2	2.382	Gangil-dong	0	-0.658
Dunchon-dong	2	0.974			