

교통사고에 안전한 국토 구현

Safe Environment against Traffic Accidents

김준기 | 김중학 | 박종일 | 김동한 | 최소림 | 임영태 | 류재영



교통사고에 안전한 국토 구현

Safe Environment against Traffic Accidents

김준기, 김종학, 박종일, 김동한, 최소림, 임영태, 류재영

■ 연구진

연구책임 김준기 연구위원
김종학 연구위원
박종일 연구원
김동한 책임연구원
최소림 연구원
임영태 연구위원
류재영 선임연구위원(전)

■ 외부연구진

이영인 서울대학교 교수
이규진 아주대학교 연구교수
김현진 교통안전공단 책임연구원
신휴석 서울대학교 국토문제연구소 객원연구원

■ 연구심의위원

김동주 국토연구원 선임연구위원
이상건 국토연구원 선임연구위원
조남건 국토연구원 선임연구위원
고용석 국토연구원 연구위원
김은정 국토연구원 책임연구원
정양기 국토교통부 간선도로과 사무관
오 철 한양대학교 교수

발간사

최근 우리나라의 교통안전수준은 자동차 1만대 당 사망자 수가 2.4명으로 OECD 평균(1.1명) 보다 2배 이상 많으며, 일본(0.7명), 영국(0.6명) 보다는 4배 가까이 많습니다. 또한 교통사고비용은 총 12조 7600억원에 이르렀으며, OECD 국가 교통안전지표 비교시 최하위수준을 면치 못하고 있습니다. 특히 2012년 교통사고 사망자 5,392명 중 57.4%에 이르는 3,093명이 9미터 미만의 생활도로상에서 사망하고 있는 안타까운 실정에 처해 있습니다.

이처럼 전체 교통사고중 보행자 사망자수의 비율(39.1%)이 OECD국가 중 가장 높으며, 연령별로는 65세 이상 고령자 비율이 절반 이상으로, 생활권 도로의 보행자, 특히 고령자를 위한 교통안전대책이 절실히 필요한 실정입니다.

우리나라가 실효성 있는 교통안전정책을 수립하기 위해서는 기존의 점·선 위주의 개별 교통시설 개선에서 탈피하여 교통사고에 영향을 미치는 다양한 공간적·인적 영향요인 등을 고려한 실증분석 및 근거 있는 정책 도출이 필요합니다.

따라서 우리나라는 교통사고와 관련된 다양한 실증분석을 기반으로 정책적 시사점을 도출하고 이를 토대로 교통사고에 안전한 국토구현을 위한 교통안전정책을 추진해 나가야 할 것입니다. 특히 개별 교통시설 위주의 교통안전 개선이 사고 발생 위치가 이전되는 풍선효과 등으로 인하여 충분한 정책의 실효성을 얻지 못하고 있는 점에 착안하여 이 연구에서는 다음 몇 가지 사항에 주안점을 두고 이러한 한계를 극복하고자 하였습니다.

먼저 교통사고에 영향을 미치는 공간적 요인규명에 나서서 인구·지가 등의 사회경제 지표, 도로 및 교통환경 등의 요인과 교통사고간의 관계분석을 통해 정책적 시사점을

도출하였습니다.

다음으로 인적 요인을 반영한 교통안전 개선방안을 도출하였는데, 이는 주민들이 느끼는 위험요소를 파악하고 이를 반영하여 안전성을 향상시키는 방안을 제시하고 있습니다. 특히 도시부 도로의 특성을 반영한 교통사고 취약구간(HOT SPOT)파악을 통해 도로안전사업 유형을 결정한 것은 눈여겨 볼만합니다.

결과적으로 이 연구는 지금까지 상대적으로 연구가 미흡했던 공간적·인적 교통사고 요인 분석결과를 토대로 도시부 제한속도를 10kph로 하향 조정, 지구단위 교통안전대책수립, 주차문제 해결방안 모색, 교통안전 교육 및 홍보 강화, 안전과 교통계획의 통합분석모형 개발 등의 교통안전정책을 제시하고 있습니다.

끝으로 본 연구를 수행하는데 노력을 아끼지 않은 김준기 연구위원과 연구진들, 그리고 외부 연구진 및 자문위원분들에게 감사의 말씀을 전합니다. 이 연구가 교통사고에 안전한 국토구현을 위한 교통안전정책에 많은 도움이 될 수 있기를 바랍니다.

2014년 12월

국토연구원장 김 경 환

주요 내용 및 정책제안

본 연구보고서의 주요 내용은 다음과 같음

- ① 우리나라의 교통안전 수준은 OECD 국가 중 여전히 하위권이며, 보다 실효성 있는 교통안전정책을 수립하기 위해서는 교통사고에 대한 다양한 인적·공간적 영향요인을 고려한 실증분석과 이에 근거한 정책 도출 필요
- ② 교통사고의 인적요인 분석 결과, 통행주체들이 느끼는 교통사고 위험요인이 서로 상충되며, 교통안전에 대한 인식과 행위 간에 괴리가 존재
 - 교통안전 법규를 잘 지키는 사람일수록 보다 빈번하게 위험요인을 인지함
 - 운전 부주의에 의한 사고 비율은 운전자의 연령대 및 사고 심각도와 비례하여 높아짐
- ③ 교통사고에 영향을 미치는 다양한 공간적 요인을 공간계량분석을 활용하여 도출
 - 중앙전용버스차로와 지하철역/정류장 등의 대중교통 결절점 등은 교통사고를 증가시킴
 - 반면에, 제한속도 시속 30km 이하의 도로와 가로조명시설은 교통사고를 감소시킴

본 연구보고서의 정책제안은 다음과 같음

- ① 인적 영향을 감소시키기 위해서는 장기적으로 교통안전에 대한 교육 및 홍보를 강화
 - ② 공간적 영향을 감소시키기 위한 단기 정책으로 중앙버스전용차로에서의 사고 감소 방안 모색 및 도시부 제한속도의 하향 조정 등을 고려하고, 중장기 정책으로 불법주차 개선방안과 교통계획과 교통안전의 통합모형 개발 등이 필요
 - ③ 이에 따른 법·제도 개선 방안으로 도시부 최고속도 기준 하향 조정의 근거법 마련, 교통안전 교육 의무화 및 교통안전교사 제도 도입, 불법주차 단속의 민간 위탁 방안 모색, 「생활도로구역」 법제화 등이 필요
- ※ 생활도로란 집산도로와 국지도로 중에서 보행자를 보호할 필요가 있는 도로를 말하며, 이 중 보행자 보호를 위해 특별히 지정한 구역을 생활도로구역이라 함

요약

1. 연구의 배경 및 필요성

□ 우리나라 교통사고 현황

- 안전한 국토를 구현하기 위한 정부의 지속적인 노력으로 교통사고 사망자는 2003년 7,835명에서 2012년에 5,392명으로 31%가 감소하였으며, 동 기간 동안 자동차 등록대수의 증가(1,458만대 →1,887만대)를 감안할 때 교통안전이 획기적으로 개선되었다고 볼 수 있음
- 그러나, 이와 같은 성과에도 불구하고 우리나라의 교통안전 수준은 OECD 국가 중 여전히 하위권에 위치하고 있어, 강력한 교통안전 대책이 필요한 실정임

<OECD 국가대비 우리나라의 교통사고 사망자수 비교>

항목	기준년도	순위/나라수	한국지표수준	OECD평균
인구10만 명당	2011	32/33	10.5명	6.8명
자동차 1만 대당	2011	31/32	2.4명	1.2명
10억주행km당	2011	23/28	17.6명	9.0명
14세 이하 어린이 인구 10만 명당	2011	21/29	1.3명	1.3명
65세 이상 노인 인구 10만 명당	2011	29/29	30.5명	10.0명
인구 10만 명당 이륜차 승차 중	2011	23/27	1.2명	1.0명

자료: 경찰청, 2013. 교통사고 통계

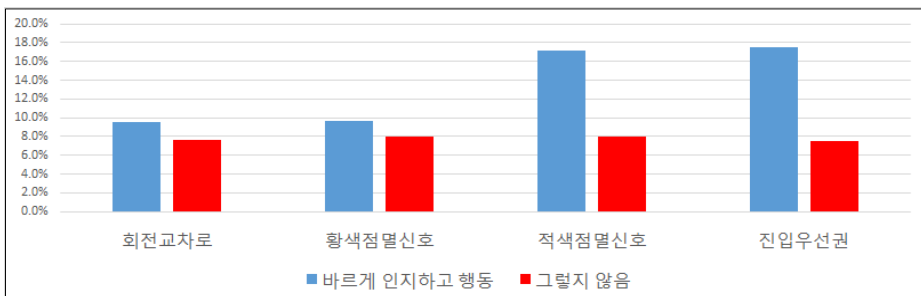
□ 연구의 필요성

- 우리나라에서는 교통사고의 영향 요인을 파악하기 위한 실증적 분석 및 연구가 부족하며, 새로운 정책 도입에 대한 사회적 공감대 및 문화가 형성되지 않은 상태에서 해외 사례만을 벤치마킹하여 적용하고 있음
- 따라서, 실효성 있는 교통안전정책을 수립하기 위해서는 교통사고에 영향을 미치는 다양한 인적·공간적 영향요인 등을 고려한 실증분석에 바탕을 둔 실효성 높은 정책 도출이 필요함
- 또한, 2012년 우리나라의 전체 교통사고 223,656건 중 89.7%에 해당하는 200,563건이 도시지역에서 발생하고 있어, 도시부에서의 교통안전 향상이 시급함

2. 교통사고의 인적 요인 분석

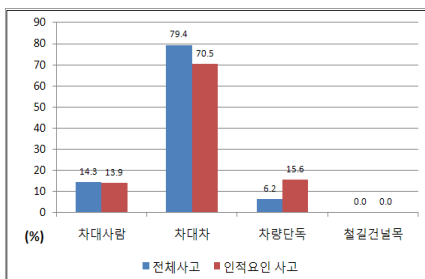
- 교통사고에 영향을 미치는 인적 요인을 분석하기 위해 사람들이 느끼는 교통사고 위험요인에 대한 설문조사 분석으로, 다음과 같은 연구결과 도출
 - 첫째, 통행주체가 이용 중인 통행수단(자가용, 대중교통, 녹색교통 등)에 따라 느끼는 위험요인이 서로 상충하였음
 - 둘째, 교통안전에 대한 인식과 행위 간에 괴리가 존재함
 - 셋째, 교통법규를 잘 지키는 사람일수록 위험요인을 느끼는 빈도가 높음
 - 넷째, 교통량이 감소하거나, 차로 수가 증가하거나 또는 도로 전방의 시야가 확보될 때 사람들은 통행속도를 증가시키는 것으로 나타났음

<상황별 교통법규 인지 및 행동과 교통사고 위험을 느낀 정도(%)>

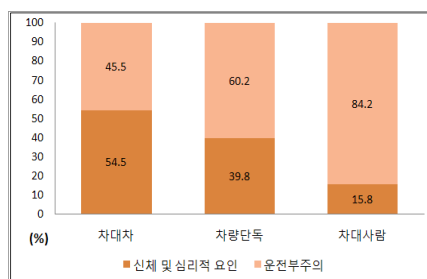


- 2008~2010년간 전국의 국도에서 발생한 총 130,915건의 교통사고 자료를 텍스트 마이닝 기법을 사용하여 인적 요인에 의한 교통사고의 특성을 분석한 결과
- 첫째, 신호 위반, 중앙선 침범은 신체 및 심리적 요인에 의한 사고 비율이 높음
 - 둘째, 운전자의 연령대가 높을수록 운전 부주의에 의한 사고 비율이 높음
 - 셋째, 사고 심각도가 높을수록 운전 부주의에 의한 사고 비율이 높음
 - 넷째, 차량단독 및 차대사람 사고는 운전 부주의에 의한 사고비율이 높음

<교통사고 유형별 인적 요인에 의한 사고비율>



<인적 요인 비교>



<신체심리적 요인 및 운전부주의 비교>

- 사고가 날 뻔한 상황에 영향을 미치는 환경요인에 대한 분석을 실시한 결과, 다음과 같은 경우 사고가 날 뻔한 상황의 경험이 증가하는 것으로 나타났음
- 첫째, 초등학교 100m 주변, 둘째, 화물차량 많음, 셋째, 불법 주정차, 넷째, 도로에 가로등 없음, 다섯째, 도로 주행시 신호등 없이 접속되는 이면도로

3. 교통사고의 공간적 요인 분석

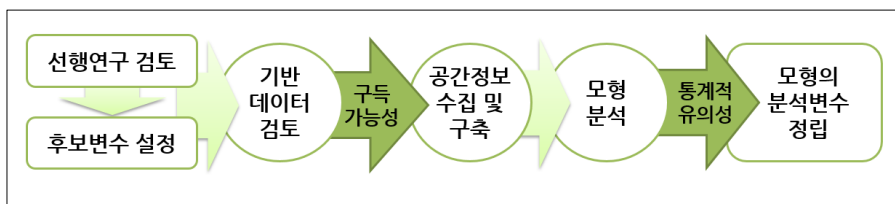
1) 교통사고 발생 특성 분석

- 도시의 공간적 요인이 교통사고에 미치는 영향을 알아보기 위해 공간회귀분석을 수행하였음
- 선행연구 및 데이터 구득 가능성을 검토하여 총 17개 분석변수를 정립하고 데이터를 구축하였으며, 이를 인구통계학적 특성변수 11개, 사회경제적 특성변수

수 13개, 교통특성변수 9개, 도로환경 특성변수 24개로 세분화하여 후보변수를 설정하였음

- 이때 기준모형은 일반회귀모형(OLS)이고, 대안모형은 공간오차모형(SEM)과 공간시차모형(SLM), 지리적 가중회귀모형(GWR)이며, 모형의 종속변수를 사고 심각도에 따라 3가지로 구분(총 사고, 사망을 포함한 심각한 부상사고, 경미한 부상사고)하여 분석을 수행하였음

<모형의 분석변수 정립과정>



□ 모형분석 결과 및 정책적 시사점

- 첫째, 교통사고는 시·공간적 현상으로 다양한 공간 요인과 관계를 맺고 있으므로, 교통사고 위험도를 결정할 때 다양한 변수를 함께 고려해야 하며, 교통사고와 노출빈도간 관계에 대한 포괄적 이해가 필요함
- 둘째, 중앙버스전용차로 연장비율은 설명변수 중 교통사고를 가장 크게 증가시키는 것으로 나타났으며, 주요 간선도로축의 대중교통 서비스 뿐 아니라 교통안전의 관점에서 중앙버스 전용차로의 기하구조 및 안전시설물에 대한 개선 연구가 필요할 것으로 판단됨
- 셋째, 제한속도 시속 30km 이하인 도로연장비율이 증가할수록 교통사고는 감소하는 것으로 나타나, 생활도로구역 확대 등 생활도로에서 차량의 속도를 제한할 수 있는 정책이 필요할 것으로 판단됨
- 넷째, 복합용도지수, 지하철 및 정류장 수, 제한속도 차이가 시속 30km 이상인 접속지점 수 등과 같이 도시 공간 내 이동 객체간 상충을 나타내는 변수들의 증가는 교통사고를 증가시키는 것으로 나타나, 이러한 결절지점에서 운전자와 보행자의 행태에 대한 미시적인 분석을 통해 교통안전을 담보할 수 있는 기하구조

디자인의 개선이 필요한 것으로 판단됨

- 마지막으로, 모형 측면에서 서울시 교통사고 특성 분석모형으로는 공간오차모형(SEM)과 지리적 가중회귀모형(GWR)이 통계적으로 가장 적합한 것으로 나타났음

2) 교통분석지역(TAZ: Traffic Analysis Zone)의 잠재적 안전개선도 효과 분석

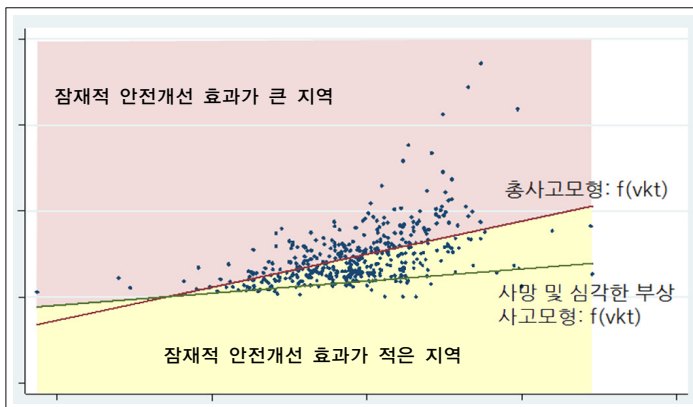
□ PSI의 개념

- PSI란 미국 주도로 교통 행정관 협회(AASHTO)가 발간한 도로 안전 편람(Highway Safety Manual, 2010)에 제시된 잠재적 교통안전개선지수(Potential for Safety Improvement)로 미국에서는 교통안전사업의 우선순위를 결정하는데 활용되고 있음
- 교통량과 사고건수간의 관계를 나타낸 그래프에서 실제 사고건수와 예측된 사고건수를 비교하고 이 차이를 잠재적 개선도의 크기로 해석

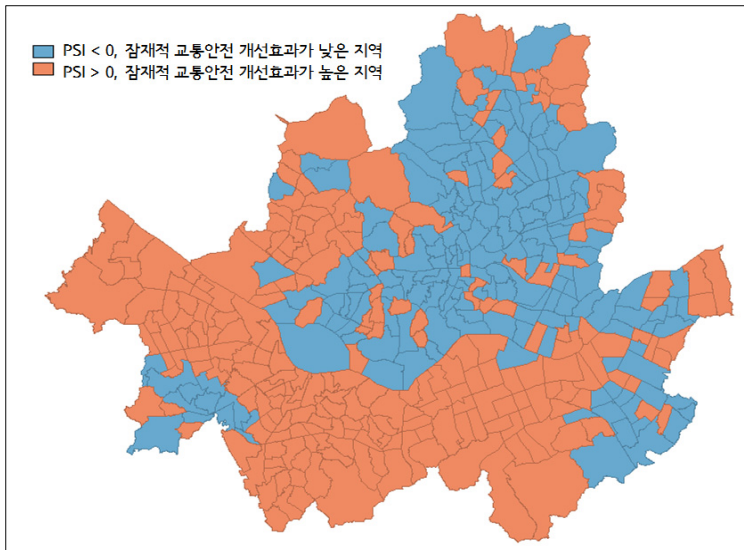
□ 분석 결과

- 총 사고모형과 사망 및 심각한 부상사고모형을 함께 고려한 PSI_i 산출결과, 서울시내 총 423개 TAZ 중 155개 TAZ는 노출빈도(VKT: Vehicle Kilometers Travelled)에 비해 잠재적 안전개선효과가 적은 지역으로, 268개 TAZ는 노출빈도(VKT)에 비해 잠재적 안전개선효과가 큰 지역으로 나타났음

<노출빈도(VKT)에 따른 TAZ별 PSI_i 분석결과>



<서울시 TAZ별 PSI_i 분석결과>

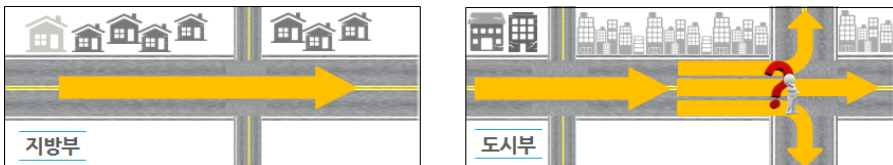


4. 교통사고의 취약지점 분석

□ 교통사고 취약지점 선정의 문제점 및 개선방안

- 현재 우리나라는 단순히 교통사고 다발구간을 위험지역으로 선정하며, 사고지점 특성에 따라 보편적으로 SMW(Sliding Moving Window)와 PS(Peak Searching)를 여과 없이 이용하고 있으나, 이 방법들은 도로의 공간적 연속성을 반영하지 못하고, 단순히 사고건수가 많은 구간을 위험구간으로 지정하는 한계가 있으며, 도시부와 같이 도로네트워크가 복잡한 도로에는 적용하기에 제약이 있음

<지방부와 도시부의 교통흐름 비교>



- 본 연구에서는 기존 분석방법의 한계를 극복하고 도시부의 도로 특성을 고려할 수 있는 분석기법인 NKDE(Network Kernel Density Estimation)를 활용하였음

□ 취약지점 분석 과정 정립

- 교통사고 취약지점을 파악하기 위한 분석 절차는 다음과 같음

<교통사고 취약지점 분석 과정 정립>



□ 취약지점 분석의 정책적 시사점

- 교통안전 개선대책 수립을 위해서는 반드시 대상지역 주민의 의견을 수렴하는 과정이 필요하며, 사고 위험지도를 작성하는 등 주민들이 실제로 교통안전에 대해 위험을 느끼는 지역을 사전에 파악할 필요가 있음
- 과학적이고 합리적인 근거에 기반하여 교통사고 취약지점을 도출해내는 과정을 일반적인 절차로 정립함으로써, 교통사고 건수만으로 교통사고 취약지점을 선정하는 과거 방법으로 인한 예산 낭비와 행정력 소모를 줄일 수 있음

5. 교통안전을 위한 정책 제언

1) 교통안전 정책 수립의 개요

- 인적·공간적 교통사고 요인 분석결과를 토대로 17개의 정책적 시사점을 도출하고, 이와 연계하여 6개의 교통안전 정책과 4개의 법·제도 개선방안을 제안하였음

<교통사고 요인분석 결과와 교통안전정책 수립간 연계도>



2) 교통안전 정책 제시

- 교통안전 정책을 교통사고 영향 요인에 따라 인적·공간적으로 구분하고 정책의 특성을 고려하여 단·중·장기로 구분하여 제시함으로써 정책에 대한 이해도를 제고하였음

- 인적 요인 개선 정책: 교통안전 교육 강화(장기)
- 공간적 요인 개선 정책: 중앙버스전용차로 개선, 도시부 제한속도 하향 조정, 지구단위 교통안전대책 수립(단기), 주차문제 해결 방안 모색(중기), 교통안전과 교통계획의 통합모형 개발(장기) 등

<교통안전 개선대책 및 실천방안>

개선 요인	개선 기간	개선대책	실천방안
인적 요인	장기	· 교통안전 교육 강화	· 청소년 및 고령자에 대한 지자체경찰청·공단 등의 교통안전 교육 확대
공간적 요인	단기	· 중앙버스전용차로 개선	· 무단횡단 방지를 위한 교차로 위치 조정 및 운전자의 기대를 벗어나는 가하 구조 최소화
		· 도시부 제한속도 하향 조정	· 실증분석 및 외국 사례를 참고하여 도시부 제한 속도 하향조정
		· 지구단위 교통안전 대책 수립	· 교통규제와 물리적 시설물을 적절히 조합할 수 있는 지구단위 교통안전 대책 수립
	중기	· 주차문제 해결 방안 모색	· 근린생활시설 건축물 부설주차장 활성화 · 주차단속 민간 위탁
	장기	· 안전과 교통계획의 통합모형 개발	· 공간분석을 기반으로한 통합분석 체계 정립 · 데이터 수집/분석에 최적화된 집계단위 통일

3) 법·제도 개선 방안

- 정책 제안 내용을 뒷받침하기 위해 다음과 같은 법·제도 개선방안을 제안
- 도시부 도로에서의 차량운행 속도 하향 조정, 교통안전교육 의무화 및 교통안전교사 제도 도입, 불법주차 단속의 민간 위탁, 「생활도로구역」의 법적 근거 마련

<법·제도 개선 방안>

개선 방안	주요 내용	관련 법령
도시부 속도 하향 조정	· 현재 시가지 편도 1차로도로에서 60km/h가능한 최고속도를 교통안전국 사례를 적용하여 하향 조정할 수 있는 근거법 마련	· 도로교통법 및 시행령(개정)
교통안전 교육 강화	· 어린이·노인 장애인 등에 대한 교통안전교육 의무화 · 교통안전교사 제도 도입	· 어린이·노인 및 장애인 보호구역의 지정 및 관리에 관한 규칙(신설) · 도로교통법 및 시행령(신설)
주차단속 민간 위탁	· 불법주차를 감소시키기 위해 주차단속을 민간에게 위탁할 수 있도록 관계 법령 정비	· 도로교통법 및 시행령(신설)
생활도로구역 법적 근거 마련	· 생활도로에서의 종합적인 교통안전 대책 수립을 위한 「생활도로구역」의 법적 근거 마련	· 도로교통법 및 시행령(신설)

용어 소개

공간데이터

- 공간적 집계단위를 기반으로 구축된 통계데이터

공간오차모형(Spatial Error Model)

- 종속변수의 공간적 자기상관성을 고려하는 모형으로 분석 결과 공간오차계수(λ)가 도출되며, 이를 통해 인접지역의 영향력을 알 수 있음

공간시차모형(Spatial Lag Model)

- 오차항의 공간적 자기상관성을 고려하는 모형으로 분석결과 공간시차계수(ρ)가 도출되며, 공간오차계수와 같은 의미를 가짐

공간적 상관성(Spatial Autocorrelation 또는 Spatial Dependence)

- 서로 다른 지점에서 발생한 현상(events)이 서로 관련되어 있을 때 발생하며, 공간계량경제에서 공간적 자기상관성은 공간적 종속성과 공간적 이질성으로 구분됨. 만약 데이터들간 공간적 상관성이 발견될 경우 회귀분석의 기본가정에 위배되기 때문에 일반적인 회귀분석을 적용해서는 안됨

공간적 이질성(Spatial Heterogeneity)

- 동일한 현상이 공간의 지리적 위치에 따라 이질적으로 나타나는 특성을 의미하며, 모형에서는 각 변수들 간의 영향관계를 추정하는 회귀계수가 지역마다 서로 다르다고 전제함으로써 공간적 이질성을 반영함

교통분석존 (Traffic Analysis Zone)

- 전통적인 교통계획모형에서 일반적으로 사용되는 공간 단위
- 존의 크기는 다양하나 대도시 계획모형에서는 3,000명 이하가 일반적임

생활도로

- 도로의 기능적 분류상 집산도로와 국지도로 중에서 보행자를 보호할 필요가 있는 도로를 말함
- 도로 등급측면에서는 시·군·구도에 해당하며, 규모측면에서는 도로폭이 15m이하인 중로 및 소로가 이에 해당하며 이 중 보행자 보호를 위해 특별히 지정한 구역을 생활도로구역이라 함

스피드쿠션

- 교통정온화기법 중 하나로 도로폭 가운데 일부분에만 설치하여 버스 등 대형 차량이나 소방차 주행이 좋도록 만든 시설

시케인

- 근린생활지구에서 자동차의 속도를 저감시키기 위해 도로형태를 S자로 굴곡되게 설계하는 교통정온화기법

잠재변수(Latent Variable)

- 심리적 요인이나 태도(Attitude)와 같이 직접 관찰되거나 측정되지 않는 변수
- 존 30(Zone 30)

- 생활 도로에서의 교통사고를 예방하기 위해 최고 속도를 30킬로로 규제한 구역

지리적 가중회귀모형(Geographically Weighted Regression)

- 공간적 이질성을 전제로 지역별로 맞춤화된 국지적 회귀모델(locally regressed models)을 추정하는 모형으로 각 분석단위(TAZ)만큼의 회귀식이 도출됨. 공간적으로 이질적인 지역을 계층화하여 모형을 추정하므로 다수준 모형(Multi-level model) 또는 Locally Linear Spatial Model이라고도 함

지평식 주차장

- 일반적으로 나대지에 설치된 주차장으로 도로 바닥과 주차면이 수평하게 설계된 주차장을 의미함

차량주행거리(Vehicle Kilometer Traveled)

- 4단계 교통수요분석모형을 이용하여 추정된 TAZ 기반 차량주행거리(대·km)

텍스트마이닝(Text Mining)

- 비정형 텍스트 데이터에서 특정 키워드나 문맥을 기반으로 의미를 추출해 내는 기법을 의미

풍선효과

- 풍선의 한 곳을 누르면 다른 곳이 불거져 나오는 것처럼 하나의 문제를 해결하는 대신에 또 다른 문제가 새로 생겨나는 현상을 의미

하인리히법칙

- 하인리히는 세계적 산업 안전 전문가로서 약 5만 건의 안전사고를 정밀 분석한 결과 1:29:300의 원리를 밝혀내었으며, 이를 하인리히의 법칙이라고 함. 즉, 사고 날뻔한 상황이 300이면 29번의 사고가 발생하고 이 중 1건은 사망 또는 치명적 중상을 당한다는 법칙

AASHTO(American Association of State Highway and Transportation Officials)

- 미국 주도로 교통 행정관 협회

HSM(Highway Safety Manual)

- 미국의 도로안전편람

PSI(Potential Safety Improvement)

- AASHTO에서 제안한 잠재적 안전도 개선 지수이며, 이를 통해 안전사업의 우선순위를 도출할 수 있음

Vision Zero

- 1997년 스웨덴이 교통사고를 줄이기 위해 처음 도입한 교통안전정책
- 우리나라에서도 2013년 2월 '교통사고 Zero화 실천 결의안'이 국회 본회의 통과

차례

발 간 사	i
주요 내용 및 정책제안	iii
요 약	iv
용어 소개	xiii
 제I장 연구의 개요	3
1. 연구의 배경 및 목적	3
2. 연구의 범위 및 방법	6
3. 선행연구와의 차별성	10
4. 연구의 기대효과	13
 제II장 교통사고 관련 현황 분석	17
1. 우리나라의 교통사고 현황 분석	17
2. 우리나라 교통사고의 문제점 검토	20
3. 서울시 교통사고의 현황 및 문제점 검토	22
 제III장 교통사고의 인적 영향요인 분석	29
1. 분석의 개요	29
2. 교통사고 위험요인 분석	31
3. 교통사고가 일어날 뻔한 상황에 영향을 미치는 요인 분석	37
4. 인적 요인에 의한 교통사고 특성분석	41
5. 소결	44

제Ⅳ장 교통사고의 공간적 영향요인 분석	49
1. 분석의 개요	49
2. 분석방법론 검토	54
3. 교통사고 발생특성 분석모형 구축 및 분석	63
4. 모형분석결과 비교 및 고찰	85
5. 소결	93
제Ⅴ장 교통사고 취약지점 및 교통안전 개선사례 분석	101
1. 분석의 개요	101
2. 분석방법론 검토	103
3. 취약지점 분석결과를 활용한 교통안전 개선사례 분석	112
4. 소결	135
제Ⅵ장 교통안전정책 수립 및 개선방안	139
1. 교통안전정책 수립 방향	139
2. 인적 영향요인의 장기 개선방안	141
3. 공간적 영향요인의 단·중·장기 개선방안	145
제Ⅶ장 결론 및 향후 과제	173
1. 연구의 결론 및 정책제언	173
2. 향후 연구과제	181
참고문헌	185
SUMMARY	197
부록	199
〈부록 1〉 교통사고 인적 영향 요인 조사를 위한 설문지	200
〈부록 2〉 운전자의 행태 및 심리적 성향	210
〈부록 3〉 사고가 일어날 뻔한 상황 데이터 기초 통계 정리	212
〈부록 4〉 선행연구 변수 검토	217

〈부록 5〉 공간분석모형의 이론적 검토	220
〈부록 6〉 분석데이터의 기초통계량 및 공간적 분포 현황	225
〈부록 7〉 OLS 통계량 및 기본 가정에 대한 통계 검정	228
〈부록 8〉 후보변수의 통계적 유의성 검토 결과	233
〈부록 9〉 GWR 분석결과	237
〈부록 10〉 PSI_i 에 따른 그룹별 기초통계량 분석결과	240
〈부록 11〉 내재된 위험도의 차이에 대한 검토	241
〈부록 12〉 Highway Safety Manual(HSM)	242
〈부록 13〉 교통사고 잦은 곳 선정기준 및 자차구별 교통사고 잦은 곳 지점수 ..	243
〈부록 14〉 주차단속 민간위탁을 위한 일본의 법령 정비	244
〈부록 15〉 국제세미나 개최 개요 소개	249

〈표 1-1〉 분석항목별 연구 범위 및 연구 방법	7
〈표 1-2〉 선행연구와의 차별성	12
〈표 2-1〉 OECD와 우리나라의 교통사고 사망자수 비교	21
〈표 2-2〉 종단 선행별 교통사고	24
〈표 3-1〉 교통사고의 인적 영향 요인 분석을 위한 연구내용 및 방법 ...	31
〈표 3-2〉 운전시 느끼는 위험요인	32
〈표 3-3〉 보행시 느끼는 위험요인	32
〈표 3-4〉 자전거 이용시 느끼는 위험요인	32
〈표 3-5〉 교통법규 인지 및 행동과 사고 위험 빈도와의 관계	34
〈표 3-6〉 교통안전을 위해 중요한 요소의 인식과 준수 여부	35
〈표 3-7〉 주변환경과 속도와의 관계	36
〈표 3-8〉 사고가 일어날 뻔한 상황 모형구축 결과(집 주변 및 도로 주행 중) ...	40
〈표 3-9〉 인적요인의 구분	42
〈표 3-10〉 인적 요인별 대표단어 선정 결과	42
〈표 4-1〉 선행연구의 주요 분석변수 검토	52
〈표 4-2〉 연구의 방향 및 범위 설정	53
〈표 4-3〉 후보변수 설정 및 국외 선행연구 관련성 검토	56
〈표 4-4〉 기반 데이터 수집 목록	58
〈표 4-5〉 서울시 교통사고 관련 공간정보 구축 현황	59
〈표 4-6〉 서울시 교통사고 관련 공간정보 미구축 현황	60
〈표 4-7〉 교통사고의 시·공간적 영향요인 분석을 위한 모형 검토	61
〈표 4-8〉 2010년 서울시 교통사고 발생특성	64
〈표 4-9〉 후보변수의 기초통계량 ($N : 423$)	67
〈표 4-10〉 서울시 교통사고의 전역적 공간상관성(Moran's I) 검정 결과 ...	68
〈표 4-11〉 일반회귀모형(OLS)의 LM 검정 결과	72
〈표 4-12〉 교통사고 심각도에 따른 분석모형별 인접지역 영향력의 변화 ...	75

〈표 4-13〉 서울시 총사고건수(2010년)에 대한 모형별 분석 결과	76
〈표 4-14〉 사망 및 심각한 부상사고건수(2010년)에 대한 모형별 분석 결과	77
〈표 4-15〉 경미한 부상사고(2010년)에 대한 모형별 분석 결과	78
〈표 4-16〉 분석모형별 설명변수의 탄력성 검토	79
〈표 4-17〉 총 교통사고에 대한 GWR 분석결과	81
〈표 4-18〉 사망 및 심각한 부상사고에 대한 GWR 분석결과	82
〈표 4-19〉 경미한 부상사고에 대한 GWR 분석결과	83
〈표 4-20〉 모형 설명력 비교	85
〈표 4-21〉 총 교통사고에 대한 분석모형별 공간 상관성 변화	86
〈표 4-22〉 안전개선효과가 큰 지역($PSI_i > 0$)의 교통사고 영향요인 분석결과	91
〈표 4-23〉 잠재적 안전 개선 효과가 큰 지역 순위	92
〈표 4-24〉 교통사고 모형분석결과 및 정책적 시사점 도출	97
〈표 5-1〉 서울시 재정자립도 순위(%)	103
〈표 5-2〉 지역주민 설문조사 개요	115
〈표 5-3〉 설문조사 개인특성 분석	116
〈표 5-4〉 교통사고 위험지역 선택 이유	117
〈표 5-5〉 교통사고 위험시간대 설문결과	118
〈표 5-6〉 교통사고 위험원인 및 위험대상 조사결과	118
〈표 5-7〉 교통안전 개선대책의 기본 방향	124
〈표 6-1〉 교통안전 정책 수립 방향 및 기대효과	139
〈표 6-2〉 각 기관별 교통안전 시행 시책	143
〈표 6-3〉 중앙버스전용차로에서 발생한 교통사고 현황 비교(2009년)	147
〈표 6-4〉 주요 선진국의 제한속도	152
〈표 6-5〉 일본의 도시부 제한속도 기준	153
〈표 6-6〉 서울시 전체 교통사고 사망자수 및 이면도로 사망자수	155
〈표 6-7〉 각국의 생활권 안전 사업	156
〈표 6-8〉 존 30 정비지구의 교통사고 감소효과 사례(일본 가와구치시)	157
〈표 6-9〉 일본의 주차위반단속 민간위탁 이후 효과	166

〈표 7-1〉 교통사고 요인별 분석결과 및 정책적 시사점 요약	176
〈표 7-2〉 최고속도 관련 도로교통법 개선(안)	178
〈표 7-3〉 교통안전교사제도 도입을 위한 도로교통법 개정(안)	179
〈표 7-4〉 생활도로구역 지정을 위한 도로교통법 개정(안)	181

〈그림 1-1〉 OECD국가와의 사망자수 감소율 비교	4
〈그림 1-2〉 공간자료 구축 예 : 용도별 지가 산출	7
〈그림 1-3〉 연구의 흐름	9
〈그림 2-1〉 우리나라의 교통사고 추이	18
〈그림 2-2〉 주요국의 교통사고 발생지수	18
〈그림 2-3〉 OECD 인구 10만 명당 교통사고 발생건수(2011년)	19
〈그림 2-4〉 OECD 자동차 1만 대당 교통사고 발생건수(2011년)	19
〈그림 2-5〉 각국의 교통수단별 사망자 비율(%), 2011년	20
〈그림 2-6〉 각국의 연령별 사망자 비율(%), 2011년	20
〈그림 2-7〉 서울시의 교통사고 추이	22
〈그림 2-8〉 서울시 교통사고의 문제점	23
〈그림 2-9〉 서울시 교통사고의 법규위반별 사고비율	23
〈그림 2-10〉 도로특성별 교통사고 사망자 비율	24
〈그림 2-11〉 어린이보호구역과 어린이 교통사고 분석	25
〈그림 2-12〉 보행자 교통사고 분석	25
〈그림 2-13〉 주거지역 내 중상 이상 교통사고 분석	26
〈그림 3-1〉 하인리히의 법칙의 교통분야 적용	30
〈그림 3-2〉 교통법규 인지 여부	33
〈그림 3-3〉 교통법규 준수 여부	33
〈그림 3-4〉 교통법규 인지 및 행동과 사고 위협 빈도와의 관계	34
〈그림 3-5〉 교통안전을 위한 중요도 인식	35
〈그림 3-6〉 실제 행동 여부	36
〈그림 3-7〉 법규위반항목 분석 결과	43
〈그림 3-8〉 연령대 및 사고심각도별 분석 결과	43
〈그림 3-9〉 사고유형 분석 결과	44
〈그림 4-1〉 3대 교통사고 요인(AASHTO, 2010)	50

〈그림 4-2〉 모형의 분석변수 정립과정	55
〈그림 4-3〉 사고데이터 분포 검토	63
〈그림 4-4〉 복합용도지수(MLI)와 교통사고 및 VKT와의 관계	66
〈그림 4-5〉 교통사고의 공간 상관성 진단	69
〈그림 4-6〉 전역적 공간회귀모형 분석과정	70
〈그림 4-7〉 GWR(총사고모형)의 설명변수별 통계적 유의성 확보 현황 ..	84
〈그림 4-8〉 설명변수의 통계적 유의성을 고려한 공간 분포	84
〈그림 4-9〉 모형 개선효과: 오차의 이분산성 감소	86
〈그림 4-10〉 PSI 개념도	87
〈그림 4-11〉 PSI_i 및 안전개선지역 순위 결정 개념도	89
〈그림 4-12〉 노출빈도(VKT)에 따른 TAZ별 PSI_i 분석결과	90
〈그림 4-13〉 서울시 TAZ별 PSI_i 분석결과	90
〈그림 4-14〉 인구, 교통량, 교통사고간의 관계	95
〈그림 5-1〉 취약지점 분석 및 교통안전 개선 사례분석 흐름도	102
〈그림 5-2〉 SMW, PS의 개요	104
〈그림 5-3〉 CRP의 개요	104
〈그림 5-4〉 지방부와 도시부의 교통흐름 비교	105
〈그림 5-5〉 HSM(AASHTO, 2010)의 개요	105
〈그림 5-6〉 KDE와 NKDE의 차이	107
〈그림 5-7〉 교통사고의 공간적 패턴 비교 : KDE vs. NKDE	108
〈그림 5-8〉 구간폭과 셀폭에 따른 교통사고 취약지점의 공간적 패턴 변화 검토 ·	109
〈그림 5-9〉 교통사고 취약지점 선정 매트릭스	110
〈그림 5-10〉 NKDE 분석을 통한 취약지점 군집형태별 개선사업 범위 도출 ·	111
〈그림 5-11〉 NKDE에 의한 중량구 교통사고 취약지점 분석	112
〈그림 5-12〉 교통사고 취약지점별 개선사업 유형 선정	113
〈그림 5-13〉 점 중심의 교통사고 취약지점 개선	113
〈그림 5-14〉 교통사고 취약지점 개선사업 유형: 선 개선	114
〈그림 5-15〉 교통사고 취약지점 개선사업 유형: 면 개선	114
〈그림 5-16〉 설문조사 개인특성	115
〈그림 5-17〉 주민들이 느끼는 교통사고 위험지역 위치도	116
〈그림 5-18〉 교통사고 위험지역 선택 이유	117

〈그림 5-19〉 위험지역 판단 이유	119
〈그림 5-20〉 위험지역 판단 이유별 위치도	119
〈그림 5-21〉 위험지역 개선방안	120
〈그림 5-22〉 개선방안별 위치	120
〈그림 5-23〉 주민이 선정한 취약지점과 전체 교통사고(3개년) 지점 비교 ..	121
〈그림 5-24〉 주민이 선정한 취약지점과 중상 이상 교통사고(3개년)와 비교 ·	122
〈그림 5-25〉 주민이 선정한 취약지점과 교통사고 잦은 지점 비교	122
〈그림 5-26〉 주민이 선정한 취약지점과 교통사고 취약지점 비교	123
〈그림 5-27〉 점 개선구역 위치도	124
〈그림 5-28〉 점 개선구역 개선도	126
〈그림 5-29〉 선 개선구역 위치도	127
〈그림 5-30〉 양방향 좌회전 수용 중앙차로제	128
〈그림 5-31〉 도로변 불법주차 차량	128
〈그림 5-32〉 선 개선구역 종합개선도 : 면목역교차로 ~ 동원사거리 ..	129
〈그림 5-33〉 면 개선구역 위치도	130
〈그림 5-34〉 면 개선구역 종합개선도 : 사가정역 교차로 일대	134
〈그림 6-1〉 분석 결과와 교통안전정책 수립간 연계도	140
〈그림 6-2〉 중앙버스 정류장 표준도	147
〈그림 6-3〉 보행자 무단횡단 사례	147
〈그림 6-4〉 버스정류장 앞뒤 횡단보도	148
〈그림 6-5〉 탑승존 설치	149
〈그림 6-6〉 양문버스의 개요	149
〈그림 6-7〉 차량 속도와 치사율과의 관계	150
〈그림 6-8〉 주행속도를 하향조정하는 경우(설문조사)	154
〈그림 6-9〉 주행속도를 상향조정하는 경우(설문조사)	154
〈그림 6-10〉 히야리हत 지도의 작성 예(홋카이도 다테시)	158
〈그림 6-11〉 일본 교토부의 히야리हत 지도 작성 절차	158
〈그림 6-12〉 Tokyo Smart Driver 앱 구동 화면	159
〈그림 6-13〉 뉴욕의 교통안전위험 지도	160
〈그림 6-14〉 포항시 생활도로구역 설치 전후 비교	160
〈그림 6-15〉 포항시 생활도로구역 표시예	161

〈그림 6-16〉 면 단위 교통안전 대책 개념도	162
〈그림 6-17〉 불법주차 사례	163
〈그림 6-18〉 기존 건축물 부설주차장의 효율적 사용을 위한 정비사례(성북구) ·	164
〈그림 6-19〉 담장허물기사업 시행사례(서대문구 홍은3동)	165
〈그림 6-20〉 교통계획 및 교통안전 통합모형 개발 개념도	168

chapter I
연구의 개요

연구의 개요

본 장에서는 연구의 배경 및 목적, 연구의 범위, 그리고 전반적인 연구수행 방법을 서술하였다. 또한, 교통안전 관련 국내외 선행연구 고찰을 통해 차별화된 분석틀을 정립하였다. 본 연구는 설문조사 및 공간데이터 구축을 통해 다양한 관점에서 실증 분석을 수행함으로써 안전한 국토를 구현하는데 필요한 인적·공간적 교통사고 영향요인을 도출하였고, 분석결과가 갖는 정책적 시사점을 제시함으로써 교통안전정책 수립을 위한 기틀을 마련하였다는 점에서 선행연구와 차별성을 가진다.

1. 연구의 배경 및 목적

1) 연구의 배경

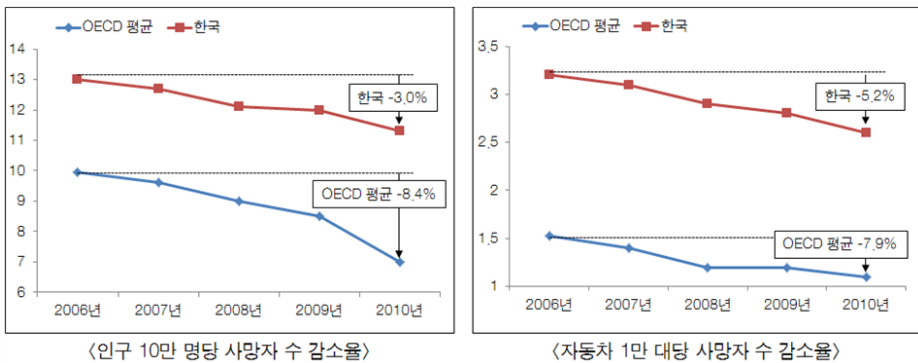
우리나라의 교통안전수준은 2011년도 기준, 자동차 1만대 당 사망자 수가 2.4명으로 OECD평균(1.1명, 2010년)보다 2배 이상 많으며, 일본(0.7명), 영국(0.6명) 보다는 4배 가까이 많다(경찰청, 2013). 또한 32개 OECD 가입국 중 터키, 헝가리 다음으로 최하위인 30위이며, 2012년에는 2011년의 사망자수(5,229명)보다 오히려 163명(3.1%)이 증가한 5,392명의 사망자가 발생하여 우리나라 교통안전수준 저하에 대한 우려를 낳고 있다.

한편, 우리나라 전체 교통사고의 89% 이상이 도시부에서 발생하고 있으며, 2012년 교통사고 사망자 5,392명 중 57.4%에 이르는 3,093명이 9미터 미만의 생활도로

상에서 사망하였다(이광훈 외, 2013). 전체 교통사고 중 보행자 사망자수의 비율이 39.1%로 OECD국가 중 가장 높으며, 연령별로는 65세 이상 고령자 비율이 50% 이상으로, 도시부 생활도로¹⁾의 보행자, 특히 고령자를 위한交通安全 대책이 필요한 실정이다.

이러한 OECD 하위권의 국가交通安全도에도 불구하고, 최근 5년간 교통사고 사망자수 감소율이 OECD 평균에 미치지 못하고 오히려 그 격차가 점차 커지고 있어, 특단의 조치가 필요한 실정이다(국토해양부, 2012). OECD 회원국의 평균 5년간 인구 10만 명당 사망자의 연평균 감소율은 -8.4%, 자동차 1만 대당 사망자의 연평균 감소율은 7.9%이나, 우리나라는 각각 -3.0%, -5.2%에 그치고 있다.

<그림 1-1> OECD국가와의 사망자수 감소율 비교



자료: 국토해양부, 2012. 2012년도 국가交通安全시행계획

그러나 국가交通安全도 하락에 대응하는 국내交通安全 관련 연구 및 정책은 양적·질적 측면에서交通安全을 개선하는데 한계가 있다. 제7차 국가交通安全기본계획(2012~2016, 관계부처 합동)에는 선진국의交通安全정책을 벤치마킹한交通安全 정책이 분야별로 제시되어 있으나, 국내 정책과 해외 정책 간에는 다음과 같은 엄연한 차이가 존재한다.

1) 생활도로란 지역에 사는 사람이 지역 내 이동 혹은 지역으로부터 간선도로(주로 국도나 지방도와 같이 이동기능이 높은 도로)를 연결하는 도로를 말함

※ 자료 : 일본 (사)교통공학연구회, 2013. 지구교통계획매뉴얼-생활도로의 존 대책-. 정병두·권영인·정현정 역. 계명대학교 출판부

첫째, 국내 교통 안전정책은 국내 교통사고의 발생 특성 및 추이에 대한 실증분석 및 연구 결과에 근거하고 있지 않기 때문에 관련 정책 시행으로 인한 교통사고의 개선효과를 예측하기 어려우며, 이로 인해 정책에 대한 투자 대비 효율성이 저하됨으로써 정책의 실효성을 담보하지 못하고 있다.

둘째, 국외 교통사고 관련 연구가 점·선·면의 분석단위에 근거한 다양한 실증 분석 및 이론적 토대를 가지고 있는 반면, 국내의 경우 주로 점(HOT SPOT) 또는 선(Corridor) 위주로 연구의 범위와 내용의 폭이 편협한 실정이다.

셋째, 선진국 사례의 벤치마킹을 통해 교통사고 조사항목이나 체크리스트들은 존재하나, 실제 작성되고 활용되는 경우가 적고, 설령 데이터가 존재하는 경우에도 공개가 허용되지 않으며, 다른 GIS 기반 데이터와의 호환성이 미흡한 경우도 많아 국내 연구 및 정책 활용의 부진에 중요한 요인이 되고 있다.

따라서 실효성 있는 교통안전정책을 수립하기 위해서는 기존의 점·선 위주의 개별 교통시설 개선에서 탈피하여 교통사고에 영향을 미치는 다양한 인적·공간적 영향요인 등을 고려한 실증분석 및 근거있는 정책 도출이 필요하다. 개별 교통시설 위주의 교통안전 개선은 사고 발생 위치가 이전되는 풍선효과²⁾로 인하여 충분한 정책의 실효성을 얻지 못하는 한계를 지니기 때문이다.

2) 연구의 목적

본 연구의 목적은 교통사고와 관련된 다양한 실증분석을 기반으로 정책적 시사점을 도출하고 이를 토대로 교통사고에 안전한 국토 구현을 위한 교통안전 정책을 제언하는 데 있다. 궁극적으로 본 연구에서는 교통사고에 영향을 미치는 인적 요인을 반영하기 위해 주민들이 느끼는 위험요소를 파악하고 이를 반영하여 안전성 향상 방안을 도출하고자 하였다. 또한, 교통사고에 영향을 미치는 공간적 요인을 규명하기 위해 인구·지가 등의 사회경제지표, 도로 및 교통환경 등의 요인과 교통사고간의 관계를

2) 풍선의 한 곳을 누르면 다른 곳이 불거져 나오는 것처럼 하나의 문제를 해결하는 대신에 또 다른 문제가 새로 생겨나는 현상 ※ 자료 : 국립국어원, 2004. '신어' 자료집

분석하였으며, 이를 근거로 정책적 시사점을 도출하고자 하였다. 마지막으로 교통사고 취약지점을 도출하기 위해 도시부 도로의 특성을 반영하여 교통사고 취약지점(HOT SPOT)을 파악하고, 이에 적합한 도로안전사업 유형을 결정하고자 하였다.

2. 연구의 범위 및 방법

1) 연구의 범위

본 연구는 최근 3년(2010년~2012년)을 기준으로 하며, 구득이 어려운 자료는 최신 자료를 사용하였다. 공간적 범위는 자료의 구득 가능성을 고려하여 서울시를 대상으로 하였으며, 내용적으로는 교통사고 현황과 문제점 고찰, 교통사고의 인적·공간적 영향요인 분석, 교통사고 취약지점 및 교통안전 개선 사례 분석, 교통안전정책 수립 및 개선방안, 관련 법규 및 제도 개선방안 등을 수행하였다.

2) 연구 방법

연구 방법으로는 해외정책사례 등에 대한 문헌 조사, 공간계량경제에 근거한 교통사고 분석을 실시하였으며, 지역주민 및 도로이용자 등을 대상으로 설문조사를 실시하고, 현장조사를 통하여 위험요인과 문제점을 도출하였다.

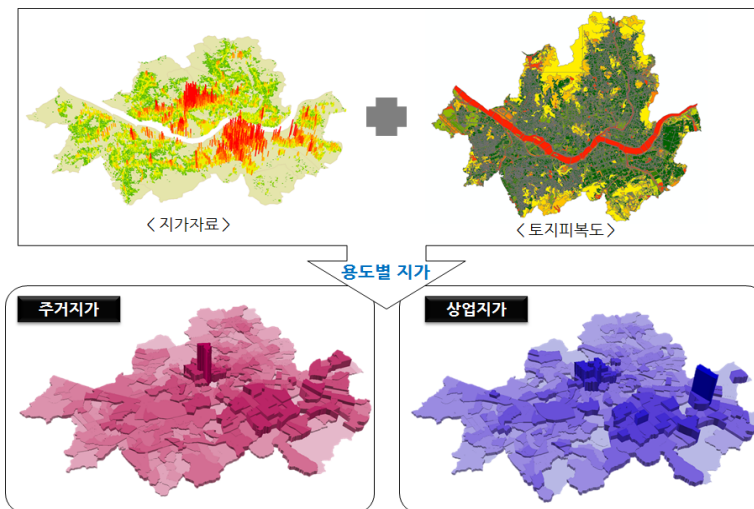
또한, GIS 분석 기법을 활용하여 교통사고 속성이 포함된 개별 교통사고, 도로, 교통량, 유동인구, 토지이용 등의 자료를 공간자료로 구축하였다.

통계 및 계량분석을 통한 정량적 분석을 위해서는 공간계량(Spatial Economics) 분석, 로지스틱 회귀(Logistic Regression) 분석, 텍스트마이닝(Text Mining) 분석, 도로 네트워크 커널밀도 추정(Network Kernel Density Estimates) 등을 수행하였으며, 학제간 협동연구 및 관·학·연으로 구성된 전문가 자문단을 운영하여 연구의 질을 높이하고자 하였다.

<표 1-1> 분석항목별 연구 범위 및 연구 방법

장 구분	연구의 내용적·시간적 범위		
	연구내용	조사방법	주요 분석방법
3장 인적 영향 요인 분석	교통사고 위험요인	• 설문조사	기초통계분석
	교통사고가 일어날 뻔한 상황의 영향 요인	- 서울시내 운전자 대상으로 유효표본 1,000부 확보	로지스틱 회귀분석 (척도점수로 조사)
	교통사고의 인적 요인	• 전국 일반국도에서 '08 ~'10년 동안 발생한 130,915건의 교통사고 보고서	텍스트마이닝을 통해 인적 요인을 대표하는 단어 추출
4장 공간적 영향 요인 분석	공간데이터 구축	• 시간적 범위 : 2010년 • 공간적 범위 : 서울시내 423개 TAZ ※ 결측치 최소화, 가장 많은 데이터 보유 지역 선정, 교통계획과의 연계 고려 • 내용적 범위 - 정식 행정절차를 거쳐 사용이 승인된 자료로 한정	ARCGIS10.0로 구축
	공간회귀분석	• 일반회귀모형 • 전역적 모형 : 공간오차/시차모형 • 국지적 모형 : 지리가중회귀모형	통계분석 (ARCGIS10.0, GWR4.0, GeoDa1.5.37, STATA14)
5장 취약 지점 및 개선 사례 분석	취약지점 분석	• 4장에서 구축한 공간데이터 활용	통계분석(SANET, ARCGIS)
	위험지역 설문조사	• 시간적 범위 : 2014. 9.27 ~ 29 • 공간적 범위 : 면목 1, 3~4, 6~8동 • 내용적 범위 - 거주자, 종사자, 상시 운전자를 대상으 로 조사지역내 위험지역 조사 - 조사부수 : 유효표본 150부	기초통계분석

<그림 1-2> 공간자료 구축 예 : 용도별 지가 산출



3) 연구의 틀

OECD국가 교통사고와의 비교를 통해 국내 교통사고 추이 및 현황을 진단하고 주요 특성 및 문제점을 파악하고, 국내 교통안전정책의 문제점을 살펴보았다. 또한 국내외 선행연구 고찰을 통해 연구의 방향성과 분석틀을 정립하고 교통사고 분석 방법 및 분석에 필요한 후보변수들을 도출하였다.

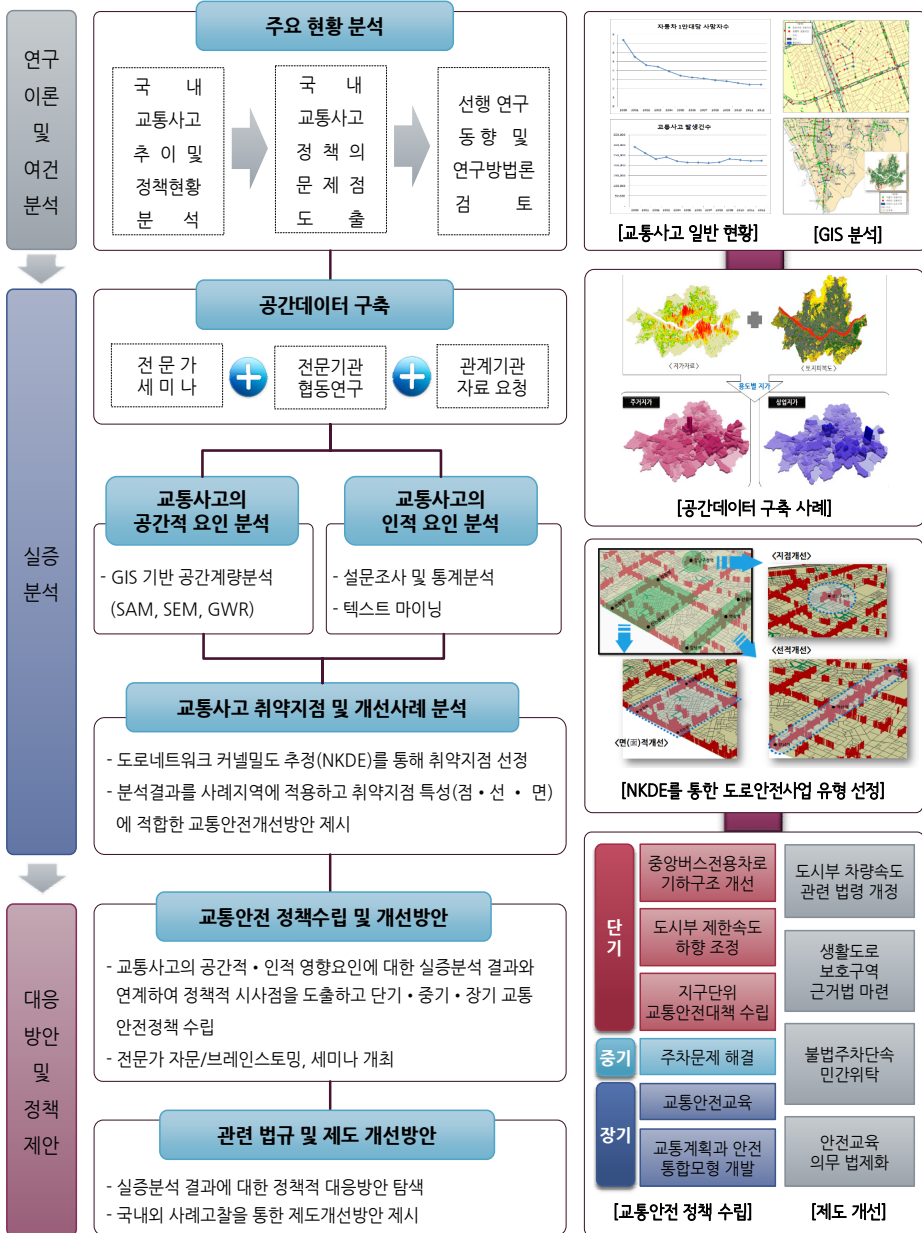
교통사고의 공간계량분석에 필요한 공간데이터는 국내 데이터의 구득 여건과 전문가 세미나 및 협동연구를 통해 공간정보로 구축하고, 이를 토대로 분석항목에 적합한 변수로 재가공하여 활용하였다.

본 연구에서는 국내 교통안전정책의 실증적 분석과 근거가 부족한 점을 보완하기 위해 다양한 관점에서 교통사고에 대한 실증분석을 수행함으로써 안전한 국토 구현에 필요한 정책적 시사점들을 도출하였다. 교통사고 인적 위험요인을 근린생활권과 도로 주행 중으로 구분하여 그 차이점을 살펴보고 공간 특성을 고려한 교통안전정책의 주안점을 제시하였으며, 사고심각도에 따른 교통사고의 공간적 영향요인을 토대로 정책적 개선방안 및 안전성이 미흡한 지역(TAZ)을 제시하였다. 또한, 교통사고대책의 근간이 되는 취약지점(HOT SPOT) 선정 방법론을 제시하여 도시부 가로 특성을 고려하도록 개선하였다.

교통사고의 인적·공간적 영향요인에 대한 실증분석과 취약지점 분석 결과를 토대로 실제 서울시 중랑구를 대상으로 사례분석을 시행하고, 데이터에 근거한 취약지점 분석결과와 실제 주민이 느끼는 위험지역간 일치 정도를 살펴보았으며, 취약지점 특성(점·선·면)을 고려한 교통안전개선방안을 제안하였다.

향후 교통사고를 저감하여 안전한 국토 구현에 필요한 교통안전 정책 및 이를 뒷받침하는 관련 법규와 제도 개선방안을 제시하였다. 본 연구는 도시공간내 다양한 공간특성(토지이용, 지가, 주택 형태 등)에 기반한 국내 연구가 전무한 상황을 감안할 때 후행 연구의 초석 역할을 할 것으로 기대되므로 이에 도움될 항목들을 향후 연구과제로 제시하였다.

<그림 1-3> 연구의 흐름



3. 선행연구와의 차별성

1) 국내 선행연구 현황³⁾

김정현·박병정(2001)은 문헌연구를 통해 국내 도로안전관리체계의 현황 및 문제점을 분석하고, 도로의 계획·설계·시공·운영 단계에서 도로의 안전성을 평가하여 안전개선사업을 효율적으로 시행할 수 있도록 해외 도로교통안전진단제도(Road Safety Audit)의 국내적용 방안을 제시하였다.

한상진 외(2003)는 영국에서 시행하고 있는 도시교통안전개선사업 사례(Gloucester Safer City Project) 및 구역교통안전개선사업 사례(Urban Safety Management)를 소개하고, 지점 또는 짧은 구간 위주의 안전개선사업이 교통사고 감소의 한계와 사고가 다른 공간으로 전이되는 현상이 발생하는 문제점을 제시함으로써 도로망 차원에서 접근하는 교통안전개선사업의 필요성을 제시하였다.

교통안전공단(2010)은 비용-효과분석 및 AHP설문조사를 통해 교통안전공단, 도로교통공단, 한국도로공사가 수행하고 있는 교통안전정책의 시행효과를 분석하고, 교통안전정책의 투자방향을 도출하였다.

홍지연(2013)은 공간계량분석을 통해 서울시 교통사고에 대한 공간적 영향분석을 선도적으로 시행하였으며, 소규모 지역단위 교통사고 예측모형을 개발하고자 하였다. 또한 정책변수를 포함한 지역특성에 맞는 맞춤형 안전개선 대책 수립 방향을 제시하고자 하였다.

2) 연구의 차별성

국내 교통사고 관련 연구의 분석 내용과 범위를 고려할 때 본 연구는 학술적 측면과 정책적 측면 모두에서 차별성을 가진다.

국내 교통사고 관련 선행연구는 최근 들어 공간데이터를 활용한 연구가 시도되고 있으나, 공간데이터 구득의 어려움과 데이터 구축에 소요되는 막대한 시간과 예산의

3) 본 장에서는 보고서 전체적인 맥락을 감안할 때 차별성을 드러낼 수 있는 대표적 연구만을 제시하였으며, 각 장(chapter)별 분석 내용과 관련된 선행연구들은 각 장에서 제시하였음

한계로 인해 아직은 단순 데이터(예, 시설물 개수 데이터 등)를 포함하는데 그치고 있는 실정이다. 또는 주로 문헌고찰을 통하여 해외에서 시행하고 있는 교통안전정책의 국내 적용 필요성을 제안하는 수준이다.

그러나 본 연구에서는 교통사고에 영향을 미칠 수 있는 다양한 인적·공간적 관점을 계량분석을 통해 실증적으로 파악한다는 점에서 학술적 정책적으로 기존 연구와 차별성을 갖는다. 본 연구가 갖는 차별성은 연구결과의 참신성, 분석결과 활용의 다양성, 원인 분석에서 개선방안 제시에 이르는 과정의 합리성 및 전문성, 새로운 데이터 활용 시도를 들 수 있다.

첫째, 본 연구에서는 기존 국내 연구에서 다룬 적이 없는 다양한 인적·공간적 변수들의 영향을 분석하고 정책적으로는 매우 중요한 변수들을 도출하였으며, 실증 분석 결과에 연계된 교통안전정책을 제안하였다.

둘째, 기존 연구가 개별 교통시설(특히 지점(교차로))의 개선이 중심이었다면, 본 연구에서는 공간 특성 등 구역단위의 다양한 물리적 환경과 이 환경 내에서 활동하는 이동객체가 느끼는 위험요인을 반영하였다. 또한 현장 안전진단을 통해 연구 내용의 전문성을 제고하고 취약구점의 특성(점·선·면)을 고려한 교통사고 영향요인 및 대책을 제시하였다. 이러한 일련의 과정들을 새롭게 제안함으로써 향후 교통사고 분석결과와 활용방안을 다양화하였다.

셋째, 국내에서는 도시부와 지방부의 구분 없이 단순히 사고건수를 토대로 취약지점을 도출하고 있어 여러 한계점들이 있었다. 그러나 본 연구에서는 도로 네트워크 커널밀도 추정 분석을 이용하여 도시부 특성을 고려하여 취약지점을 도출하고, 이를 토대로 교통안전 개선 유형을 구분함으로써 취약지점의 공간적 특성을 고려한 교통안전 개선방안을 도출하는 새로운 과정을 제안하였다.

넷째, 사고보고서는 사고 직후 작성되는 것으로 제대로 작성된다면 유용한 정보를 가장 많이 얻을 수 있으나 활용사례가 거의 없다. 본 연구에서는 텍스트마이닝분석방법을 이용하여 사고보고서를 분석하고 교통사고에 영향을 미치는 인적 요인과 관련된 대표 단어를 추출하였으며, 인적 요인 분석에 활용하였다. 향후 빅데이터와 관련된 텍스트마이닝 기술이 개발될 것으로 예상됨에 따라 높은 활용도가 예상된다.

<표 1-2> 선행연구와의 차별성

구 분		선행연구와의 차별성		
		연구목적	연구방법	주요 연구내용
주요 선행 연구	1	•과제명: 도로의 안전성 평가 제도 개선 방안 •연구자: 김정현박병정(2001) •연구목적: 도로교통안전성 평가 제도의 국내 도입 방안 제시	•문헌 연구	•국내 도로안전관리체계의 현황 및 문제점 분석 •도로교통안전진단제도 고찰 및 해외 시행 현황 •국내 적용 방안
	2	•과제명: 네트워크 차원의 교통안전개선행업을 통한 안전성 제고 방안 연구 •연구자: 한상진 외(2003) •연구목적: 도로망 차원의 교통안전개선행업 적용 및 도입 방안 마련	•문헌 연구 •전문가 세미나 •현장조사	•도로교통 안전개선행업의 문제점 분석 •전주시 사례 연구 •도로망 차원의 도로교통 안전개선행업의 도입방안
	3	•과제명: 교통안전정책 기여도 산출에 관한 연구 •연구자: 교통안전공단(2010) •연구목적: 우리나라에서 시행되고 있는 주요 교통안전정책의 실효성 분석	•문헌 연구 •비용-효과분석 •AHP 설문조사	•국내외 선행연구 분석 •교통안전정책(사업) 및 교통사고 현황 검토 •교통안전정책의 시행효과 분석 •교통안전정책 투자방향 도출
	4	•과제명: 공간계량분석을 통한 도시교통사고 예측모형 •연구자: 홍지연(2013) •연구목적: 지역단위 교통사고 예측모형 개발	•문헌 연구 •공간계량분석	•이론 및 선행연구 고찰 •교통사고예측모형 구축 •모형 변수 : 도로연장, 버스전용차로 설치 비율, 건축물 총 연상면적, 교차로 및 횡단 보도 수, 횡단보도 예고표지 설치율, 과속방지턱 수, 단속 실적 등
본 연구		•교통사고와 공간 특성과의 연관성 파악 - 가로환경, 토지이용, 도로 및 교통특성 등을 반영하여 교통사고와의 관계를 분석 •교통안전 정책방안 제시 - 교통안전 취약지점 선정 방안 및 도로안전 사업유형(면·선·점) 선정방안 - 지역주민의 참여 등 거버넌스 요소를 반영하는 방안	•문헌 연구 •설문 조사 •통계분석 -공간계량경제 모형 -텍스트마이닝 -NKDE분석 •실증 분석 •GIS 활용	•국내 교통사고 현황과 문제점 •교통사고 인적·공간적 영향요인 분석 •교통사고 취약지점 및 개선사례 분석 •교통안전정책 수립 및 개선방안 마련 •관련 법규 및 제도개선 방안 마련

4. 연구의 기대효과

1) 학술적 기여

다양한 실증분석을 통해 교통사고의 발생에 영향을 주는 인적·공간적 요인들을 파악함으로써 교통사고 발생 특성에 대한 이해를 증진시킬 것으로 기대된다. 기존 연구는 데이터 구득의 제약으로 교통사고의 영향 요인이 주로 안전시설물의 양적 크기에 한정되었으나, 본 연구에서는 사람의 활동이 이루어지는 공간을 토대로 다양한 관점에서 교통사고 특성의 발생 특성을 제시하여, 교통안전과 교통계획의 통합모형 구축을 위한 토대를 마련하였다.

또한 교통사고에 영향을 미치는 도시공간의 다양한 모습들을 계량적으로 담아내기 위해 대규모 공간데이터를 구축하는 과정에서 다양한 통계기법을 통해 분석을 수행하고 결과를 도출해내는 일련의 연구과정을 체계화함으로써 관련 후행 연구의 초석을 제공하였다.

명확한 구분 없이 사용해 왔던 연구방법들의 문제점과 한계를 극복하거나 또는 새로운 연구방법을 시도함으로써 학술적 기여도를 확보하였다. 도로네트워크 커널밀도함수 추정방법을 통해 기존 교통사고 취약지점 선정방법의 문제점 개선, 교통안전 개선이 필요한 지역의 특성을 고려할 수 있는 방법론과 개선방안 제시, 교통사고 분석을 위해 텍스트 마이닝 기법을 사용한 점 등이다.

2) 정책적 기여

국정과제인 ‘항공, 해양 등 교통안전 선진화’와 연계하여 교통안전수준 향상에 기여함으로써 선진국 수준의 안전한 국토 환경의 조성을 도모하고자 하였다.

또한, 교통사고의 실증분석에 근거한 지역별 교통안전정책 및 향후 개선방향을 정립함으로써 도시부 교통사고의 감소에 기여하고 정책의 실효성을 담보할 수 있는 정책적 근거를 마련하고, 도시부 도로의 제한속도 하향조정을 통한 도로안전성 향상방안을 제안하였다. 기존의 개별지점 대책 뿐 아니라 생활교통안전환경 위주로 지구(면)차원의 교통안전정책을 도출하여 도시부 교통사고의 획기적 감소에 기여할 것으로

예상된다.

한편, 지역주민 및 도로이용자들이 느끼는 위험성과 실제 교통사고 위험지역 특성과의 관계를 규명하여 관 주도(Top-down) 방식이 아닌 국민 주도형(Bottom-up)의 주민참여형 안전개선 사업의 논리적 기반을 마련할 수 있을 것으로 기대된다. 이는 주민 의견을 반영하여 정책의 효율성을 담보할 수 있다.

chapter II

교통사고 관련 현황 분석

교통사고 관련 현황 분석

본 장에서는 다양한 교통사고 관련 지표를 OECD를 비롯한 해외 선진국과 비교함으로써 우리나라 교통안전 수준을 살펴보고 시사점을 도출하였다. 국내 교통안전 수준은 OECD 국가 중 최하위권으로 나타나 보다 강력한 교통안전 대책의 필요성이 명백하게 드러났다. 또한 본 연구의 공간적 범위인 서울시의 교통사고 현황 및 문제점 검토를 통해 교통사고의 발생특징을 살펴보았다. 교통안전정책의 목표가 주요 간선도로 뿐 아니라 이면도로까지 확대되어야 할 필요성을 확인하였다.

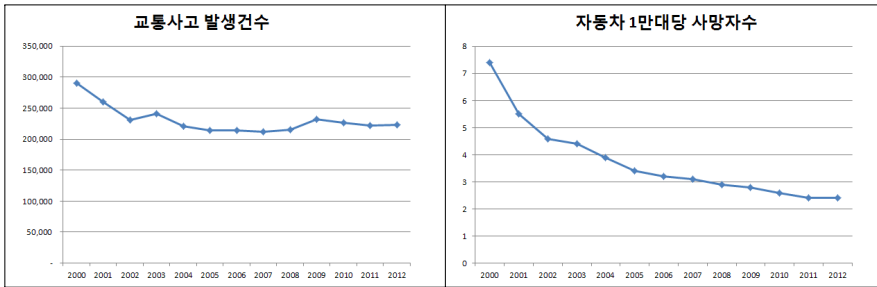
1. 우리나라의 교통사고 현황 분석

1) 교통사고 현황

우리나라는 세계 5위권의 자동차 생산국이나, 교통사고로 매년 5천명 이상의 사망자와 13조원에 이르는 사회적 비용이 발생하고 있다(경찰청, 2013).

1980년 이후 우리나라에서는 총 7,231,082건의 교통사고가 발생하여 275,325명이 사망하고, 9,982,507명이 부상하였으며, 2000년 이후 자동차사고 발생건수는 2007년까지는 꾸준히 감소하였으나, 그 이후 다시 늘어나고 있으며, 2012년에는 전년도보다 사고건수가 오히려 1945건(0.9%) 증가하였다. 또한, 사망자수는 2000년 10,236명 이후 계속 감소하다가, 2011년 5,229명에서 2012년 5,392명으로 증가하여 우려를 낳고 있다.

<그림 2-1> 우리나라의 교통사고 추이

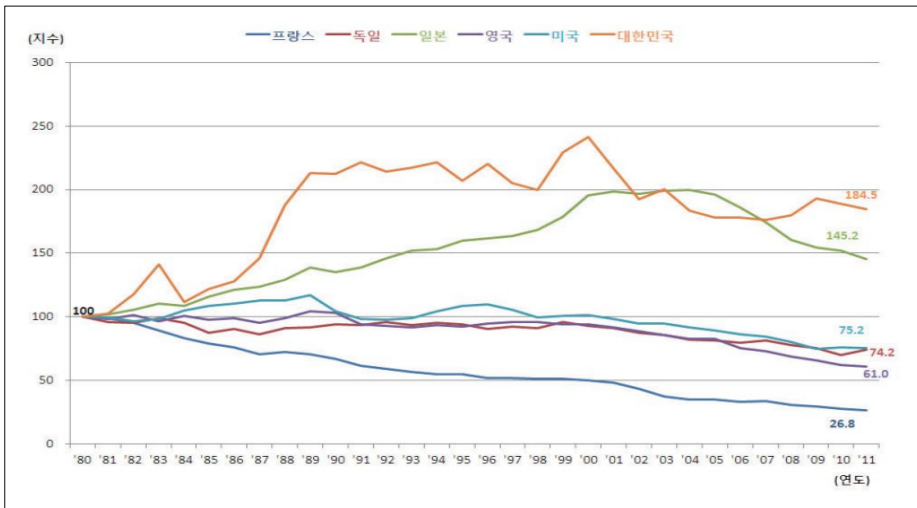


자료: 경찰청, 2013. 교통사고 통계

2) 주요 OECD 국가와의 교통사고 비교

주요 교통 선진국은 1980년에 비해 교통사고가 감소하고 있으나, 우리나라는 오히려 크게 증가한 것으로 나타나고 있다. 가장 많이 감소한 프랑스의 경우 1980년에 비해 교통사고 수가 30% 이하로 감소하였으나, 우리나라는 1.8배 정도로 증가하여 대비를 보이고 있다.

<그림 2-2> 주요국의 교통사고 발생지수

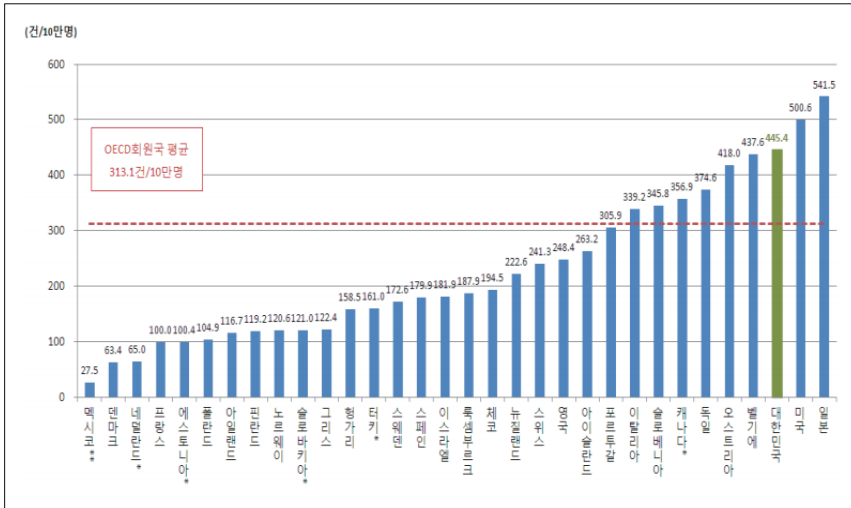


주: 교통사고발생지수 = (해당연도 발생건수/1980년 발생건수)×100

자료: 전계서

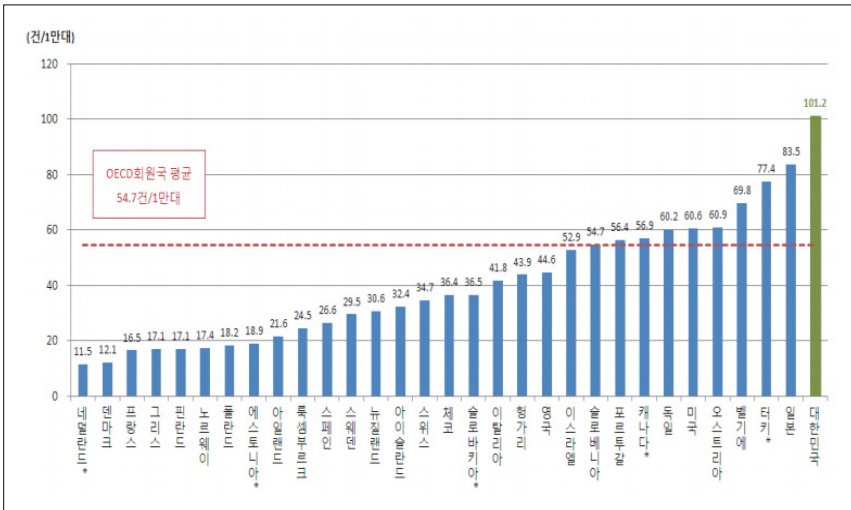
우리나라의 인구 10만 명당 교통사고 발생건수는 OECD 평균인 313.1건에 비해 약 1.4배 많은 445.4건이며, 이는 자료 확인이 가능한 OECD 32개국 중 30위에 해당하는 수준이다. 또한 자동차 1만 대당 교통사고 발생건수는 OECD 평균인 54.7건의 거의 두 배 가까운 101.2건에 이르고 있다.

<그림 2-3> OECD 인구 10만 명당 교통사고 발생건수(2011년)



주: *:2010년, **:2009년, 자료: 경찰청, 전계서

<그림 2-4> OECD 자동차 1만 대당 교통사고 발생건수(2011년)



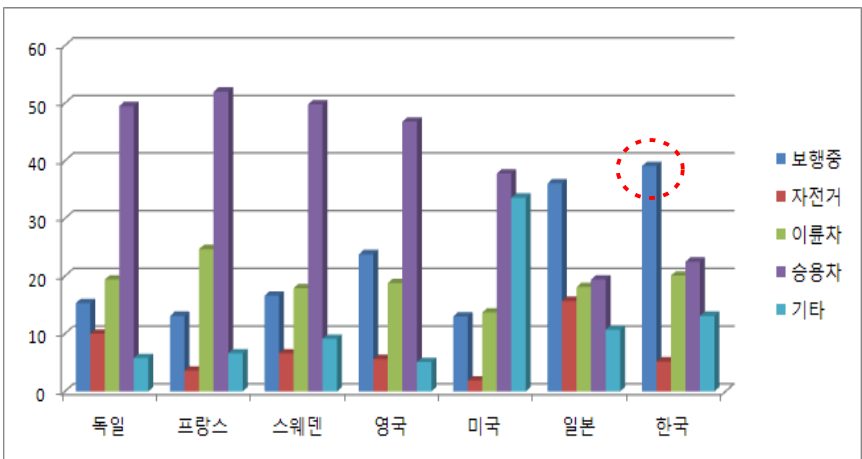
주: *:2010년, **:2009년, 자료: 경찰청, 전계서

2. 우리나라 교통사고의 문제점 검토

1) 우리나라 교통사고의 특징

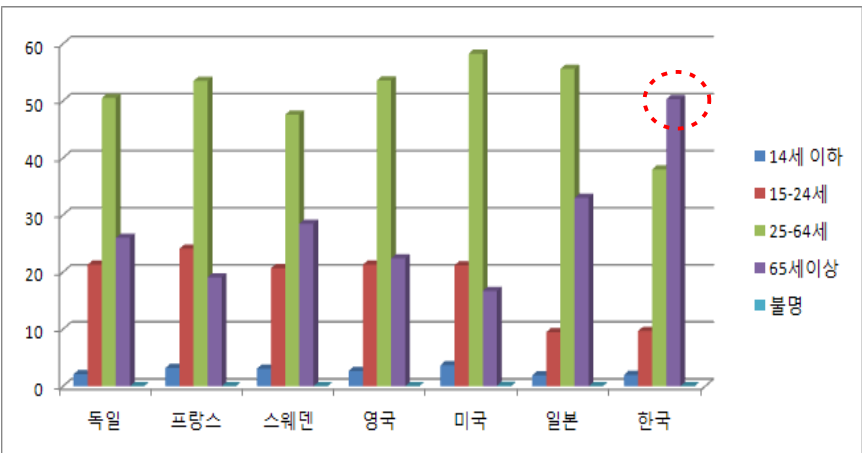
우리나라 교통사고의 가장 큰 특징은 교통수단별로는 보행자 비율이 39.1%로 서구 선진국과 비교했을 때 2배 이상 높고 연령별로는 65세 이상 고령자 관련 교통사고 비율이 높다는 점이다. (출처: 일본 교통사고종합분석센터 홈페이지)

<그림 2-5> 각국의 교통수단별 사망자 비율(%), 2011년



자료: 수단별 사망자. 일본 교통사고종합분석센터 홈페이지(www.itarda.or.jp). [2014.11.12.]

<그림 2-6> 각국의 연령별 사망자 비율(%), 2011년



자료: 연령별 사망자. 일본 교통사고종합분석센터 홈페이지(www.itarda.or.jp). [2014.11.12.]

종합적으로 우리나라의 교통안전도를 살펴보면, 우리나라는 거의 모든 교통사고 관련 지표에서 OECD 국가 중 하위권에 위치하고 있어 강력한 교통안전대책이 필요한 실정이다.

<표 2-1> OECD와 우리나라의 교통사고 사망자수 비교

항목	기준년도	순위/나라수	한국지표수준	OECD평균
인구10만 명당	2011	32/33	10.5명	6.8명
자동차 1만 대당	2011	31/32	2.4명	1.2명
10억주행km당	2011	23/28	17.6명	9.0명
14세 이하 어린이 인구 10만 명당	2011	21/29	1.3명	1.3명
65세 이상 노인 인구 10만 명당	2011	29/29	30.5명	10.0명
인구 10만 명당 이륜차 승차 중	2011	23/27	1.2명	1.0명

자료: 경찰청, 전계서

2) 우리나라 교통사고 현황의 시사점

우리나라의 국가 교통안전수준을 나타내는 대부분의 교통안전 지표가 OECD 최하위권으로 향후 종합적인 교통안전 대책을 더욱 강화할 필요가 있다. 특히 여전히 미흡한 수준인 보행자 및 고령자에 대한 교통안전 대책을 우선적으로 고려하여야 하며, 2012년 우리나라 교통사고 사망자 5,392명 중 57.4%에 이르는 3,093명이 9m 미만의 생활도로에서 사망하는 것을 고려할 때 생활권 도로에서의 교통안전 대책이 중요시 되어야한다(이광훈 외, 2013).

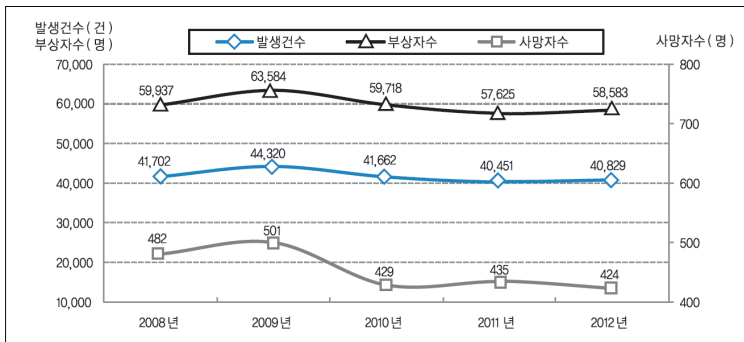
또한, 2012년 우리나라의 전체 교통사고 223,656건 중 89.7%에 해당하는 200,563건이 도시지역에서 발생하고 있어, 도시부에서의 교통안전 향상이 시급하다. 사망자의 73.7%(5,392명 중 3,976명), 부상자의 88.7%(344,565명 중 305,788명)가 도시지역에서 발생하고 있어 도시지역에 대한 교통안전 관련 우선 투자가 필요한 실정이다(경찰청, 2013).

3. 서울시 교통사고의 현황 및 문제점 검토

1) 서울시 교통사고 현황

서울시의 교통사고 발생건수, 부상자수, 사망자수 등은 2009년에 정점을 이루다가 점차 감소하여 현상유지 하고 있는 수준이다. 서울시의 인구 10만명당 사고건수는 전국 평균 447.3건보다 낮은 409.3건이나 자동차 1만대당 사고건수(전국 99건, 서울 118.1건)와 도로 1km당 사고건수(전국 2.1건, 서울 5건)는 전국 평균보다 높다.

<그림 2-7> 서울시의 교통사고 추이



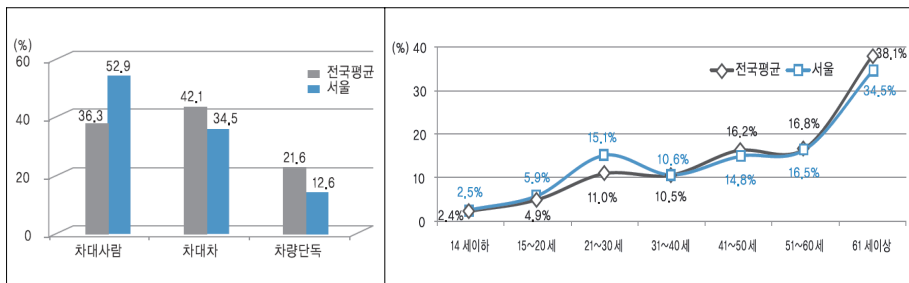
자료: 경찰청, 전게서

사고유형별 사망자 비율을 살펴볼 때 전국 범위에서는 차대차 사고에 의한 사망자 비율(42.1%)이 다소 높은 편이나, 서울시는 차대사람 사고에 의한 사망자 비율(52.9%)이 가장 높은 것으로 나타났다. 더욱 심각한 것은 차대사람 사고에 의한 사망자 중 횡단 중인 보행자 사망사고가 가장 많은 비중(55.4%)을 차지하는 것으로 나타나 보행자의 교통안전이 위협받고 있음을 알 수 있다. 2012년 기준 서울시 전체 교통사고 사망자(424명) 중 횡단 중인 보행자의 사망자수는 126명으로 약 29.7%를 차지하는 것으로 나타났다.

또한 다른 지역과 마찬가지로 서울시에서도 61세 이상 노년층의 교통사고 비율이 가장 높은 것으로 나타나고 있다. 다른 연령에 비해 노년층의 사망자가 가장 많으며, 보행 중 사망자 중 65세 이상이 44.6%를 차지하고 있어 노년층을 위한 교통안전 환경이 매우 열악한 것으로 나타났다.

교통사고 발생시간대를 살펴보면, 어린이 교통사고는 횡단중이거나 하교시간에 집중적으로 발생하고, 전체 연령대의 교통사고의 주간(06~18시) 발생비율이 48.9%인 반면, 노년층의 교통사고는 68.4%로 나타났다. 이와 달리 서울시 전체 교통사고는 18~24시에 집중적으로 발생하고, 사망자는 심야시간(20~익일 6시)에 가장 많이 발생하며, 새벽 2~6시 시간대에 발생한 교통사고의 사망자 및 치사율이 가장 높은 것으로 나타났다.

<그림 2-8> 서울시 교통사고의 문제점



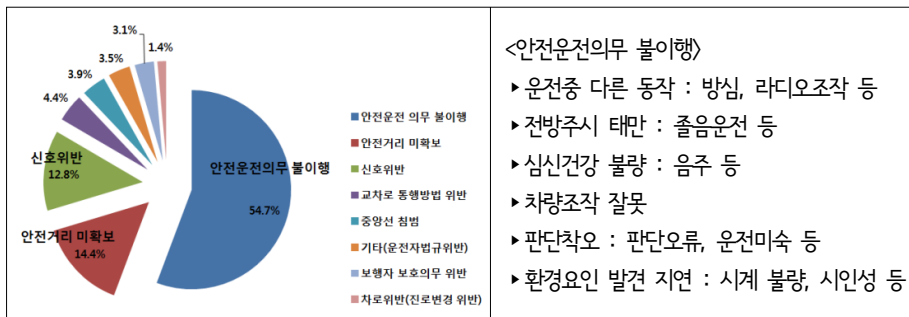
<사고유형별 사망자 비율>

<연령별 교통사고 사망자 비율>

자료: 경찰청, 전계서

2012년 서울시 교통사고의 발생원인을 법규위반 내용으로 살펴본 결과, 안전운전 불이행(54.7%), 안전거리미확보(14.4%), 신호위반(12.8%)으로 전체사고의 82% 이상이 운전자 안전의식 부족으로 발생한 것으로 나타났다.

<그림 2-9> 서울시 교통사고의 법규위반별 사고비율

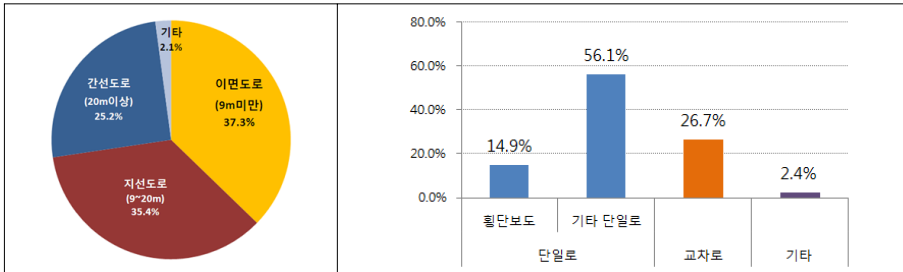


자료: 1. 경찰청, 전계서.

2. 서울특별시 교통운영과, 2014. 『교통사고사상자 줄이기』 종합대책

교통사고에 의한 사망사고 발생지점의 특징을 살펴본 결과, 이면도로 37%, 지선도로 35%, 간선도로 25% 순으로 이면도로 및 지선도로에서 전체 사망자의 72%가 발생한 것으로 나타나 주요 간선도로 축 뿐 아니라 근린환경에서의 교통안전 개선이 시급함을 알 수 있다. 또한 차종별로 살펴보면, 9m 미만 이면도로에서는 택시에 의한 사망사고가 38%로 가장 높고, 지선도로(9m~20m 미만)에서는 노선버스에 의한 사망사고가 38%로 가장 높게 나타났다. 사망사고는 단일로에서 71%, 교차로에서 27%가 발생하였으며, 단일로 중에서는 횡단보도에서의 사망자 비율이 15% 수준으로 나타났다.

<그림 2-10> 도로특성별 교통사고 사망자 비율



<도로폭원별 교통사고 사망자수>

<도로형태별 교통사고 사망자수>

자료: 1. 경찰청, 전계서.

2. 서울특별시 교통운영과, 2014. 『교통사고사상자 줄이기』 종합대책

서울시 전체 교통사고를 최근 3년(2010년~2012년)간 도로 종단 선형별로 구분한 결과, 직선구간 사고가 전체의 85%를 차지하고 그 뒤를 이어 내리막구간 사고 8%, 오르막 구간 사고가 6.1%를 차지하고 있어 종단선형 측면에서는 오르막 구간에 비해 내리막 구간의 안전성이 더욱 취약한 것으로 나타났다.

<표 2-2> 종단 선형별 교통사고

(단위: 건, 명, %)

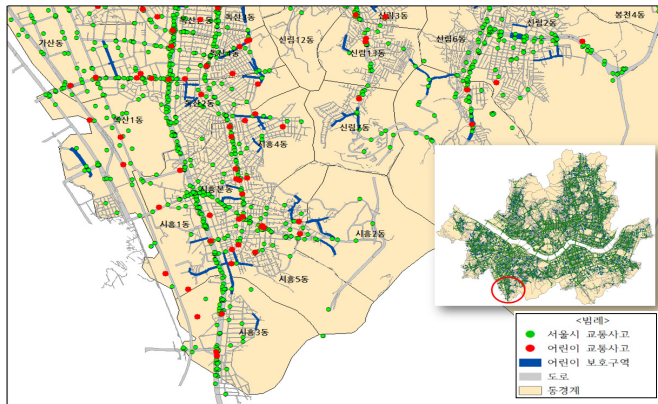
구분	2010년			2011년			2012년		
	건수	사망자수	치사율	건수	사망자수	치사율	건수	사망자수	치사율
오르막	2,557	33	1.3%	2,549	30	1.2%	2,372	30	1.3%
내리막	3,886	58	1.5%	3,049	46	1.5%	2,955	41	1.4%
평지	34,851	334	1.0%	34,500	359	1.0%	35,189	352	1.0%
기타	368	4	1.1%	353	0	0.0%	313	1	0.3%

자료: 경찰청, 전계서.

2) 서울시 교통사고의 문제점

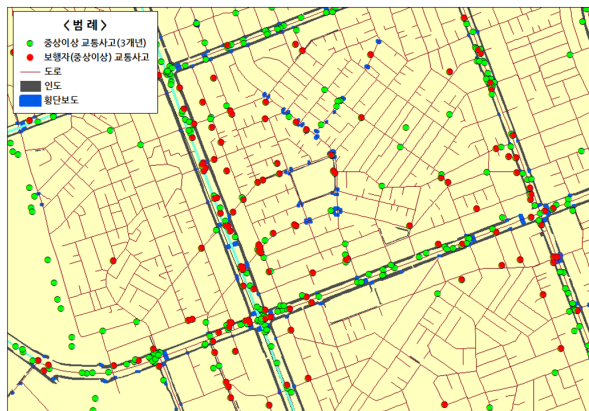
본 연구에서는 서울시의 교통사고를 공간데이터를 활용하여 서울시 교통사고의 문제점을 살펴보았다. 어린이보호구역이 내에서도 어린이 교통사고가 발생하는 것을 알 수 있다(전체 교통사고 중 어린이 교통사고는 붉은 표시). 2012년 기준으로 서울시에서 발생한 어린이 교통사고는 총 1,887건이며, 이중 484건(25.6%)이 어린이 보호구역에서 발생하였다.

<그림 2-11> 어린이보호구역과 어린이 교통사고 분석



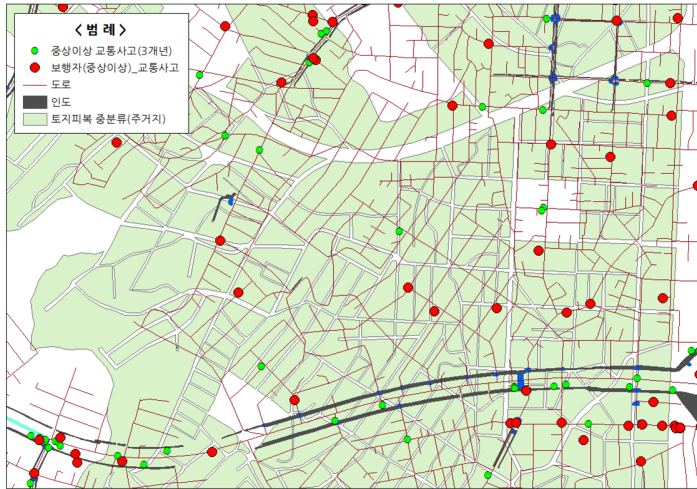
또한 전체 교통사고 중 보행자 사고 특성을 살펴보면, 주요 도로 뿐 아니라 이면도로에서도 보행자 교통사고(붉은 색)가 많이 발생하고 있으며, 특히, 중앙버스전용차로가 위치한 도로에서 보행자 교통사고가 많이 발생하는 것을 확인할 수 있다.

<그림 2-12> 보행자 교통사고 분석



주요 간선 및 보조간선 뿐 아니라 주거지 내 이면도로에서도 심각한 부상을 동반한 교통사고가 발생하며, 이 중 대다수가 보행자 사고(붉은 색)인 것으로 나타났다.

<그림 2-13> 주거지역 내 중상 이상 교통사고 분석



chapter III

교통사고의 인적 영향요인 분석

교통사고의 인적 영향요인 분석

교통사고 발생에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 도로 및 차량 요소가 아니라 인적 요소이다. 이에 본 장에서는 설문조사를 통해 교통사고가 공간상으로 발현되기 이전에 운전자가 느끼는 심리적 위협요인을 살펴보고 이를 토대로 교통사고가 날 뻔한 상황에 대한 계량분석을 통해 교통사고 발생 특성을 제시하였다. 또한 교통조사 보고서의 내용에 대한 텍스트마이닝분석을 통해 교통사고에 영향을 미치는 인적 요인을 살펴보고 분석결과에 대한 시사점을 제시하였다.

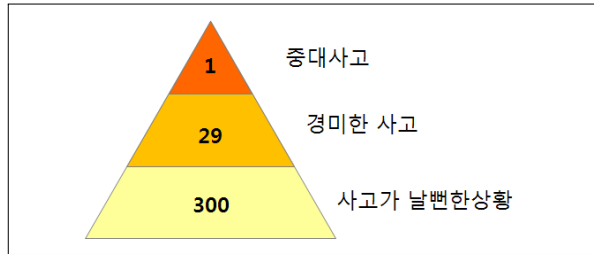
1. 분석의 개요

1) 분석 목적

한 건의 중대사고가 일어나기 위해서는 수많은 경미한 사고 및 사고가 날 뻔한 상황이 발생한다는 하인리히의 법칙⁴⁾을 교통사고 분야에도 적용할 수 있다. 교통사고도 사고가 일어날 뻔한 상황이 일정기간 계속적으로 반복되다 어느 한계치에 이르렀을 때 공간상에 발현되는 것으로 볼 수 있기 때문이다.

4) 하인리히는 세계적 산업 안전 전문가로서 약 5만 건의 안전사고를 정밀 분석한 결과 1:29:300의 원리를 밝혀내었으며, 이를 하인리히의 법칙이라고 함. 즉, 사고 날 뻔한 상황이 300이면 29번의 사고가 발생하고 이 중 1건은 사망 또는 치명적 중상을 당한다는 법칙임

<그림 3-1> 하인리히의 법칙의 교통분야 적용



자료: 국토교통부, 2013, 교통안전시범도시 주민참여 매뉴얼

따라서 도로에서 발생하는 교통사고를 근본적으로 줄이기 위해서는 ‘사고가 일어날 뻔한 상황’에서 운전자들이 느끼는 위협요인을 사전에 관찰하고 분석하여 개선시키는 것이 중요하다(정연식 외, 2013).

이제까지의 교통사고 관련 연구나 정책이 이미 공간상에 발현된 교통사고에 대한 사후대처식의 처방이었다면 본 장에서는 사고가 날 뻔한 상황에서 운전자들이 느끼는 위협요인을 조사하고 분석함으로써 정책적 근거를 마련하고자 하였다. 그러나 현재 수집되는 교통사고 데이터는 경찰에 신고된 인명피해 사고, 또는 보험회사에 수집되는 중대한 물적 피해사고가 대부분으로, 경미한(minor and unreported) 사고에 대해서는 데이터가 구축되지 않고 있다. 이에 본 장에서는 설문조사를 통해 주민들이 느끼는 실제 위협요인을 조사하고 주민들이 집이나 회사 주변 또는 통근시 사고가 일어날 뻔한 상황을 일으키는 요인들을 분석하는 한편 교통사고의 인적 요인 특성을 분석하고자 하였다.

2) 분석 방법 및 내용

(1) 교통사고 위협요인 조사

운전·보행·자전거 이용시 실제 주민들이 느끼는 교통사고 위협요인과 교통사고가 일어날 뻔한 상황에 영향을 미치는 요인에 대해 설문조사를 시행하고 분석 수행하였다.⁵⁾ 조사대상은 서울시에서 거주하면서 자동차를 정기적으로 이용하는 운전자이며, 유효표본 기준으로 1,000부를 확보하였다.

교통사고 위험요인의 경우 개인특성(연령 등), 통행수단(자가용, 자전거, 보행 등) 이용시 위험요인, 사고 상황시 주변 공간 특성, 통행방법 인식, 최근 일년간 운전시 사고가 날뻔한 상황 및 심리적 경향 등이며, 직접방문, 일대일 면접조사를 통해 데이터를 수집하였다

(2) 교통사고의 인적 요인 특성 조사

2008~2010년간 전국 56개의 일반국도에서 발생한 130,915건의 교통사고 자료를 조사하였으며, 빅데이터 분석 방법(텍스트 마이닝)을 적용하여 사고보고서의 사고개요에서 인적 요인을 나타내는 대표 단어를 추출하고 분석을 수행하였다.

<표 3-1> 교통사고의 인적 영향 요인 분석을 위한 연구내용 및 방법

연구내용	조사방법	주요 분석방법
교통사고 위험요인 분석	• 설문조사	통계분석
교통사고가 일어날 뻔한 상황에 영향을 미치는 요인 분석	- 서울시내 운전자 대상으로 유효표본 1,000부 확보	로지스틱 회귀분석 (적도점수로 조사)
교통사고의 인적 요인 분석	• 사고보고서 조사 - 전국 일반국도에서 '08 ~ '10년 동안 발생한 130,915건의 교통사고자료	텍스트마이닝을 통해 인적 요인을 대표하는 단어 추출

2. 교통사고 위험요인 분석

1) 설문 결과 분석

(1) 통행수단별 위험요인

통행수단별 위험요인은 통행수단(자가용, 자전거, 보행) 이용시 피설문자가 느끼는 도로구조, 도로운영, 상대방에 의한 위험요인을 조사하였다.

그 결과, 운전 중 도로구조에서 가장 위협을 느끼는 도로구조 요인은 급커브 도로였으며, 도로운영 요인에서는 코너에 불법주차 차량, 상대방 요인에서는 갑작스러운 끼어들기 등이 운전자가 느끼는 가장 큰 위험요인으로 조사되었다.

5) 설문지는 <부록 1> 참조

<표 3-2> 운전시 느끼는 위험요인

도로구조 요인	응답자	%	도로운영 요인	응답자	%	상대방 요인	응답자	%
급커브 도로	398	28.8	코너불법 주차	255	12.2	갑자기 끼어들기	504	22.5
급경사 도로	305	22.0	알기 어려운 교통신호·표지판	224	10.7	앞차의 갑작스러운 정차	414	18.5
급격한 차로 감소	211	15.2	지나친 정보	186	8.9	과속차량	372	16.6

보행시 가장 위험을 느끼는 도로구조 요인은 보도에 자전거 도로가 있는 경우였으며, 도로운영 요인은 신호등 미설치, 상대방 요인은 생활도로에서 차량의 과속으로 나타났다.

<표 3-3> 보행시 느끼는 위험요인

도로구조 요인	응답자	%	도로운영 요인	응답자	%	상대방 요인	응답자	%
자전거도로 겸용인 보도인 경우	278	20.8	신호등 미설치 도로	293	16.4	생활도로에서 차량의 과속운전	407	25.5
보·차 미분리	267	20.0	너무 짧은 보행신호	240	13.4	운전자 신호위반	389	24.3
보도블럭 등 보도 상태 불량시	226	16.9	도로공사 등 보도 위험구간 정보 미제공	219	12.2	운전자의 정지선 무시	282	17.6

자전거 이용시 가장 위험을 느끼는 도로구조 요인은 보도에 자전거 도로가 없는 경우이며, 도로운영 요인은 자전거와 보행자가 미분리될 때, 상대방 요인은 운전자의 신호 위반시인 것으로 나타났다.

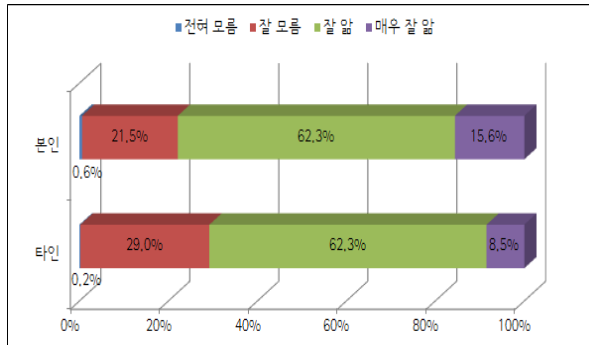
<표 3-4> 자전거 이용시 느끼는 위험요인

도로구조 요인	응답자	%	도로운영 요인	응답자	%	상대방 요인	응답자	%
보도에 자전거 도로 없음	302	26.8	자전거·보행자 미분리	303	19.0	운전자의 신호 위반	352	22.2
차도·자전거도로 미분리	257	22.8	자전거도로 불법 점유	235	14.7	생활도로에서의 과속운전	292	18.4
자전거도로 포장 불량 및 급경사도로	221	19.6	눈 올 때 자전거도로 빙판	233	14.6	자전거도로를 보행하는 사람	278	17.5

(2) 교통법규 인지 및 준수 여부

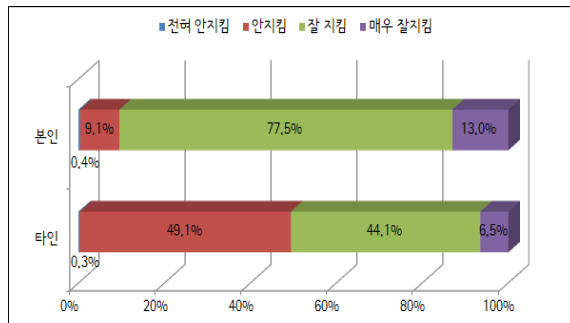
본인은 교통법규를 잘 인지하고 있다고 생각하는 응답자가 77.9%인 반면, 타인도 교통법규를 잘 인지하고 있다고 생각하는 응답자는 70.8%로 타인의 교통법규 인지에 대해서는 일부 부정적 견해가 존재하는 것으로 나타났다.

<그림 3-2> 교통법규 인지 여부



교통법규 준수 여부에 대해서 본인은 지킨다는 응답은 90.5%에 이르렀으나, 타인이 잘 지킨다는 응답은 50.6%에 불과하여 생각의 차이가 큰 것으로 나타났다.

<그림 3-3> 교통법규 준수 여부



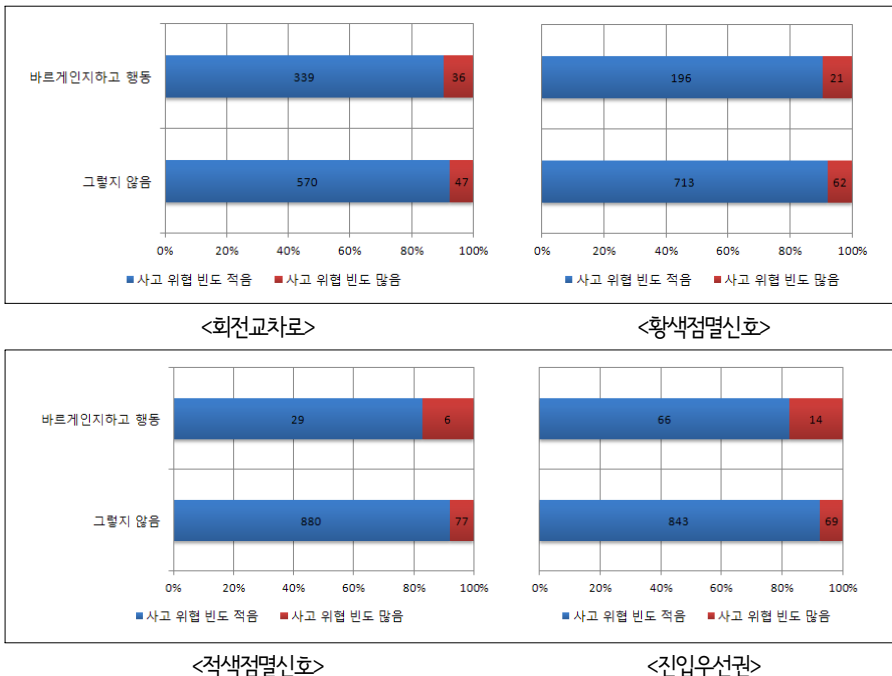
(3) 통행방법 인지여부와 사고 위험 빈도와의 관계(집 주변)

교통사고의 위험을 느끼는 빈도 연 3회 이상인 경우 회전교차로, 황색점멸신호, 적색점멸신호, 진입우선권 등의 통행방법을 바르게 인지하고 바르게 행동하는 응답자가 사고위험을 느끼는 빈도가 높은 것으로 나타났으며, 이는 이러한 준법정신이 투철한 사람들이 가지는 교통안전에 대한 심리적 경향 때문으로 판단된다.

<표 3-5> 교통법규 인지 및 행동과 사고 위험 빈도와의 관계

구분			사고위험을 느끼는 빈도					
			적음(0~2회/년)		많음(3회 이상/년)		합	
회전교차로 통행방법	바르게 인지	예	520	(92.2%)	44	(7.8%)	564	(56.9%)
		아니오	389	(90.9%)	39	(9.1%)	428	(43.1%)
	바르게 인지하고 행동	예	339	(90.4%)	36	(9.6%)	375	(37.8%)
		아니오	570	(92.4%)	47	(7.6%)	617	(62.2%)
황색점멸 신호시 행동	바르게 인지	예	301	(92.0%)	26	(8.0%)	327	(33.0%)
		아니오	608	(91.4%)	57	(8.6%)	665	(67.0%)
	바르게 인지하고 행동	예	196	(90.3%)	21	(9.7%)	217	(21.9%)
		아니오	713	(92.0%)	62	(8.0%)	775	(78.1%)
적색점멸 신호시 행동	바르게 인지	예	97	(89.8%)	11	(10.2%)	108	(10.9%)
		아니오	812	(91.9%)	72	(8.1%)	884	(89.1%)
	바르게 인지하고 행동	예	29	(82.9%)	6	(17.1%)	35	(3.5%)
		아니오	880	(92.0%)	77	(8.0%)	957	(96.5%)
진입우선권 (신호등 없는 교차로)	바르게 인지	예	103	(85.1%)	18	(14.9%)	121	(12.2%)
		아니오	806	(92.5%)	65	(7.5%)	871	(87.8%)
	바르게 인지하고 행동	예	66	(82.5%)	14	(17.5%)	80	(8.1%)
		아니오	843	(92.4%)	69	(7.6%)	912	(91.9%)

<그림 3-4> 교통법규 인지 및 행동과 사고 위험 빈도와의 관계



(4) 교통안전을 위해 중요한 요소의 인식과 준수 여부

교통안전을 위해 가장 중요한 요소는 음주운전 금지와 안전벨트 착용으로 나타났으며, 실제에도 잘 지킨다는 응답자가 많았다. 운전중 휴대폰 사용 자제, 일시정지 준수의 중요성에 대한 인식은 약간 낮게 나타났으며, 실제로도 휴대폰 사용 금지를 가장 잘 지키지 않는 것으로 나타났다.

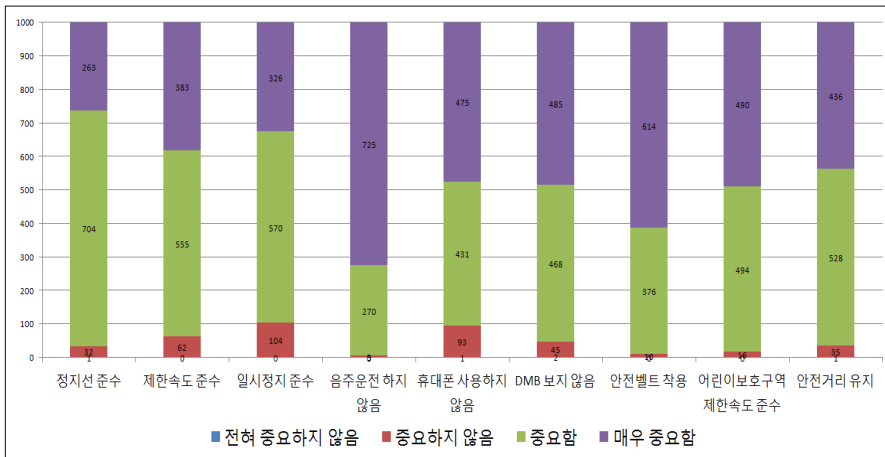
<표 3-6> 교통안전을 위해 중요한 요소의 인식과 준수 여부

교통안전에 중요한 요소	중요도 인식				실제 실천 여부			
	1	2	3	4	1	2	3	4
정지선 준수	1	32	704	263	2	101	720	177
제한속도 준수	0	62	555	383	2	157	575	266
일시정지 준수	0	104	570	326	2	236	531	231
음주운전하지 않음	0	5	270	725	0	29	425	546
휴대폰 사용하지 않음	1	93	431	475	10	314	389	287
DMB 보지 않음	2	45	468	485	6	140	473	381
안전벨트 착용	0	10	376	614	1	36	486	477
어린이보호구역 제한속도 준수	0	16	494	490	2	73	582	343
안전거리 유지	1	35	528	436	5	149	570	276

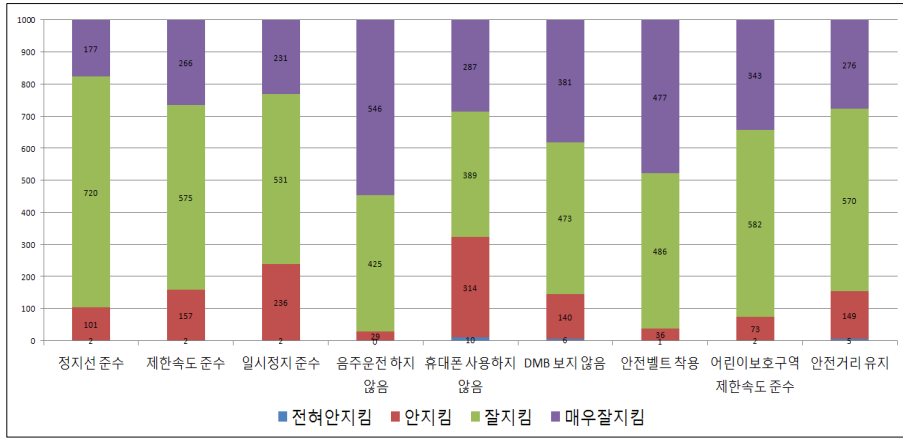
주 1) 중요도 인식 1. 전혀 중요하지 않음, 2. 중요하지 않음, 3. 중요함, 4. 매우 중요함

2) 실제 실천 여부 1. 전혀 안 지킴, 2. 안 지킴, 3. 잘 지킴, 4. 매우 잘 지킴

<그림 3-5> 교통안전을 위한 중요도 인식



<그림 3-6> 실제 행동 여부



(5) 주변환경과 속도와의 관계

운전시 속도를 올려야겠다고 생각하는 경우는 교통량이 감소할 때가 가장 많았으며, 마찬가지로 속도를 내려야겠다고 생각하는 경우도 교통량이 증가할 때가 가장 많았다. 조사 결과 운전자의 속도 조정에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 교통량 증감, 도로에서의 시야 확보 여부, 차로수 증감인 것으로 나타났다.

<표 3-7> 주변환경과 속도와의 관계

속도를 올려야 겠다고 생각하는 경우			속도를 내려야겠다고 생각하는 경우		
주변 환경 변화	빈도수	백분율	주변 환경 변화	빈도수	백분율
도로의 시야가 좋아짐	401	21.0%	도로의 시야가 나빠짐	418	22.5%
차로수 증가	459	24.1%	차로수 감소	365	19.7%
교통량이 적어짐	499	26.2%	교통량이 많아짐	533	28.7%
도로에 중앙 분리대가 있음	82	4.3%	도로에 중앙 분리대가 없음	73	3.9%
보행자·자전거가 적음	132	6.9%	보행자·자전거가 많음	141	7.6%
주택지에서 나옴	73	3.8%	주택지로 들어감	121	6.5%
길가에 가게가 적음	85	4.5%	길가에 가게가 많음	73	3.9%
신호교차로가 적은 도로	118	6.2%	신호교차로가 많은 도로	88	4.7%
보도가 분리되어 있음	56	2.9%	보도가 분리되지 않음	45	2.4%
계	1905	100.0%	계	1857	100.0%

2) 시사점

본 장에서는 설문조사를 통해 사람들이 실제 느끼는 교통사고 위험요인에 대해 살펴보았다.

첫째, 이용하는 교통수단의 특성에 따라 교통사고 위험요인이 달라지는 것으로 나타나 교통안전 개선시 이러한 차이에 대해 고려할 필요가 있다. 보행자는 자전거 도로 겸용인 보도에서 위험을 느끼는 반면, 자전거 이용자의 경우 자전거 도로가 없는 보도에서 위험을 느낀다고 응답한 것과 같이 통행 주체별로 느끼는 위험요인이 서로 상충할 경우 이를 고려한 합리적인 의사결정이 필요하다.

둘째, 교통 법규와 관련된 인적 특성에 근거하여 올바른 교통문화와 인식이 정착될 수 있도록 지속적인 교육과 홍보가 필요할 것으로 판단된다. 교통법규 인지에 대해서는 본인과 타인에 대한 격차가 크지 않았으나, 교통 법규 준수에 대해서는 본인은 지킨다는 응답(90.5%)에 비해 타인에 대해서는 매우 배타적인 응답(50.6%)을 나타내었다. 또한 교통법규를 잘 지키는 사람이 교통사고 위험빈도를 더 많이 느끼는 것으로 나타났으며, 사람들이 중요하게 인식하고 있는 비율과 실제 실전 비율간에는 괴리가 존재하는 것으로 나타나 교통안전에 대한 교육이 필요할 것으로 판단된다.

셋째, 통행속도의 조정은 교통량 및 차로수 증감, 시야 확보에 가장 큰 영향을 받는 것으로 나타나 교통안전 정책 수립시 이를 반영할 필요가 있다.

3. 교통사고가 일어날 뻔한 상황에 영향을 미치는 요인 분석

1) 분석방법

사고가 일어날 뻔한 상황에 영향을 미치는 요인들은 분석하는 모형을 구축하기 위하여 이항로지스틱회귀식(Binary logistic Regression) 모형 (McFadden, 1974)을 구축하였다. 최근 일년간 운전시 사고가 날뻔한 상황에 대해 5점 척도(없음, 1회~2회, 3~5회, 6~9회, 10회 이상)로 설문하였으며, 통계적으로 유의한 계수 추정을 위해서는 종속변수에 대한 독립변수의 충분한 데이터를 확보해야 하므로 2점 척도(적음: 0~2회, 많음: 3회 이상)로 전환하였다.

또한, 사고가 일어날 뻔 했다는 판단은 운전자들의 심리적 성향과 밀접한 관계가 있으므로 주성분분석(Principal Component Analysis)을 통하여 운전자들의 행태와 심리적 성향을 반영하기 위한 요인(factors)을 도출하였다(Noruis, 2007).

운전자의 심리적 성향을 파악하기 위하여 4점 척도⁶⁾로 질문하였으며, 심리적 성향을 파악하기 위한 직접적인 질문은 결과를 왜곡시킬 경향이 있으므로 간접적 질문방식⁷⁾을 활용하였다(Johansson et al., 2006). 또한, 사고가 일어날 뻔한 상황에 영향을 미치는 요인들을 분석하는 모형을 구축하는데 운전자의 행태와 성향을 나타내는 총 11개의 요인들⁸⁾을 잠재변수(latent variable)로 사용하기 위해서 회귀식을 이용하여 요인점수(factor score)를 추정하였다(Park et al., 2011).

2) 사고가 일어날 뻔 했던 상황의 영향요인 분석 결과

집 주변(반경 100m 이내)과 정기적으로 이용하는 도로 주행 중 사고가 일어날 뻔 했던 상황에 영향을 미치는 요인들을 분석한 모형을 <표 3-8>과 같이 각각 구축하였다. 추정된 변수의 계수가 ‘+’일 경우는 사고가 일어날 뻔 했던 상황을 경험할 경향을 증가시키는 것을 의미하며, ‘-’일 경우는 감소를 의미한다.(Odds Ratio가 1보다 크면 증가이고 1보다 작으면 감소) 또한, 독립변수들간의 심각한 상관성 문제가 일어나지 않도록 모형을 구축하였다.⁹⁾

가구 월평균 소득이 200만원 미만일 경우 집주변에서 사고가 일어날 뻔 했던 상황을 경험할 경향은 증가하는 것으로 나타나며, 이는 소득이 낮을수록 교통사고가 증가한다는 관련 연구의 결과(Jonathan et al., 2006); LaScala et. al, 2004; Loukaitou-Sideris and Liggett, 2007)와 일치하며, 소득이 낮을수록 거주지 주변의 환경은 좁은 골목길 등 열악할 것으로 판단된다.

운전경력이 3년 이하인 초보운전자들이 도로 주행 중 사고가 일어날 뻔한 상황을

6) ‘전혀 아니다’, ‘아니다’, ‘그렇다’, ‘매우 그렇다’

7) 예를 들어, 안전운전에 대한 심리적 성향을 파악하기 위해서 ‘당신은 안전운전을 하십니까’라고 직접적으로 질문하지 않고 ‘나는 낮에도 전조등 라이트를 켜고 차량을 운행한다’로 질문

8) 운전자의 행태 및 심리적 성향은 <부록 2> 참조

9) 최종 모형구축에 사용된 변수들의 기초 통계 정리는 <부록 3> 참조

경험할 경향이 감소하는 것은, 초보운전자들이 상대적으로 운전을 조심히 하는 경향이 있기 때문인 것으로 판단된다. 또한, 이는 역설적으로는 초보운전자들은 위험한 상황을 제대로 인지하지 못하기 때문일 수도 있다.

초등학교와의 거리가 100m 이내 이거나 시청·구청과의 거리가 300m 이내 일 경우 집주변에서 사고가 일어날 뻔 했던 상황을 경험할 경향은 증가하는 것으로 나타났다. 초등학생들은 보행 중 갑자기 진행 진로를 바꾸는 등 주위를 살펴보지 않고 통행하는 경향이 있어 교통사고 위험에 취약한 그룹이며, 시청·구청 주변에서 사고가 일어날 뻔 했던 상황을 경험할 경향이 증가하는 현상의 원인은 명확하지는 않으나, 비정기적으로 이용하는 방문객들과 관련이 있어 보인다.

화물차 교통량이 많은 경우 집주변과 도로 주행 중 모두 사고가 일어날 뻔 했던 상황을 경험할 경향이 증가하는 것으로 나타났으며, 자전거 이용은 집주변에 대해서만 증가시키는 것으로 분석되었다. 이런 결과는 도로의 안전성을 향상시키기 위해서는 화물차 운전자를 대상으로 한 교육, 대형차량의 사각지대 방지를 위한 기술개발 등의 대책이 필요하다는 것을 의미한다. 또한, 자전거 이용자 수요가 증가함에 따라 도로 안전성은 취약해지므로 자전거 이용자를 고려한 교통안전 대책 마련이 필요하다.

가로 조명이 밝을수록 도로 주행중 사고가 일어날 뻔 했던 상황을 경험할 경향은 감소하나, 불법주차는 집주변과 도로 모두에서 사고가 일어날 뻔 했던 상황을 경험할 경향을 증가시키는 요인으로 나타났다. 이러한 결과는 시인성(보행자, 차량 등을 인지 할 수 있는 능력)과 관련이 있는 것으로 판단되며, 민원 등의 이유로 불법주차를 해결하는 것은 접근이 쉽지 않은 문제이나 교통, 도시, 건축 분야가 모두 머리를 맞대어 해결방안을 모색해야 할 것이다.

왕복 4~6차로 도로, 또는 왕복 8차로 이상의 도로는 사고가 일어날 뻔 했던 상황을 경험할 경향을 증가시키는 요인으로 나타났으며, 특히 신호등 없이 접속되는 이면도로가 많을수록 이러한 경향은 급격히 증가한다. 이는 차로가 많은 도로는 사고의 노출지표로 생각할 수 있는 차량의 교통량과 관련이 있으며, 또한 차로가 많을수록 운전자는 보행자의 무단횡단 등을 예상하지 못하기 때문일 수 있다. 또한, 신호등 없이 접속되는 이면도로가 사고가 일어날 뻔 했던 상황을 경험할 경향을 증가시키는 것은 도로 네트워크의 기능적 연결성의 중요성을 의미한다.

오전·오후 침두시간, 흐린 날씨, 운전자의 행태 및 심리성향은 사고가 일어날 뻔 했던 상황을 경험할 경향과 관련 있는 것으로 분석된다. 특히 심리성향 5번은 안전운행을 위한 운전자의 태도 및 이해하기 쉬운 신호/표지판이 도로 안전성을 향상시킬 수 있음을 의미한다.

<표 3-8> 사고가 일어날 뻔한 상황 모형구축 결과(집 주변 및 도로 주행 중)

구 분		집 주변(100m 이내)			도로 주행 중		
		Coef.	Odds 비	Std. Err.	Coef.	Odds 비	Std. Err.
개인특성							
가구 월평균 소득 200만원 미만		0.952	2.592	(1.007) †			
운전경력 3년 이하					-0.626	0.535	(0.199)
건조환경특성							
초등학교와의 거리 100m 이내		0.634	1.885	(0.717)			
시청-구청과의 거리 300m 이내		1.282	3.604	(1.266) †			
신호등 없이 접속되는 이면도로가 많음					1.387	4.001	(0.912) †
교통 특성							
화물차 교통량 많음		0.575	1.777	(0.488) †	0.512	1.669	(0.386) †
자전거 이용자 많음		0.797	2.218	(0.647) †			
불법주차 차량 많음		1.078	2.939	(1.017) †	0.551	1.735	(0.480) †
도로 특성							
가로 조명이 밝음					-0.521	0.594	(0.133) †
왕복4~6차로 도로					0.409	1.505	(0.347)
왕복8차로 이상 도로		1.011	2.748	(1.092) †			
교통사고 특성							
침두시간(07~09, 18~20)		0.741	2.097	(0.564) †			
날씨 흐림					0.695	2.004	(0.448) †
행태 및 심리적 성향							
심리 변수	2번	0.335	1.398	(0.180) †	0.231	1.260	(0.143) †
	3번	0.226	1.253	(0.158)			
	4번	0.292	1.340	(0.172) †	0.193	1.213	(0.133)
	5번	-0.355	0.701	(0.080) †	-0.340	0.712	(0.075) †
	7번	0.254	1.290	(0.164) †	0.258	1.294	(0.148) †
	9번				0.363	1.438	(0.162) †
	10번				0.377	1.458	(0.159) †
상수		-4.908	0.007	-(0.003) †	-3.473	0.031	(0.010) †
Obs.		972			992		
Pseudo R ²		0.192			0.201		
LR chi2(13)		106.930			143.210		
Prob>chi2		0.000			0.000		

주: 1) 신뢰수준은 90% 이상이며, †는 95% 이상, ‡는 99%이상을 의미함

2) 심리변수는 <부록 2> 참조

3) 시사점

사고가 일어날 뻔한 상황에 대한 모형에서도 4장의 공간적 분석모형과 마찬가지로 도로 주행시 신호등 없이 접속되는 이면도로가 많은 특성변수(제한속도 차이가 30kph 이상인 접속지점 수)와 초등학교 관련 변수가 교통사고를 증가시키는 것으로 나타났다. 그러나 일부 변수의 경우 사고로까지 이어지지 않은 상황에 대한 영향과 이미 발현된 교통사고의 공간적 영향 분석결과간에 차이가 있는 것으로 나타나 교통안전 정책 수립시 이에 대한 고려가 필요할 것으로 판단된다. 공간분석 모형의 경우 화물교통량이나 기상상태, 불법주차 등과 같은 변수는 자료 부족으로 인한 공간데이터 구축이 어려워 분석하지 못하였으나, 사고가 일어날 뻔한 상황에 대한 모형에서는 모두 교통사고를 경험할 경향을 증가시키는 요인으로 나타났다.

따라서 이미 발현된 교통사고에 대한 공간적 요인과 사고가 일어날 뻔한 경험을 증가시키는 요인을 함께 검토함으로써 교통안전에 대해 사후처방식이 아닌 사전예방 차원의 정책을 수립하는 것이 필요하다.

4. 인적 요인에 의한 교통사고 특성분석

1) 인적 요인 분석자료 추출

교통사고는 인적요인, 차량요인, 도로·환경요인에 의해 발생하며, 대부분의 교통사고는 인적요인에 의해 발생한다. AASHTO(2010)의 HSM에 따르면 교통사고에 대한 인적 요인의 영향은 순수하게는 57%, 차량 및 도로 요인과 결합될 경우 93%에 이르는 것으로 나타나고 있다.

우리나라는 교통사고 조사 시, 인적요인을 7개 항목으로 구분하여 기록하고 있으나 인적요인과 관련된 통계자료는 발표되지 않고 있어 인적요인을 고려한 도로교통안전 정책 수립에 한계가 있다.

인적요인은 신체 및 심리적 요인과 운전부주의 등 2개 항목으로 구분할 수 있다.

도로교통연구원(2012)은 국내외 사례조사를 통해 교통사고의 인적요인을 신체 및 심리적 요인, 운전부주의, 통행법규위반의 3개 항목으로 제시하였으나, 이중 신체

및 심리적 요인, 운전부주의는 통행법규위반의 원인이 되는 1차 요인이므로 이를 인적요인으로 한정한다.

<표 3-9> 인적요인의 구분

신체 및 심리적 요인	운전부주의	통행법규위반	
· 음주 · 졸음 · 갑작스런 질병(피로, 약물, 정신장애, 시력장애 등)	· 전방주시태만 · 운전미숙(운전 미숙, 지리 미숙, 조작미숙 등) · 부주의(기기 조작, 음식물 섭취 등)	· 중앙선 침범 · 신호위반 · 안전거리미확보 · 불법유턴 · 과속	· 안전운전 불이행 · 교차로 운행방법 위반 · 보행자 보호의무 위반 · 차로 위반 · 직진우회전 진행방해

주: 음영은 본 연구에서 설정한 인적요인임

자료: 도로교통연구원, 2012, 고속도로 교통사고 조사분석 및 정보제공 체계 개선

분석자료는 2008~2010년간 전국 56개의 일반국도에서 발생한 130,951건의 교통사고 자료이며, 사고개요 항목을 통해 인적요인 추정이 가능하다. (출처: 도로교통공단 교통사고 분석 시스템)

사고개요 항목은 막대한 양으로 인하여 분석에 어려움이 있으나, 본 연구에서는 빅데이터 분석방식 중 하나인 텍스트마이닝(Text Mining)을 활용하였다. 이를 위해 R(3.1.0 버전)을 이용하였으며 전처리과정(동일의미 표현 통일, 오타자 수정 등)을 통해 사고개요를 수정하였다.

텍스트마이닝을 통해 수정한 사고개요에 대하여 인적요인을 나타내는 단어가 기술된 사고를 추출한 결과, 전체사고의 13.2%에 해당하는 17,282건이 추출되었다. 인적 요인을 대표하는 단어는 <표 3-10>과 같으며, 도출된 사고건수 중 신체 및 심리적 요인이 49%(8,391건), 운전부주의가 51%(8,891건)를 차지하는 것으로 나타났다.

<표 3-10> 인적 요인별 대표단어 선정 결과

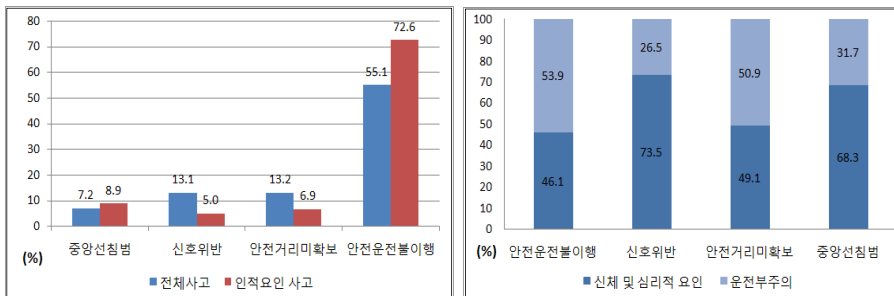
대분류	중분류	대표 단어	건수(비율)
신체 및 심리적 요인	음주운전	음주, 주취, 혈중 알콜농도	8,391건 (49%)
	졸음운전	졸음	
	갑작스런 질병	과로, 피로, 기절	
운전 부주의	전방주시 태만	전방주시 태만, 미발견	8,891건 (51%)
	운전 미숙	운전 미숙, 조작 미숙, 지리 미숙	
	부주의	부주의, 휴대폰, 라디오, DMB, 음료수, 담배, 내비게이션	

2) 인적 요인에 의한 교통사고 특성 분석결과

(1) 법규위반

전체 교통사고와 비교하여 인적 요인에 의한 사고는 안전운전 불이행에 의한 비율이 72.6%로 가장 높다. 법규위반항목 중 중앙선 침범과 신호 위반은 신체 및 심리적 요인에 의한 비율이 68.3%, 73.5%로 매우 높은 것으로 나타났다.

<그림 3-7> 법규위반항목 분석 결과



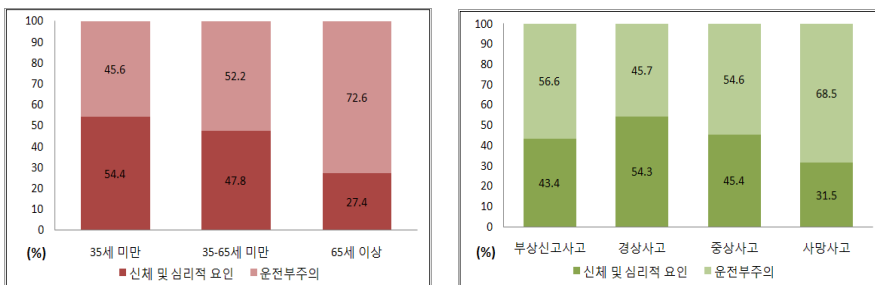
<전체사고와 비교>

<법규위반항목별 세부 인적요인 비율>

(2) 연령대 및 사고심각도

연령대가 증가할수록 운전 부주의로 인한 비율이 증가하며 65세 이상일 경우 72.6%로 크게 증가한다. 부상 신고 사고를 제외할 경우, 사고수준이 심각할수록 운전 부주의로 인한 발생비율이 높은 것으로 나타났으며, 사망사고의 경우 68.5%까지 증가하는 것으로 나타났다.

<그림 3-8> 연령대 및 사고심각도별 분석 결과



<연령대별 인적 요인별 비율>

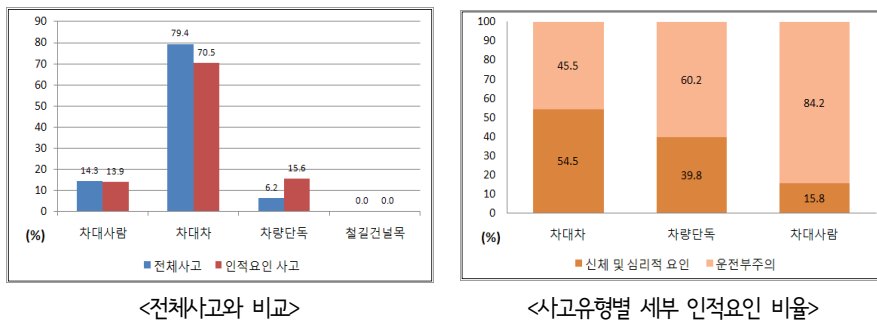
<사고심각도별 인적요인별 비율>

(3) 사고유형

인적 요인에 의한 사고는 전체 교통사고에 비해 차대차 사고의 비율이 낮은 (70.5%:79.4%) 반면, 차량단독사고의 비율은 높은 것으로 나타났다(15.6%:6.2%).

사고유형별 세부 인적요인의 구성비율은 차대차의 경우 유사한 비율이었으나 차량단독 사고는 운전부주의의 비율이 60.2%이며 차대사람 사고는 84.2%까지 증가하였다.

<그림 3-9> 사고유형 분석 결과



3) 시사점

분석결과, 인적 요인에 의한 사고는 일반 사고 비교와 다른 특징을 보이는 것으로 나타났다. 신호위반, 중앙선침범은 신체 및 심리적 요인의 비율이 매우 높으며, 연령대가 높을수록 운전부주의의 비율이 증가하고, 사고의 심각도가 높을수록 운전부주의의 비율이 증가한다. 또한, 차량단독, 차대사람 사고는 운전부주의의 비율이 높다.

이러한 연구결과와 함께 교통사고의 대부분이 인적요인에 의해 발생함을 고려할 때, 인적 요인 사고의 특성에 따른 맞춤형 대책 수립이 필요하다. 교통안전정책의 3E(Education, Engineering, Enforcement) 중 인적 요인에 의한 사고를 줄이는데 필수적인 교통안전 교육(Education)을 강화할 필요가 있다.

5. 소결

설문조사 결과, 운전자, 보행자, 자전거 이용자 모두 위협을 느끼는 상대방 요인으로 자동차의 과속을 꼽고 있어, 도시 내에서 과속 방지를 위한 대책 필요하다.

응답자 본인과 타인의 교통법규 준수 인식에 상당한 괴리를 보이고 있으며, 통행방법을 바르게 인지하고, 인지한 대로 통행하는 사람들이 오히려 사고가 날 뻔한 상황에 많이 노출되는 것으로 조사되어, 운전자에 대한 올바른 운전 지식 습득 및 교통법규 준수를 위한 교육이 필요할 것으로 판단된다.

또한, 사고가 일어날 뻔했던 상황에 영향을 미치는 요인을 분석한 결과 안전운행을 위한 운전자의 태도는 도로의 안전성을 향상시키는 것으로 나타났으며, 텍스트 마이닝을 통한 교통사고의 인적요인 분석에서도 운전자의 부주의가 심각한 사고를 불러오는 것으로 나타나 운전자 교육을 강화할 필요가 있다.

마지막으로, 건조환경 특성(초등학교와의 위치, 이면도로)과 교통특성(화물차 교통량, 자전거 이용자, 불법주차) 등이 사고에 영향을 미치는 것으로 나타나, 교통안전 개선시 이를 반영하여 대책을 마련할 필요가 있다.

chapter IV

교통사고의 공간적 영향요인 분석

교통사고의 공간적 영향요인 분석

본 장에서는 선행연구를 통해 도시교통공간이 교통사고에 미치는 변수들을 파악하고 데이터의 구득가능성을 고려하여 국내 도시특성을 반영한 공간데이터를 구축하였다. 이를 토대로 다양한 형태의 공간분석을 수행하고 교통사고의 공간적 영향을 가장 잘 나타내는 모형을 선정하였으며, 일반회귀모형과의 비교를 통해 선정된 모형의 우수성을 제시하였다. 또한 본 연구의 분석결과를 교통안전 정책적으로 활용하기 위한 중요하고 직접적인 함의를 제시하였다.

1. 분석의 개요¹⁰⁾

1) 분석 목적

도로 주행 중 사람의 행태는 도로를 포함한 주변 환경과의 끊임없는 상호작용(interaction)을 통해 매순간마다 결정되고 실행에 옮겨지며, 어느 짧은 순간 잘못된 상호작용에 의해 교통사고라는 사건(event)으로 시·공간상에 투영된다. 교통사고는 도로환경¹¹⁾, 차량, 인적¹²⁾ 요인에 의해 발생하며, 이중 사람의 행태가 가장 많은 부분을 차지하고, 도로환경요인과의 복합적 요인¹³⁾이 뒤를 있고 있다.

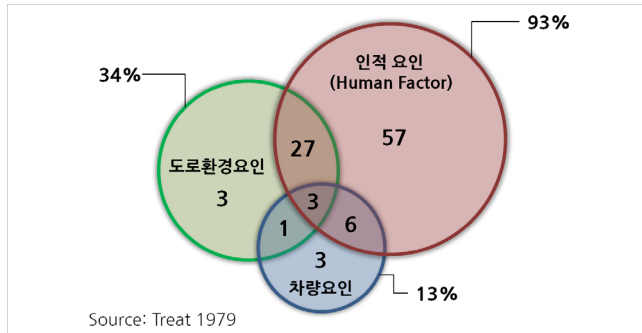
10) 본 장의 연구는 서울대학교 산학협력단과의 협동연구로 진행되었음을 밝혀 둠

11) 도로폭 및 선형, 기하구조, 주변 환경, 표지판, 노면 표시, 기상, 노면상태, 조도 등을 의미

12) 운전경험 부족, 난폭 운전, 과속, 반응시간, 집중력 부족, 판단 오류, 음주 및 약물 복용 등

13) 교통사고는 둘 이상의 요인이 복합적·인과적으로 작용(casual chain)하면서 발생되며, 이 중 한 개의 chain이라도 충족되지 않을 경우 발생하지 않는 특징이 있음(KOTI, 도로교통

<그림 4-1> 3대 교통사고 요인(AASHTO, 2010)



이와 같이 교통사고는 시·공간상에서 상호작용으로 일어나는 사상(事象)으로써 교통사고의 발생분포와 원인을 분석하기 위해서는 다양한 변수에 대한 고려가 필요하다. 왜냐하면, 특정 지역의 교통사고 위험은 인접한 주변 지역의 환경에 종속적으로 나타나기도 하지만 관측가능한 요인(차선수, 제한속도, 안전시설물 등)이 동일한 지역에서도 매우 다르게 나타나는 공간적 이질성¹⁴⁾을 함께 가지고 있기 때문이다.

따라서 교통사고 영향요인과 위험지역을 분석하고 이를 정책적 근거로 활용하기 위해서는 교통사고의 발생특성을 충분히 고려하면서 다양한 변수들을 도출해낼 수 있는 분석방법이 필요하다. 이에 본 장에서는 공간계량분석을 통해 교통사고에 영향을 미치는 다양한 공간 요인들을 고려함으로써 도로 및 환경요인 간의 명확한 인과관계를 추론하고 이를 토대로 교통사고에 안전한 국토를 구현하는데 필요한 정책적 시사점을 도출하였다.

2) 선행연구 고찰

(1) 관련 연구 동향

국외의 경우 공간적 분석을 이용한 교통사고 및 이의 기반이 되는 공간데이터가 잘 구축되어 있고, 데이터가 개방되어 학술연구가 활발하게 이루어지고 있다.

안전공학 편람, 2005)

- 14) 교통사고의 공간적 이질성은 결국 사람들의 행태에서 비롯되는데 교통사고 발생에 가장 큰 영향을 미치는 인적 요인(Human factor) 때문에 동일한 환경에서도 사고의 위험은 다르게 나타나게 됨

국외 연구동향의 흐름을 살펴보면, 연구 초기에는 수리적 이론에 대한 연구를 기반으로 교통사고를 분석할 수 있는 다양한 모형과 TOOL 개발이 이루어졌고(Luc Anselin, 2005; Tomoki Nakaya, 2009 등) 이를 토대로 교통사고에 영향을 미치는 다양한 변수를 발굴하기 위한 연구들이 저변을 넓히고 있다.

반면 국내 교통사고 관련 연구는 관련 통계 데이터의 부족 및 구득의 한계로 인해 관련 연구가 활발하게 이루어지지 못하고 있다. 최근 공간데이터를 기반으로 한 교통사고 분석연구가 시도되고 있으나, 원초적이고 단순한 변수만을 다룸으로써 분석결과를 정책적으로 활용하는데 한계가 있다. 이러한 국내의 부진한 연구 실적은 연구 목적을 위한 자료 수집임에도 불구하고 여전히 교통사고를 비롯한 다양한 사회경제적 자료에 대한 구득이 매우 제한적일 뿐 아니라 집계 자료 자체가 개별 기관의 수집자료에 국한됨으로써 공개되는 데이터가 기초적 수준에 불과하기 때문이다.

이러한 여건 하에서 공간정보를 기반으로 한 연구는 분석을 통해 정책에 반영될 수 있는 결과를 추론하는 과정보다 데이터를 수집하고 구축하는데 훨씬 더 많은 시간과 노력이 소요되고, 수집한 데이터가 기초적 수준이다 보니 분석결과의 활용도 매우 제한적이 될 수밖에 없는 상황이 반복되고 있다.

(2) 주요 분석변수 검토

국외 선행연구에서 교통사고 분석에 사용한 모형과 주요 변수들을 살펴본 결과, 집계 단위에 따라 고려되는 변수와 모형이 달라지는 것으로 나타났다. 집계단위 특성에 맞는 변수와 모형을 선택하는 것은 합리적인 모형 분석을 위해 매우 중요하며, 만약 공간 단위로 집계된 자료를 일반회귀(OLS)로 분석할 경우 비관측된 공간효과 또는 누락된 변수에 의한 문제(Omitted Variable Biased)로 인해 잘못된 분석결과를 초래할 가능성이 존재한다. 반면 국내 선행연구는 주로 교차로 또는 축을 대상으로 한 미시적 분석이 주를 이루고 있으며, 분석모형으로는 주로 음이항모형이 사용되었고, 패널분석은 최근에서야 이루어지기 시작하였다.

거시적 측면의 공간분석인 경우에도 국내 연구에서는 다양한 공간데이터를 활용하지 못하고 주로 안전시설물 위주의 변수를 사용하여 관련 정책에 유의한 결과를

도출하지 못하고 있다. 동일한 변수인 경우에도 국외의 경우 관련 기반 데이터들을 토대로 다양한 변수와 융합하여 새로운 변수로 활용할 수 있는 반면 국내의 경우 통계자료 자체가 유기적이지 못하고 호환성이 부족하여 단순 변수(예, 시설 개수 등)에 그치는 경우가 많다.

교통사고와 공간과의 다양한 상호작용에 대한 매커니즘을 밝혀내기 위해서는 다양한 측면에서 관련 변수를 살펴보는 것이 필요한데, 국내에서는 다른 카테고리로 분류된 데이터를 상호 연계하여 활용하는 것이 매우 제한적이다. 예를 들어, 인구통계학적 데이터와 통행행태를 결합한 카풀(Car pool)을 이용하는 통근자 비율, 녹색교통 통근비율 등을 변수로 활용한 사례가 없다.

본 연구에서는 <표 4-1>과 같이 선행연구에 제시된 모든 분석변수를 서울시 교통사고 특성 분석에 활용할 수 있는지를 검토하였고 국내 데이터 여건을 감안하여 후보분석변수를 설정하였다. 이때 분석변수의 방향성도 함께 고려하였다.

<표 4-1> 선행연구의 주요 분석변수 검토

분석 변수	주요 선행연구
교차로 밀도와 같은 도로특성	Huang et al., 2010
제한속도별 도로연장	Abdel-Aty et al., 2011; Siddiqui et al., 2012
기능적 분류에 따른 도로연장	Quddus, 2008; Hadayeghiet al., 2010; Huang et al., 2010
분기점 및 회전교차로 등	Noland and Quddus, 2004; Quddus, 2008
통행패턴 및 흐름 (교통흐름, 통행속도 등)	Noland and Quddus, 2005; Quddus, 2008; Hadayeghi et al., 2010
눈, 비와 같은 기상조건 (연간 기상상태별 기상일수)	Aguero-Valverde and Jovanis, 2006
토지이용	Hadayeghiet al., 2010; Siddiqui et al., 2012; Pulugurha et al., 2013
사회경제적 지표 (인구밀도, 종사자 밀도 등)	Hadayeghiet al., 2003; Huang et al., 2010; Siddiqui et al., 2012
연령대별 인구	Aguero-Valverde and Jovanis, 2006; Quddus, 2008; Hadayeghiet al., 2010; Huang et al., 2010
가구 소득	Huanget al., 2010; Siddiqui et al., 2012
고용 변수	Quddus, 2008; Hadayeghi et al., 2010; Huang et al., 2010

3) 분석방향 및 범위 설정

국내 교통사고 관련 자료 구득의 제약 하에서 효율적인 연구를 수행하기 위해 본 연구에서는 다음과 같이 연구방향을 설정하였다.

본 연구의 공간적 범위는 서울시이고, 공간패턴 분석을 위한 집계 및 분석단위를 423개 분석존(TAZ, 행정동 기준)으로 설정하였으며, 이를 기준으로 관련 자료를 수집하고 분석에 필요한 공간데이터를 구축하였다. 수집가능한 자료의 결측을 최소화 하고 효율적인 모형 분석을 위해 시간적 범위는 2010년으로 설정하고 데이터를 수집하였으며, 데이터의 경우 선행연구에서 사용한 변수는 우선적으로 모두 고려하 되, 이외에 서울시의 사회경제적 활동 및 공간적 특성을 반영할 수 있는 변수를 검토하였다.

모형 분석은 일반회귀(Ordinary Least Square)모형 분석결과를 기반으로 통계적 가설 검정을 통해 전역적·국지적 공간회귀분석으로 확대하였으며, 분석에 사용한 자료는 분석결과와 신뢰성과 공신력을 확보하는 차원에서 정식 행정절차를 거쳐 승인된 자료로 한정하였다.

이외에 필요하다고 판단된 변수는 GIS분석 및 코딩을 통해 확보하였다.

<표 4-2> 연구의 방향 및 범위 설정

연구의 범위	연구 방향 및 내용	연구 원칙
시간적 범위	2010년	결측치 최소화
공간적 범위	서울시내 423개 TAZ (행정동)	- 가장 많은 데이터 보유지역 - 교통계획과의 연계 고려 (분석단위 : 행정동(TAZ))
모형 전개	일반회귀(OLS) → 전역적 공간회귀(SLM, SEM) → 국지적 공간회귀(GWR)	
수집 데이터	선행연구 검토를 통해 교통사고에 영향을 미치는 공간 변수 설정	
데이터	정식 행정절차를 거쳐 사용이 승인된 자료로 한정	분석결과와 신뢰성과 공신력 확보
공간데이터 구축	ARCGIS10.0	
분석 TOOL	ARCGIS10.0, GeoDa1.5.37, GWR4.0, STATA14	

2. 분석방법론 검토

1) 분석체계 정립

서울시의 공간적 특성이 교통사고에 미치는 영향을 파악하기 위한 모형분석절차는 다음과 같다.

(STEP 1 : 사전 준비단계) 국내외 선행연구 검토를 통해 교통사고에 대한 공간회귀 분석 사례를 검토하였으며, 교통사고 및 공간분석과 관련된 국내외 약 70여 편의 논문을 검토하였다.

(STEP 2 : 분석자료 수집 및 구축) 선행연구를 통해 밝혀진 변수들을 후보변수로 설정하고 관련 데이터에 대한 구득 방법을 설정하였다. 이때 데이터가 수집되는 집계단위에 대한 공간정보도 함께 구득하거나 구축하였으며, 속성데이터를 공간데이터에 투영하여 이용하고자 하는 분석 TOOL에 맞는 형식으로 구축하였다>(* .shp, *.dta, *.csv, *.dbf 등)

(STEP 3 : 공간데이터에서 각 지역의 인접성을 정의하고 공간가중행렬 검토) 공간분석을 위해서는 서울시 교통사고의 발생특성에 적합한 공간가중행렬의 유형을 결정해야 한다. 그러나 어떤 공간적 현상에 대해 공간가중행렬을 사전적으로 알고 있기는 매우 어려우며, 분석단위 개수가 많을 경우 행렬을 수동으로 생성해야 하는 어려움이 있다. 공간분석 TOOL에서도 다양한 형태의 공간가중행렬을 제공하므로 이를 그대로 적용하되 특이한 현상이 나타난 일부 지역에 대해서는 별도의 가중치를 부여하는 형태로 확장시킬 수 있다.

(STEP 4 : 교통사고의 공간적 자기상관성 검정을 통한 공간분석의 필요성 진단) OLS 회귀분석을 수행하고 이의 추정결과로 산출된 잔차(Residual)가 공간적 의존성(Spatial dependence)을 나타내는지를 통계 검정하였다. Moran's I를 통해 전역적 공간회귀분석의 필요성을 진단한 후 국지적 공간회귀분석의 필요성을 진단하였다. 전역적 공간 상관성 진단은 Moran's I 통계량, Geary's G 통계량을 활용하였으며, 국지적 공간 상관성 진단은 LISA(Local Indicator of Spatial Association)를 활용하였다(Anselin, 1995).

(STEP 5 : 공간회귀분석 수행) 공간회귀분석 후 모형의 적합성과 설명력을 비교하여 최적 모형을 선택하였다. 공간회귀모형의 유의성은 일반회귀(OLS)가 반드시 충족시켜야 하는 기본 가정에 대한 가설검정을 통해 결정된다.

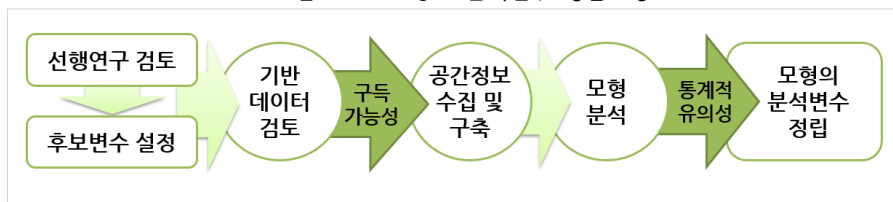
(STEP 6 : 모형분석 결과 해석 및 공간현상에 대한 추론) 가장 유의성이 높은 모형을 선택하고 모형에 따른 변수의 영향을 확인하여 공간현상에 대한 합리적 추론을 제시하였다. 동일 변수에 대한 모형별 계수 값의 변화를 확인하여 일반회귀모형의 경우 공간회귀모형에 비해 변수의 영향력이 과대 또는 과소 추정되었음을 검토하였다.

2) 공간 데이터 구축 및 분석모형 검토

(1) 후보 변수 설정

본 연구에서 구축하는 공간분석모형에 사용할 분석변수의 정립과정은 <그림 4-2>와 같다. 선행연구 검토¹⁵⁾를 통해 서울시 교통사고의 공간적 상관성과 이질성에 따른 발생 특성을 설명할 수 있는 변수 후보군을 정립하고, 이를 추출하는데 필요한 기반데이터를 설정하고 관련 데이터를 구축하였다. 예를 들어 도로율(%), 제한속도별 도로연장 등과 같이 도로와 관련된 변수는 기반데이터인 수치지도를 토대로 GIS분석을 통해 다양한 형태로 추출하였다. 공간분석을 통해 변수별 통계적 유의성을 검증하고 최종적으로 모형에 포함될 분석변수를 정립하였다.

<그림 4-2> 모형의 분석변수 정립과정



또한 선행연구에서는 검토되지 않았으나 서울시의 공간적 특성을 고려할 때 교통사고에 영향을 미칠 것으로 예상되는 변수도 후보변수로 설정하였다. 예를 들어, 서울시

15) 선행연구에서 제시한 다양한 변수들에 대한 설명은 <부록 4> 참조

의 경우 다양한 원인(교육, 직장, 주택소유 형태 등)에 의해 인구이동이 활발하게 나타나므로 이를 고려하기 위해 아파트 비율과 전입인구비율을 후보변수로 설정하였다. 또한, 서울시내 주요 간선축에 설치된 중앙버스전용차로와 같이 특수한 형태의 도로환경이 교통사고에 미치는 영향을 알아보기 위해 관련 변수들을 후보변수로 설정하였다.

<표 4-3>에서는 본 연구에서 설정한 후보변수와 이 변수와 국외 선행연구간 관련성을 제시하였다. 총 4개 분야에 걸쳐 57개의 후보변수들을 고려하고 공간정보를 구축하였다.

<표 4-3> 후보변수 설정 및 국외 선행연구 관련성 검토

구분		후보변수	선행연구 관련성
인구 통계 학적 특성	1. 인구	- 총 가구수	○
		- 총 인구(인)	○
		- 인구밀도(인/km ²)	○
		- 연령대별 인구(15세 미만/15~64세/65세 이상인구)	○
		- 기초생활수급자 가구비율(%)	○
		- 성별 인구 비율(%)	○
		- 교육수준별 인구 비율(%)	○
	2. 종사자	- 총 종사자수(인), 종사자밀도(인/km ²)	○
	3. 면적	- 밀도 변수 산정시 분모값	○
	4. 인구유통성	- 인구밀도 대비 종사자밀도 비	○
		- 전입인구비율(타 TAZ에서 전입한 인구비율, %)	-
사회 경제적 특성	1. 소득	- 월평균 가구소득(분위소득 또는 화폐단위)	○
	2. 토지이용	- 주거/상업/공업/위락/녹지지역 면적(km ²)	○
		- 용도별 연상면적(km ²)	○
	3. 통행 유발 시설물	- 어린이집/유치원/초등학교/중학교/고등학교 수	-
		- 병원, 대기업, 코스닥, 대학교 수	-
	4. 개발 밀도 또는 수준	- 복합쇠퇴지수	○
		- 핵심개발지역 면적	
		- 복합용도지수(MLI)	-
	5. 주택유형	- 총 주택호수 대비 아파트호수 비율(%)	-
	6. 경제활동	- 실업률(%)	○
		- 평균공시지가	-
	7. 통근 현황	- 교통수단별 통근자수 (자가용/대중교통/카풀/녹색교통)	○
		- 평균 통근시간	○

<표 4-3 계속> 후보변수 설정 및 국외 선행연구 관련성 검토

구분		후보변수	선행연구 관련성
교 통 특 성	1. 유입/유출/내부 통행량(대/일)	- 승용차/택시/버스 수단별 통행량(통행/일)	-
	2. 연평균일교통량(AADT)	- 총 AADT	○
		- 수단별 AADT 비율(%)	○
	3. 차량주행거리(VKT)	- 총 VKT	○
		- 수단별 VKT 비율(%)	○
		- VKT 대비 대중교통주행거리(TKT) 비율(%)	○
	4. 도로소통상태 변수	- 평균 혼잡수준	○
		- 교통량 집중도	○
		- 도로의 매력도	○
도 로 환 경 특 성	1. 도로 규모	- 광로, 대로, 중로, 소로별 연장(km)	-
		- 도로기능별 연장(간선/보조간선/집산/국지)	○
		- 차로수 규모별 연장(km)	○
		- 제한속도별 도로연장(km)	○
		- 중앙버스전용차로 연장(km)	-
		- 광로, 대로, 중로, 소로별 도로면적(km ²)	-
		- 차로수별 도로면적(km ²)	○
		- 광로, 대로, 중로, 소로별 차로연장(lane-km)	-
		- 차로수별 차로연장(lane-km)	○
	2. 교차로 유형	- 3지/4지/5지 교차로수	○
		- 신호, 무신호 교차로수	○
	3. 도로 상충지점	- 교차로 중 광로와 소로가 만나는 교차로 비율	-
		- 간선과 국지도로가 만나는 교차로 비율	○
		- 6차로 이상 도로에 접속되는 1~2차로의 도로수	-
		- 도로의 제한속도 차이가 30km/h이상인 접속지점수	-
		- 8차로 이상 도로에 무신호로 접속되는 교차점수	-
	4. 교통안전시설물 및 상태	- 횡단보도수	○
		- 신호등수	○
		- 어린이보호구역수	-
		- 노인보호구역수	-
		- 급커브(45°이상)구간 비율	○
		- 교통 검지기 밀도	○
	5. 대중교통	- 지하철역수	-
		- 버스정류장 수	-

주 1) 자동차전용도로(연속류)에서 발생한 교통사고는 제외하였으므로 도로규모 관련 변수에서 도로는 자동차 전용도로(연속류)를 제외한 규모임

(2) 후보변수 추출을 위한 기반데이터 수집

최근 국토교통부나 서울시의 경우 공간정보에 대한 개방이 확대되어 공간데이터의 접근과 취득이 과거에 비해서는 용이해졌으나, 지역 전체로 통합된 자료에 대한 공개는 제한적으로 구득이 용이하지 않았다. 후보변수의 모형분석에 필요한 기반데이터 목록 및 공개수준은 <표 4-4>와 같다.

<표 4-4> 기반 데이터 수집 목록

기반 데이터	자료 출처	자료	공개
서울시 수치지도	서울시	shp	△
서울시 교통안전시설물정보	서울시	shp	△
서울시 동별 통계 데이터	서울시 홈페이지	xls	○
서울시 버스정류장정보	서울시 TOPIS 홈페이지(서울시 인가버스에 한함)	xls	○
KOTI 교통주제도 및 DB	한국교통연구원	shp	○
2010년 교통사고 데이터	교통안전공단	xls	×
주요 시설물 정보	한국공간정보유통센터>민간정보개방(Biz-GIS)	shp	○
평균가구소득			
부동산 공시지가	부동산공시가격 알리미 홈페이지	text	×
토지피복도	국토해양부 홈페이지	shp	○

주 1) 공개 ○ : 관련 홈페이지에서 바로 다운로드 가능함

공개 △ : 정식 공문을 통해 취득 가능할 수 있음(모든 경우에 제공하는 것은 아님)

공개 × : 협약 체결이나 보안각서/서약서 등을 제출해도 전 지역에 대한 자료를 얻기가 힘들며, 구득한 자료인 경우에도 활용 범위가 매우 제한적임

2) xls 자료를 구한 경우에도 좌표체계나 좌표값을 알 수 없으면 공간데이터로 구축 곤란(많은 시간 소요)

(3) 공간정보 구축

자료 출처가 서로 상이한 인구통계학적, 사회경제적, 도로 및 교통 특성 데이터를 결합시키기 위해서는 고유 키(unique key)가 필요한데 본 연구에서는 TAZ의 행정동 코드(교통주제도 기준)를 기준으로 데이터를 결합하였다. 공간정보는 ARCGIS에서 Spatial Join을 통해서 구축하였고, 이를 토대로 각 분석 TOOL에 맞는 형태로 변형하여 분석에 활용하였다.

각 기관별로 사용하는 좌표계가 상이하고 이에 대한 정보 자체를 제공하지 않는 경우가 종종 있어 공간데이터간 좌표체계 매칭, 공간적 수집단위별 속성정보 취합 및 공간데이터와의 매칭작업 등에 가장 많은 시간과 노력이 소요되었다.

기반데이터를 통해 구축한 서울시 교통사고 관련 공간정보와 구축하지 못한 정보는 각각 <표 4-5>, <표 4-6>과 같다.

<표 4-5> 서울시 교통사고 관련 공간정보 구축 현황

구분		후보변수	기반데이터
인구통계학적 특성	1. 인구	- 총 가구수	서울시 동별 통계
		- 총 인구(인), 인구밀도(인/km ²)	
		- 연령별 인구(~15세/15~64세/65세~ 인구)	
		- 기초생활수급자 가구비율(%)	
		- 성별 인구 비율(%)	
	2. 종사자	- 총 종사자수(인), 종사자밀도(인/km ²)	
	3. 면적	- 밀도 변수 산정시 분모값	
사회·경제적 특성	1. 소득	- 월평균 가구소득(분위소득 또는 화폐단위)	민간정보(Biz-GIS)
		- 주거/상업/공업/위락/녹지면적(km ²)	토지피복도
	3. 통행 유발 시설물	- 어린이집/유치원/초등학교/중학교/고등학교	민간정보(Biz-GIS)
		- 병원, 대기업, 코스닥, 대학교	
	4. 개발 수준	- 복합용도지수(MLI)	서울시 동별 통계
	5. 주택유형	- 총 주택호수 대비 아파트호수 비율(%)	
	6. 경제활동	- 평균공시지가	부동산공시가격 알리미
교통 특성	1. 유입/유출/내부 통행량	- 승용차/택시/버스 수단별 통행량(대/일)	KTDB
	2. 차량주행거리(VKT)	- 총 VKT	KTDB, 수요분석
도로환경 특성	1. 도로 규모	- 광로, 대로, 중로, 소로별 연장(km)	교통주제도 서울시 수치지도
		- 차로수 규모별 연장(km)	
		- 제한속도별 도로연장(km)	
		- 중앙버스전용차로 연장(km)	
		- 광로, 대로, 중로, 소로별 차로연장(lane-km)	
		- 차로수별 차로연장(lane-km)	
	2. 교차로 유형	- 3지/4지/5지 교차로수, 신호교차로수	서울시 교통안전시설물 및 버스정류장정보
	3. 도로 상충지점	- 교차로 중 광로와 소로가 만나는 교차로 비율	
		- 6차로 이상 도로에 접속되는 1~2차로의 도로수	
		- 제한속도 차이가 30km/h이상인 접속지점수	
	4. 교통안전시설물	- 횡단보도수, 신호등수	
		- 어린이보호구역수, 노인보호구역수	
	5. 대중교통	- 지하철역수, 버스정류장 수	

<표 4-6> 서울시 교통사고 관련 공간정보 미구축 현황

구분		후보변수	미구축 사유
인 구 통 계	1. 인구	- 교육수준별 인구 비율(%)	- 관련 인구 통계 존재하나, 행정동별로 집계되지 않음
	2. 경제활동	- 실업률(%)	- 행정동별로 집계 안됨
사회·경제적 특 성	3. 통근 현황	- 교통수단별 통근자수, 평균 통근시간	- 관련 자료 구득 곤란
	3. 통근 현황	- 교통수단별 통근자수, 평균 통근시간	- 관련 자료 구득 곤란
교 통 특 성	1. 연평균일교통량	- 총 AADT, 수단별 AADT 비율(%)	- 행정동별로 집계된 자료 없음
	2. 차량주행거리 (VKT)	- 수단별 VKT 비율(%)	- 행정동별로 집계된 자료 없음
		- VKT 대비 대중교통주행거리(TKT) 비율(%)	- 행정동별로 집계된 자료 없음
	3. 도로소통상태	- 평균 혼잡수준, 교통량 집중도, 도로의 매력도	- 행정동별로 집계된 자료 없음
도 로 환 경 특 성	1. 도로 규모	- 도로기능별 연장(간선/보조간선/집산/국지)	- 도로기능 속성정보 부재
		- 광로, 대로, 중로, 소로별 도로면적(km ²)	- 면적데이터의 부정확성으로 산출하지 않음
		- 차로수별 도로면적(km ²)	
	2. 교차로 유형	- 무신호 교차로수	- 관련 속성자료 없음
	3. 도로 상충지점	- 간선과 국지도로가 만나는 교차로 비율	- 도로기능 속성정보 부재
		- 8차로 이상 도로에 무신호로 접속되는 교차점수	- 관련 속성자료 없음
	4. 교통안전상태	- 급커브(45°이상)구간 비율	- 관련 자료 없음
		- 교통 검지기 밀도	- 관련 자료 없음

(4) 분석 모형¹⁶⁾ 검토

본 연구에서는 서울시 교통사고의 발생특성을 분석하기 위해 일반회귀(OLS)모형을 기준모형으로 설정하였다. 이 모형을 기준으로 회귀모형의 기본 가정에 대한 통계적 검정을 시행하여 최적 모형을 선택해 나가는 과정으로 연구를 진행하였다.

대안모형으로 공간회귀분석을 수행하였으며, 대안 모형의 필요성과 유의성은 OLS 결과를 통해 도출되는 다양한 통계량을 근거로 판단하였다. 공간회귀모형으로 공간적 상관성을 고려하는 전역적 공간회귀모형과 공간적 상관성과 이질성을 함께 고려하는 국지적 공간회귀모형에 대해 분석하였다. 다만, 교통사고 데이터가 3개년에 불과하여 시간적 영향을 고려하는 패널모형은 대안모형으로 고려하지 않았다.

16) 공간분석모형에 대한 이론 및 자세한 설명은 <부록 5> 참조

〈표 4-7〉 교통사고의 시·공간적 영향요인 분석을 위한 모형 검토

구분	검토 모형	수식	관련 내용	모형 설명력/적합성 판단 통계량
비교 모형	일반적인 회귀모형 (OLS)	$y = X\beta + u, \quad u \sim N(0, \sigma^2)$	- 기본 가정 - 오차의 정규성(normality, $u \sim N(0, \sigma^2)$) - 오차의 독립성(independence)과 자기상관성의 배제 - Y' 값에 대한 등분산성(homoscedasticity) - 설명변수가 공선성의 배제(no multicollinearity)	R^2, Adj. R^2 : 회귀모형의 결정계수 - Jarque-Bera : 오차의 비정규성 진단 - Breusch-Pagan : 오차의 이분산성 진단 - LM-검정 : 공간적 종속성의 위치 진단
	공간자기상관모형 (SAC) ²⁾ (Anselin, 1998, pp. 34-36)	$y = \rho W_1 y + X\beta + u$ $u = \lambda W_2 u + \epsilon$ $\epsilon \sim N(0; \sigma^2 I_n)$	- 공간 상관성만 고려 W_1, W_2 : 공간가중치행렬 - W_1 : 설명변수로 활용, W_1의 계수 ρ (1st-Order Rook Contiguity Matrix 등) - W_2 : 오차항으로 귀속, W_2의 계수 λ (2st-Order Rook Contiguity Matrix 등) - 일반적으로 W_1은 W_2보다 낮은 Order의 가중치를 활용	R^2, Adj. R^2 : 모형 설명력 - Log Likelihood : 모형 적합성 - AIC : 모형 적합성 - Breusch-Pagan 통계량 : 오차의 이분산성 진단 - Likelihood Ratio : 공간적 종속성 판단
	공간자기회귀모형 (SAM)	$y = \rho W_1 y + X\beta + \epsilon \quad (W_2' = 0)$ $\epsilon \sim N(0; \sigma^2 I_n)$		
	공간오차모형 (SEM)	$y = X\beta + u \quad (W_1' = 0)$ $u = \lambda W_2 u + \epsilon,$ $\epsilon \sim N(0; \sigma^2 I_n)$		
국지적 공간 회귀 모형	지리가중회귀모형 (GWR)	$Y_i = f_i(X_i; \beta_i + \epsilon_i)$ $\epsilon \sim N(0; \sigma^2 W^{-1})$	- 공간 상관성과 공간 이질성을 동시에 고려 - 공간가중치행렬 : 지수, 가우시안, 커널 함수 등 - 대역폭의 결정 : 고정(fixed), 적응적(adaptive) kernel ※ 커널함수의 형태보다 대역폭에 더 큰 영향을 받음	R^2, Adj. R^2 : 회귀모형의 결정계수 - AIC : 모형 적합성 - 표준화된 잔치의 Moran's I 지수 - 대역폭 결정방법 : AICc 최소화

(5) 공간가중치행렬 검토

공간회귀모형은 공간데이터가 갖는 공간효과를 통제함으로써 모형의 추정결과에 신뢰성을 높이기 위한 모형으로, 서울시에서 발생한 교통사고의 공간적 자기상관 정도를 추정하기 위해서는 행정동간에 비관측된 공간적 근린관계에 대한 정의가 필요하다. 이러한 공간상에서의 이웃관계는 공간가중행렬(SWM, Spatial Weight Matrix)을 통해 정량화된다. 행정동 단위로 집계된 교통사고의 공간인접성을 어떻게 정의하고 측정하느냐에 따라서 공간가중행렬의 값이 달라지며, 변수의 유의성에 영향을 미치게 된다.

공간가중치를 정의하는 방법에는 일반적으로 인접성(Contiguity), 거리(Distance), 가장 이웃하는 지점 수(k nearest neighbor)에 의한 방법이 있다.

인접성 기반 가중치는 Rook, Bishop, Queen방식으로 설정되는데, Rook의 경우 두 지역이 경계선을 공유할 때, Bishop은 두 지역이 모서리를 공유할 때, Queen은 두 지역이 변 또는 모서리를 공유할 때 가중치를 부여하는 방법으로, 이때 가중치는 0과 1로 나타나며, 이는 각 지역마다 공간적으로 이웃하는 지역의 유무를 나타낸다. 가중치를 부여한 후에는 공간가중치행렬 각 행의 합이 반드시 1이 되도록 행 표준화(row-standardization)를 해주어야 한다. 거리 기반 가중치는 분석단위의 중심점간 직선거리(Euclidean distance)를 두 지역간 공간 상관성의 강도로 정의하는 방식이고, 가장 이웃하는 지점의 수(k nearest neighbor)는 분석단위가 가지게 될 근린의 개수를 정해주는 것으로서 관련된 사전 정보가 있을 때 사용이 가능하다.

그러나 서울시 행정동의 경우 형상과 크기가 매우 불규칙하므로 인접성을 직접 정의하고 측정하는 것은 어려운 일이며, 사전적으로 공간가중치행렬을 선택하는 것은 저변에 다양한 크기의 분석단위에서 다양한 주제의 많은 연구가 축적된 후에 가능할 것으로 예상된다. 공간가중치행렬을 직접 구축하기 위해서는 많은 연구 경험을 통한 경험적 직관이 필요할 뿐 아니라 이의 유의성을 증명하는 것도 매우 어려운 일이며, 가중치행렬의 선택에 대한 절대적인 원칙이 존재하지 않는다(이성우, 2006; 이희연, 2012).

따라서 본 연구에서는 ROOK방식에 의한 인접성 기반 공간가중치행렬을 토대로

공간회귀분석을 수행하였다. 공간가중치행렬의 선택시 변수의 추정계수가 방향성이 일치하고 값의 차이가 크지 않았기 때문에 모형 전체의 유의성을 가장 높이는 행렬을 선택하였다.

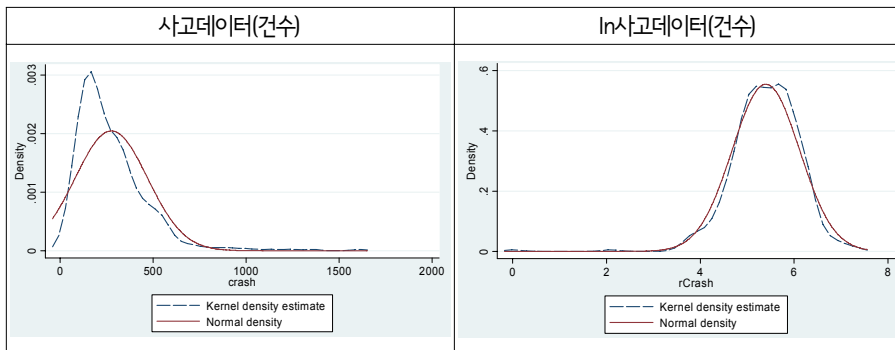
3. 교통사고 발생특성 분석모형 구축 및 분석

1) 기초데이터 분석

(1) 사고자료의 정규성 검토

Shapiro wilk 검정을 통해 사고데이터의 정규성을 분석한 결과, 통계적 유의수준 1%에서 귀무가설(H_0 : 정규분포를 따른다)을 기각함으로써 사고데이터는 정규분포를 따르지 않음을 알 수 있다. 또한, Kernel 밀도 추정을 통해 그림으로 확인한 결과 역시 사고데이터는 정규분포와 비교하여 오른쪽으로 꼬리가 긴 형태로 나타났다. 따라서 사고데이터의 정규성을 확보하기 위해 대수를 취하였다.

<그림 4-3> 사고데이터 분포 검토



(2) 후보변수의 기초통계량¹⁷⁾

2010년 한 해 동안 서울시에서 발생한 교통사고는 총 39,930건이며, TAZ별로는 평균 94건의 교통사고가 발생하였다.

17) 분석데이터의 공간적 분포현황에 대한 자세한 내용은 <부록 3> 참조

사고의 발생 특성을 살펴보면 야간보다는 주간, 주말보다는 평일, 여성보다는 남성, 연령별로는 40~50대에서 사고가 더 많이 발생하며, 경미한 부상으로 그치는 사고는 58% 수준이고, 사망사고는 1% 수준으로 나타났다.

<표 4-8> 2010년 서울시 교통사고 발생특성

시간대		요일		성별		사고심각도			음주 관련
주간	야간	주중	주말	남성	여성	경미한 부상	사망	심각한 부상	
67.8%	31.7%	72.0%	27.5%	88%	12%	62%	1.0%	36.0%	9.2%

인구통계학적 특성으로 가구수, 종사자수, 인구 등과 관련된 자료를 수집한 결과, 서울시내 동별 평균 65세 이상 인구비율이 10%에 이르는 것으로 나타났으며 최대 17% 수준으로 서울시는 이미 고령화사회(Aging Society)를 넘어 고령사회(Aged Society)로 진입했음을 가늠할 수 있다. 선행연구에서는 단위지역내 65세 이상 인구비율이 높을수록 교통사고 발생을 증가시키는 것으로 나타났다(Karim, 2013; Helai Huang, 2010; Robert, 2004 등).

2010년 서울시내 동별 전입현황을 살펴본 결과, 최소 11%에서 최대 63% 인구가 타 구·시·도에서 전입한 인구¹⁸⁾로 나타났다. 이 비중만큼의 인구는 전입한 지역의 공간적 환경에 익숙해지기까지 일정 시간이 소요되므로 교통사고를 증가시킬 것으로 예상된다.

사회경제적 지표로는 지가, 아파트비율, 소득 수준, 기초생활 수급인구비율 등을 검토하였다. 서울시의 경우 뉴타운 또는 재개발사업 등을 통해 대규모 아파트 단지가 건설되는데, 상대적으로 주거 및 교통환경이 열악한 기존 구 시가지에서 시행되며, 이때 주거단지 주변의 지구단위 환경도 함께 개선되는 경우가 대부분이다. 따라서 주택 유형 중 아파트의 비중 변수를 통해 근린지구 환경의 변화가 교통사고와 어떠한 관계를 이루는 지를 살펴보고자 하였다.

18) 본 연구에서 사용한 행정동별 전입인구는 서울시내 자치구간, 자치구내 및 타 시·도에서 서울시내 해당 동으로 이동해 온 인구수를 의미하며, 전입사유(직업, 가족, 주택, 교육, 주거 환경, 자연환경, 기타 등)는 고려하지 않음

토지의 복합용도를 나타내는 Mixed Landuse Index는 다음 식(Kockelman, 1997)으로 산정되며, 서울시 행정동을 기준으로 도시해본 결과, 이 값이 높은 지역이 서울시내 도심 및 부도심의 위치와 유사하게 나타났다. Mixed Landuse Index는 0부터 1사이로 산정되며, 0은 동질적 토지이용(homogeneous land use), 1에 가까울수록 가장 복합적인 상태를 나타내므로 값이 클수록 용도가 복합적임을 의미한다.

$$Landuse\ Entropy = - \sum_j^n \frac{p_j \ln(p_j)}{\ln(J)}$$

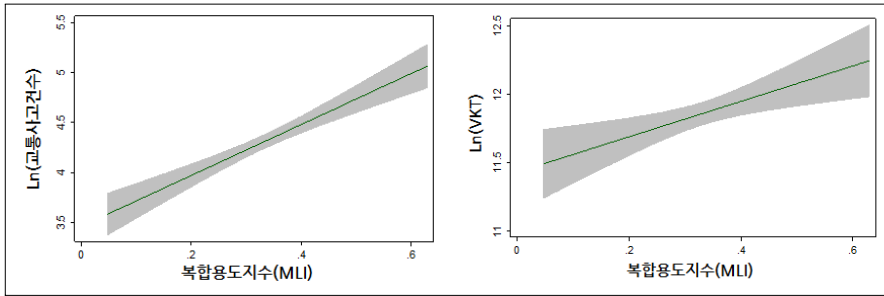
$$p_j = \text{Proportion of } LU \text{ type } j$$

$$J = \# \text{ of types of } LU$$

서울시의 경우 토지이용이 조밀하게 이루어지면서 전반적으로 고밀화되어 있으며 이로 인해 주거지와 상업지의 경계가 명확하지 않고 혼재되어 있다. 이러한 서울시의 복합 개발¹⁹⁾로 인해 공간상에 이루어지는 활동의 종류가 다양해지고 이는 유동인구를 증가시켜 교통사고에 대한 노출빈도를 증가시킬 것으로 예상되므로 본 연구에서는 복합용도지수를 분석변수에 포함하였다. 이러한 영향은 실제 데이터의 기초분석을 통해서도 확인할 수 있었는데 복합용도지수가 증가함에 따라 교통사고와 이의 노출빈도인 총차량주행거리(VKT)가 증가하는 것으로 나타났다.

19) 복합용도개발은 뉴어버니즘의 등장으로 도입된 개념으로 주거지, 일자리, 상업시설 등 3개 혹은 그 이상의 용도들이 보행가능한 근거리내에 물리적 기능적으로 통합되도록 개발하는 것임(Witherspoon et al. 1976). 이에 이금숙 등(2011)은 서울시는 복합용도의 토지 개발이 이미 일정 부분 존재하며, 다만 이때 복합용도는 근린생활지역(행정동 단위)에 여러 용도가 입지하는 것을 의미한다고 해석하였음

<그림 4-4> 복합용도지수(MLI)와 교통사고 및 VKT와의 관계



주요 시설물과 교통 및 도로 관련 시설물을 TAZ별로 집계하였으며, 이러한 변수들은 단위지역 면적이나 총 도로연장에 대한 비율적으로 환산하여 집계단위 크기의 영향을 통제한 후 모형의 분석변수로 활용하였다.

교통량 관련 변수로 수단별 발생, 유입, 내부 통행량(대/일), 차량통행거리(Vehicle Kilometer Traveled)²⁰⁾를 수집하였으며, 기하구조 관련 변수로는 도로연장, 제한속도별 도로연장, 간선도로 연장 등을 고려하였다.

도로의 제한속도에 따른 교통사고의 영향을 살펴보기 위해 각 제한속도별로 도로연장을 TAZ별로 집계하였다. 또한 제한속도가 높은 주(Major) 도로에 속도가 낮은 부(Minor) 도로가 접속되는 지점수가 많아질수록 주도로 본선의 교통흐름에 미치는 영향도 커질 것으로 판단하고 GIS 분석을 통해 본선과 이에 접속되는 도로간 제한속도 차이가 30kph이상인 접속지점 수(단, 신호등이 있는 접속지점 제외)를 추출하였다.

20) 차량통행거리는 4단계 수요분석모형을 이용하여 추정

<표 4-9> 후보변수의 기초통계량 (N : 423)

후보변수 (기준년도 : 2010년)		평균	최소값	최대값	표준편차
교 통 사 고	총 사고건수	93.96	1	544	67.18
	사망 및 심각한 부상 사고건수	34.95	0	179	23.96
	경미한 부상 사고건수	59.01	1	365	44.32
인 구 통 계 학 적 환 경	인구(수)	23,139	809	49,837	8,596
	가구(수)	8,277	274	18,924	3,104
	고용자(수)	10,629	700	141,960	16,154
	15세 이하 인구비율(%)	13.68	5.41	21.73	2.83
	65세 이상 인구비율(%)	10.00	5.11	17.79	2.25
	기초생활수급 인구비율(%)	1.68	0	19.54	2.15
	남성 인구비율(%)	49.14	42.37	60.52	1.69
	TAZ 인구 대비 전입인구 비율(%)	17.97	10.52	62.66	5.00
	행정구역 면적(km ²)	1.43	0.23	12.69	1.59
사 회 경 제 적 및 근 린 환 경	가구 월평균 소득(10분위)	4.36	2.50	8.74	1.28
	어린이집, 유치원, 초등학교 수	19	0	101	12
	복합토지이용지수(0 to 1)	0.33	0.05	0.63	0.10
	주택유형 중 APT 비율(%)	52.24	0	100.00	30.50
	평균 공시지가(천원/m ²)	2,638	40	16,512	1,805
교 통 환 경	총 차량주행거리(VKT)	208,878	2,302	3,003,142	267,285
	지하철 역 및 버스정류장 수	23	1	83	13
	자가용 통행발생량(대/일)	12,575	1,631	112,025	10,996
	횡단보도 수	76	1	359	49
	어린이 보호구역 수	2.36	0	8	1.56
도 로 환 경	도로율(%)	2.74	0.06	7.54	1.37
	제한속도 30kph이하인 도로연장(m)	2,461	0	13,521	1,915
	제한속도 50kph인 도로연장(m)	1,054	0	11,828	2,010
	제한속도 60kph인 도로연장(m)	3,020	0	18,340	2,314
	중양버스전용차로 연장(m)	627	0	4,302	804
	주간선도로연장(m)	1,342	0	10,458	1,592
	총 차로연장(lane-meter)	24,757	3,756	91,726	12,793
	교차도로간 제한속도의 차이가 30km/h 이상인 접속지점 수	4	0	85	11
	3지 신호교차로 수	10	0	87	10
	4지 신호교차로 수	4	0	25	4
	5지 신호교차로 수	0	0	3	0

2) 교통사고의 공간 상관성 진단

2010년 서울시에서 발생한 교통사고의 공간 상관성 분석 결과, 통계적 유의수준 1%($Z = 6.43$)이내에서 Moran's I는 약 0.2로 나타나 정적인 공간 자기상관성이 존재하는 것으로 나타났다. 전역적 Moran's I는 -1과 1사이의 값을 가지게 되며, 높은 유사한 값을 가지는 지역들이 공간적으로 인접해 있는 경향이 강할수록 (+)1에 가까운 값을 가지며, (-)1에 가까울수록 높은 값과 작은 값을 가지는 지역들이 규칙적으로 섞여서 분포하는 패턴이라고 판단할 수 있다.

<표 4-10> 서울시 교통사고의 전역적 공간상관성(Moran's I) 검정 결과

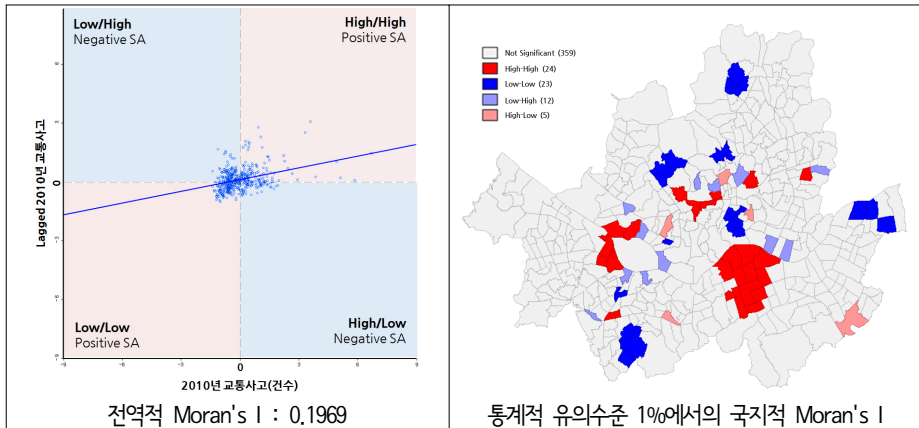
구분	전역적 공간상관성(Moran's I)	Z-score
총 교통사고건수	0.1969	6.4283
사망자가 발생한 교통사고건수	0.0892	2.8924
심각한 부상이 발생한 교통사고건수	0.1727	6.2867
부상자가 발생한 교통사고건수	0.2721	9.3016
경미한 부상이 발생한 교통사고건수	0.2074	6.5893

또한 국지적 공간상관성 분석을 통해 공간적 군집(Cluster)이 어떠한 패턴으로 나타나는지를 분석하였다. 국지적 공간상관성은 4가지 유형으로 구분되는데, 관심지역의 값도 높고 주변지역의 값도 높은 HH유형(High-High)과 관심지역의 값도 낮고 주변도 낮은 값이 존재하는 LL유형(Low-Low)은 공간적 군집이 나타나는 유형이다. 관심지역의 값이 높은 반면 주변지역에는 낮은 값이 분포하는 HL유형(High-Low)과 높은 값을 가진 지역 주변에 낮은 값을 가진 지역이 존재하는 LH유형(Low-High)은 공간적 이례지역으로 판단할 수 있다.

서울시내 일부 지역에서 교통사고에 대한 정적인 공간상관성을 나타내는 HH유형과 LL유형의 군집이 발생하고 있음을 알 수 있으며, 해당 지역도 높고 주변 지역에서도 교통사고가 많이 발생한 HH유형은 강남 및 여의도, 도심 부근에서 나타났다. 해당 지역에서도 교통사고 발생건수가 낮고 주변지역도 낮은 LL유형은 관악구와 강동구, 성북구 등에서 소규모로 나타났다.

이러한 군집 유형은 기본적으로 많은 교통량 또는 이동인구, VKT 등과 같이 해당 지역이 가지고 있는 사회경제적 특성에 따른 노출빈도 증가에 의한 영향도 있겠으나, 물리적인 도로망 형태에서도 유사성이 발견된다. 즉, HH유형의 지역은 도로망이 격자형으로 특정 구간에서 발생한 교통사고가 동일 축상에 존재하는 다른 인접구간에 영향을 미치기 때문에 공간적 상관성이 높게 나타난 것으로 판단된다. 반면, LL유형의 지역인 경우 자연발생적인 지역으로 도로폭이 좁고 비격자형 도로가 상대적으로 많아 특정 구간에서 발생한 교통사고가 인접 구간에 미치는 공간적 상관성이 감소하기 때문으로 판단된다.

<그림 4-5> 교통사고의 공간 상관성 진단



3) 전역적 공간회귀모형 분석 및 비교

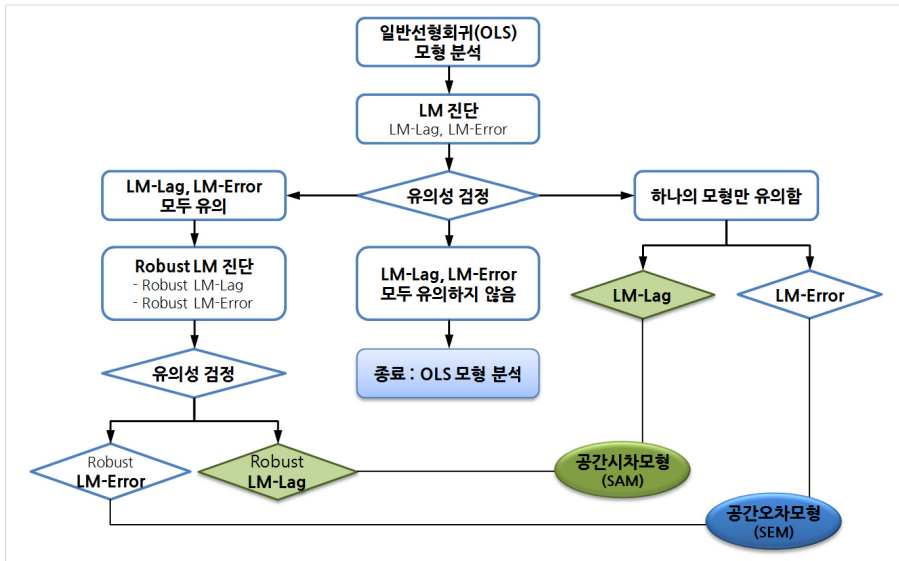
(1) 분석과정

일반회귀(OLS)모형 분석을 통해 교통사고에 영향을 미칠 변수들을 조합하고 최적화한 후 다양한 통계적 검정을 실시하여 서울시 교통사고에 가장 적합한 공간분석모형을 선택하는 과정으로 연구를 진행하였다.

OLS 분석 이후 LM(Lagrange Multiplier) 검정을 시행하여 공간적 자기상관성이 종속변수에 존재하는지 또는 오차항에 존재하는지를 결정한다. 이때 공간시차계수(ρ)가 통계적으로 유의할 경우 종속변수의 자기상관성을 고려한 공간시차모형을,

공간오차계수(λ)가 통계적으로 유의할 경우 오차항의 자기상관성을 고려한 공간오차 모형을 유의한 모형으로 선택한다. 만약 공간시차모형(Spatial lag model)과 공간오차 모형(Spatial error model)이 모두 유의한 것으로 나올 경우 Robust LM 검정을 시행하여 공간적 현상에 가장 적합한 공간회귀모형을 선택하게 된다.

<그림 4-6> 전역적 공간회귀모형 분석과정



자료 : 이희연 외(2012) 재구성

(2) 종속변수 설정

선행연구에서는 다양한 종류의 종속변수가 활용되었는데, 심각도에 따라 교통 사고건수를 구분한 연구가 많았다.

Venkataraman et al.(2013)는 확률적 음이항모형을 이용한 분석을 통해 교통사고의 심각도를 고려한 카테고리화가 중요하다고 주장하였는데, 교통사고건수 외에 사용된 종속변수로는 심각도에 따른 부상자수나 사망자수, 사고율(%), 물질 피해만 발생한 교통사고건수 등이 있다.

본 연구에서는 교통사고 심각도에 따른 영향요인을 검토하기 위해 총 사고건수를 사망 및 심각한 부상을 포함한 사고와 경상 이하의 부상을 포함한 사고로 구분하였으며, 이와 같이 심각도에 따라 사고건수를 구분하여 분석하는 것이 통계적으로 유의한

지에 대해 LL (Log-Likelihood) 검정을 시행하였다.

공간회귀모형으로 분석할 때 최소자승법을 이용하면 편의성(Bias)이 생기기 때문에 공간회귀분석에서는 공간적 종속성을 고려하기 위해 Jacobian matrix를 작성하고 이를 우도함수에 포함하여 추정함으로써 선형 분석임에도 log-likelihood값이 추정된다.

LL 값은 $-2(LL_{\text{총사고건수}} - LL_{\text{사망을 포함한 심각한 부상사고}} - LL_{\text{경미한 부상사고}})$ 식을 통해 추정되며, 제약조건 수만큼의 자유도를 가진 카이제곱 분포를 따른다. LL 검정의 귀무가설(H_0)은 교통사고를 심각도에 따라 구분할 때 이로 인한 모형의 개선이 없다는 것을 의미하며, 본 연구에서는 기각되었다. 이러한 귀무가설의 기각은 심각도에 따라 교통사고 분석모형을 분리할 경우 모형의 적합도가 높아짐을 의미한다.

따라서 총 사고건수 외에 사망을 포함한 심각한 부상 이상의 교통사고, 경상 이하의 부상을 포함한 교통사고가 종속변수로 추가되었으며, 각 종속변수에 대해 일반회귀모형, 공간회귀모형(공간오차모형, 공간시차모형), 지리적 가중회귀모형을 분석하였다.

(3) 일반회귀모형(OLS)의 유의성 판단²¹⁾

회귀모형에 제시된 변수의 영향을 신뢰할 수 있는지를 판단하기 위해서는 회귀모형 분석 이후의 검정 및 진단 과정이 중요하며, 회귀모형에 대한 진단은 모형 자체의 설명력과 유의성, 기본가정에 대한 준수 여부로 이루어진다.

본 연구의 OLS 분석을 통한 LM 검정 결과 공간오차모형과 공간시차모형을 동시에 사용했을 때의 LM검정 결과가 유의한 것으로 나타나 본 연구에서는 두 모형을 모두 분석하고 결과를 제시하였다.

LM 검정 결과 두 모형이 모두 OLS에 비해 적합한 것으로 나와 Robust LM검정을 시행한 결과 공간오차모형이 가장 유의한 것으로 나타났으나, LM(SARMA) 검정 결과 두 모형을 동시에 고려한 모형의 결과도 유의한 것으로 나타나 두 모형을 모두 분석하였다.

21) OLS 기본가정 및 추정결과에 대한 통계량과 설명은 〈부록 7〉 참조

<표 4-11> 일반회귀모형(OLS)의 LM 검정 결과

검정 지표	값	판단
Lagrange Multiplier(lag) 검정	유의	공간시차모형이 회귀모형에 비해 더 적합
- Robust LM(lag) 검정	유의하지 않음	공간시차모형이 회귀모형을 개선하지 못함
Lagrange Multiplier(error) 검정	유의	공간오차모형이 회귀모형에 비해 더 적합
- Robust LM(error) 검정	유의	
Lagrange Multiplier(SARMA) 검정	유의	SAM과 SEM 모형을 동시에 사용했을 때 유의

(4) 모형 분석 결과²²⁾ 및 비교

서울시 교통사고를 총사고건수와 사망 및 심각한 부상사고건수, 경미한 부상사고건수로 구분하고 이를 토대로 일반회귀모형(OLS), 공간오차모형(SEM), 공간시차모형(SAM)을 분석한 결과를 비교·제시하였다. (<표 4-13>~<표 4-16> 참고)

분석 모형간 적합도를 비교해보면, 모든 모형에서 OLS 보다 공간시차모형이, 공간시차모형보다는 공간오차모형의 적합도가 높은 것으로 나타났다. 모든 심각도모형에서 공간오차모형은 OLS 및 공간시차모형에 비해 R^2 값은 증가하고, AICc는 감소하는 것으로 나타나 공간오차항을 포함함으로써 모형 설명력이 향상되었음을 알 수 있다. LR 검정을 통해서도 공간시차모형과 공간오차모형에서 모형의 적합도가 개선된 것으로 나타났다. 만약 이러한 교통사고 모형을 공간회귀가 아닌 OLS로 분석했을 경우 교통사고에 대한 변수의 영향을 과대 또는 과소 추정할 우려가 나타났는데, 예를 들어, OLS 모형에서 VKT의 영향은 과소추정되었고, 복합용도지수, 제한속도 30kph이하인 도로연장, 중앙버스전용차로의 영향은 과대 추정되었다.

교통사고의 노출빈도를 나타내는 총주행거리(VKT) 변수를 살펴보면 VKT가 증가할수록 교통사고가 증가하는 것으로 나타났으며, 종속변수와 VKT 모두 자연대수(ln)를 취하고 있으므로 VKT의 회귀계수는 탄력성이 된다²³⁾. OLS에 비해 공간모형에서 VKT의 탄력성이 증가하였는데, VKT 1% 증가시 교통사고는 OLS에서 12.7%, 공간시차모형에서 13.7%, 공간오차모형에서 15.4% 증가하는 것으로 나타났다.

22) 통계적 유의성 분석과정에서 제외된 변수 및 제외 사유는 <부록 8>에 제시함

23) x항과 y항이 모두 log를 취하고 있는 log-log형태의 모형에서는 회귀계수 β 가 수학적으로 $\% \Delta y = \beta_1 (\% \Delta x)$ 와 같으므로 β 는 탄력성($\beta\%$)이 된다.

인구통계학적 변수를 살펴보면 TAZ 인구 중 15세 이하 인구 비율이 높을수록 교통사고는 감소하고, 전입인구 비율이 높을수록 교통사고는 증가하는 것으로 나타났다. 15세 이하 인구는 주로 어린이집, 유치원, 초등학교를 다니는 어린이로서 아직 부모의 보호 아래에 있고, 또 환경적으로 교통안전시설물 설치가 강화되기 때문에 교통사고를 감소시키는 것으로 판단된다. 또한 서울시는 주택시장의 특성상 주기적인 인구 이동이 많으며, 새로 이사온 전입인구는 아무래도 주변 환경에 덜 익숙하므로 예기치 못한 상황을 만나게 될 확률이 높아지고 이것이 사고를 미약하게나마 증가시키는 요인으로 나타난 것으로 판단된다.

사회경제적 및 근린환경 변수를 살펴보면 서울시의 경우 월평균 가구소득이 높은 지역일수록 교통사고가 증가²⁴⁾하는 것으로 나타났다. 선행연구사례를 살펴보면 소득 변수의 경우 교통사고에 미치는 영향의 방향이 연구결과마다 상이하게 나타나고 있다. 초등교육기관의 수가 많을수록 교통사고가 증가하는 것으로 나타났는데 이는 노출빈도 증가에 의한 것으로 판단되며, 주택 유형 중 아파트 비율이 70% 이상²⁵⁾일 때 1의 값을 갖는 더미변수의 경우 교통사고의 발생을 감소시키는 것으로 나타났다.

서울시의 경우 역사가 오래된 도시로 노후된 구시가지의 경우 교통안전을 고려한 도로환경을 갖추지 못하고 있다. 이러한 지역이 뉴타운 사업에 포함되면서 주거지역만 정비되는 것이 아니라 주변 도로교통환경이 함께 계획·개선되며 이를 통해 도로선형이나 안전시설물들이 상대적으로 잘 갖추어지기 때문에 주거면적 중 아파트 비율이 높을수록 교통사고가 감소하는 것으로 판단된다.

복합용도지수(Mixed Landuse Index)가 1에 가까운 값을 갖는 복합개발지역에서 교통사고 발생이 더 증가하는 것으로 나타났으며, 사회경제변수 중에서 가장 높은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 복합용도지수의 값이 커지면 인구 및 교통

24) 이는 Helai Huang et al.(2010)의 지적과 마찬가지로 기존 일부 연구(Noland, 2003)와는 일치되는 결과이며, 일부 연구(Noland et al, 2004; Quddus, 2008; LaScala et al., 2004; Loukaitou-Sideris and Liggett, 2007)와는 상반되는 결과임

25) 변수의 통계적 유의성을 높이기 위해 주택유형 중 아파트의 비율에 대한 변수를 더미변수로 전환하는 과정에서 아파트의 비율을 다양하게 변화시키면서 분석을 수행한 결과, 아파트 비율이 70% 이상일 때의 더미변수가 가장 높은 통계적 유의성을 나타내 이를 기준으로 더미변수를 생성하였음

유발이 커져 교통사고에 대한 노출빈도에 영향을 미치기 때문인 것으로 판단된다.

도로환경변수를 살펴보면 지하철역과 버스정류장 등 대중교통 이용이 가능한 지점이 증가할 경우 교통사고 발생을 증가시키는 것으로 분석되었다. 버스정류장이나 지하철역의 경우 사람들의 통행활동을 유도하게 되고, 이동동선을 결정하며, 이러한 결절점이 많아진다는 것은 버스와 자가용, 버스와 사람간의 돌발상황이 발생할 수 있는 가능성이 많아진다는 것이고, 이러한 가능성은 한계치에서 결국 교통사고로 이어지기 때문인 것으로 판단된다.

한편, 도로연장 대비 제한속도 30kph이하인 도로연장비는 교통사고 발생을 감소시키는 것으로 나타나 시사하는 바가 크다고 볼 수 있다. 지역의 교통사고모형을 장기 교통계획과정에 포함시키는 방안에 대한 제안(Washington et al., 2006)이 사회적으로 공감대를 얻고 있는 현 상황에서 도로폭의 확대와 제한속도 증가를 통해 도시의 교통혼잡을 해결하고자 하는 정책은 자칫 교통안전에 위협하는 요소(Shefer et al., 1997)가 될 수 있기 때문이다.

중앙버스전용차로의 연장 비율은 본 연구에서 고려한 설명변수 중 교통사고를 가장 크게 증가시키는 것으로 나타났다. 중앙버스전용차로는 교통안전측면에서 위험요소를 포함하고 있는데, 이러한 점 때문에 모형에서도 가장 큰 영향력이 나타난 것으로 판단된다. 첫째, 버스정류장이 간선도로 중앙에 위치하고 있어 횡단보도가 이단으로 분리됨에 따라 보행자가 한번에 횡단해야 하는 거리가 이전에 비해 짧아졌고, 둘째, 이로 인해 자신이 타려는 버스가 오면 무단횡단하는 경우가 증가하였으며, 셋째, 중앙버스전용차로의 기하구조에 익숙하지 않거나 주의력이 낮은 운전자에게 중앙버스전용차로 도입으로 인한 차로(직진, 좌회전, 우턴) 변화는 운전자의 기대(Driver's Expectancy)에 어긋나는 상황을 제시하기 때문에 교통사고에 대한 노출빈도가 증가할 수 있다.

이러한 분석결과는 중앙버스전용차로정책에 매우 중요한 함의를 가지는데, 중앙버스전용차로는 일반적으로 가장 혼잡한 간선도로축의 버스서비스 수준을 제고하기 위해 시행되기 때문이다. 따라서 주요 간선도로축의 대중교통 서비스 개선 뿐 아니라 교통안전의 관점에서 중앙버스전용차로의 기하구조 및 안전시설물에 대한 개선연구

가 필요할 것으로 판단된다.

또한, 제한속도가 30kph이상 차이나는 도로의 접속지점수의 증가는 노출효과로 인해 교통사고 발생을 증가시키는 것으로 나타났다. 이 변수와 대중교통이용 지점수의 통계적 유의성은 시사하는 바가 큰데 왜냐하면 두 변수 모두 사람과 차량의 이동에 있어서 결절점 형태로 나타나며, 실제 공간상에서 운전자와 보행자의 기대에 어긋나는 상황을 야기하는 변수이기 때문이다. 따라서 이러한 결절점에서 나타나는 운전자와 보행자의 행태에 대한 미시적 분석을 통해 교통안전을 담보할 수 있는 디자인의 개선이 필요할 것으로 판단된다.

공간회귀분석에서 제시하는 공간시차항(ρ)과 공간오차항(λ)의 계수값을 통해 서울시 교통사고에 대한 인접지역의 영향력을 알 수 있다. 주목할 만 한 점은 교통사고의 심각도가 낮아질수록 인접지역의 영향력이 커지고, 심각도가 높을 경우 인접지역이 영향력이 낮아진다는 것이다. 이를 통해 교통사고의 심각도가 커질수록 상대적으로 도로교통환경에 의한 공간적 종속성은 감소한다고 볼 수 있다.

<표 4-12> 교통사고 심각도에 따른 분석모형별 인접지역 영향력의 변화

공간회귀모형	총사고건수 모형	사망 및 심각한 부상사고모형	경미한 부상사고 모형
공간시차계수(ρ)	22.4%	22.0%	26.5%
공간오차계수(λ)	34.1%	33.4%	40.2%

심각도 수준별 모형을 살펴보면, 사망 및 심각한 부상사고를 동반한 교통사고 모형에서는 총 사고모형에 비해 VKT와 제한속도 관련 변수의 영향이 증가한 반면, 복합용도지수와 중앙버스전용차로 변수의 영향은 다소 감소하였다. 이 모형에서는 중앙버스전용차로 연장변수의 영향력이 가장 크게 나타났으며, 다음으로 제한속도 관련 변수와 복합용도지수 변수가 가장 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

한편, 경미한 부상사고모형에서는 주변 공간의 영향력이 총사고모형과 심각한 부상사고모형에 비해 20~30% 증가하였으며, 복합용도지수와 중앙버스전용차로 변수가 교통사고에 미치는 영향력도 증가하였다. 이 모형에서도 중앙버스전용차로 연장비율에 의한 교통사고 영향이 가장 크고, 그 다음으로 복합용도지수 변수, 제한속도 관련 변수 순으로 크게 나타났다.

<표 4-13> 서울시 총사고건수(2010년)에 대한 모형별 분석 결과

종속변수 : ln(총 사고건수)	분석모형		
	일반회귀 (OLS)	공간시차모형 (SLM)	공간오차모형 (SEM)
공간시차계수 : ρ	-	0.224 † (0.058)	-
공간오차계수 : λ	-	-	0.341 † (0.066)
_cons	1.604 † (0.490)	0.655 (0.521)	1.426 † (0.494)
교통관련 변수			
Ln(차량주행거리)	0.127 † (0.041)	0.137 † (0.039)	0.154 † (0.040)
인구통계학적 변수			
15세 이하 인구비율(%)	-0.043 † (0.013)	-0.041 † (0.012)	-0.051 † (0.013)
해당 TAZ로의 전입인구비율(%)	0.018 † (0.006)	0.017 † (0.006)	0.018 † (0.006)
사회경제적 및 근린환경 변수			
월평균 가구소득(10분위)	0.076 † (0.026)	0.061 † (0.025)	0.091 † (0.030)
초등학교/어린이집/유치원 수	0.012 † (0.003)	0.012 † (0.003)	0.010 † (0.003)
APT 더미변수(APT 비율이 70%이상이면 1)	-0.155 † (0.074)	-0.157 † (0.071)	-0.145 † (0.072)
복합용도지수(MLI)(0:동일 용도 ~ 1:복합 용도)	1.622 † (0.280)	1.397 † (0.273)	1.373 † (0.297)
도로환경 관련 변수			
버스정류장 및 지하철역수(대중교통 결절점)	0.015 † (0.002)	0.015 † (0.002)	0.015 † (0.002)
제한속도 30kph이하인 도로연장비율(%)	-1.566 † (0.603)	-1.432 † (0.582)	-1.345 † (0.612)
중앙버스전용차로 연장비율(%)	4.808 † (1.463)	4.690 † (1.412)	4.822 † (1.498)
제한속도 차이가 30kph이상인 도로의 접속지점 수	0.011 † (0.003)	0.010 † (0.003)	0.010 † (0.003)
TAZ 개수	423		
공간가중치 행렬	-	Contiguity matrix (Rook)	
전역적 공간상관성(Moran's I)	0.146 †	0.039	-0.008
결정계수(R^2)	0.49	0.51	0.53
AICc	713,523	700,845	691,391
수렴된 Log-Likelihood	-344,761	-337,422	-333,696

주: 괄호안은 표준편차이고, 제시한 값은 모두 신뢰구간 90%이상이며, †은 95%, ‡는 99% 이상을 의미함.
유의하지 않은 변수는 모형에서 0으로 제약되거나 생략되었음

<표 4-14> 사망 및 심각한 부상사고건수(2010년)에 대한 모형별 분석 결과

종속변수 : ln(사망 및 심각한 부상사고건수)	분석모형		
	일반회귀 (OLS)	공간사차모형 (SLM)	공간오차모형 (SEM)
공간사차계수, ρ	-	0.220 † (0.057)	-
공간오차계수 : λ	-	-	0.334 † (0.067)
상수항	0.538 (0.451)	0.163 (0.464)	0.407 (0.455)
교통관련 변수			
Ln(차량주행거리)	0.145 † (0.038)	0.151 † (0.036)	0.164 † (0.037)
인구통계학적 변수			
15세 이하 인구비율(%)	-0.035 † (0.012)	-0.033 † (0.011)	-0.041 † (0.012)
해당 TAZ로의 전입인구비율(%)	0.015 † (0.005)	0.013 † (0.005)	0.015 † (0.005)
사회경제적 및 근린환경 변수			
월평균 가구소득(10분위)	0.073 † (0.024)	0.057 † (0.023)	0.082 † (0.027)
초등학교/어린이집/유치원 수	0.009 † (0.002)	0.010 † (0.002)	0.008 † (0.002)
APT 더미변수(APT 비율이 70%이상이면 1)	-0.149 † (0.068)	-0.155 † (0.065)	-0.148 † (0.066)
복합용도지수(MU)(0:동일 용도 ~ 1:복합 용도)	1.393 † (0.258)	1.218 † (0.252)	1.226 † (0.274)
도로환경 관련 변수			
버스정류장 및 지하철역수 (대중교통 결절점)	0.015 † (0.002)	0.015 † (0.002)	0.015 † (0.002)
제한속도 30kph이하인 도로연장비율(%)	-1.762 † (0.556)	-1.656 † (0.537)	-1.698 † (0.563)
중량버스전용차로 연장비율(%)	3.888 † (1.347)	3.800 † (1.301)	3.869 † (1.379)
제한속도 차이가 30kph이상인 도로의 접속지점 수	0.010 † (0.003)	0.010 † (0.003)	0.009 † (0.003)
TAZ 개수	423		
공간가중치행렬	-	Contiguity matrix (Rook)	
전역적 공간상관성(Moran's I)	0.148 †	0.046	-0.007
결정계수(R^2)	0.51	0.53	0.54
AICc	644,072	632,055	622,124
수렴된 Log-likelihood	-310,036	-303,027	-299,062

주: 괄호안은 표준편차이고, 제시한 값은 모두 신뢰구간 90%이상이며, †은 95%, ‡는 99% 이상을 의미함.
유의하지 않은 변수는 모형에서 0으로 제약되거나 생략되었음

<표 4-15> 경미한 부상사고(2010년)에 대한 모형별 분석 결과

종속변수 : ln(경미한 부상사고건수)	분석모형		
	일반회귀 (OLS)	공간시차모형 (SLM)	공간오차모형 (SEM)
공간시차계수(ρ)	-	0.265 † (0.056)	-
공간오차계수(λ)	-	-	0.402 † (0.063)
상수항	1.013 † (0.502)	0.027 (0.513)	0.815 † (0.503)
교통관련 변수			
Ln(차량주행거리)	0.131 † (0.042)	0.143 † (0.040)	0.164 † (0.041)
인구통계학적 변수			
15세 이하 인구비율(%)	-0.046 † (0.013)	-0.043 † (0.012)	-0.056 † (0.013)
해당 TAZ로의 전입인구비율(%)	0.020 † (0.006)	0.018 † (0.006)	0.019 † (0.006)
사회경제적 및 근린환경 변수			
월평균 가구소득(10분위)	0.073 † (0.026)	0.054 † (0.026)	0.093 † (0.031)
초등학교/어린이집/유치원 수	0.013 † (0.003)	0.013 † (0.003)	0.011 † (0.003)
APT 더미변수(APT 비율이 70%이상이면 1)	-0.152 † (0.075)	-0.150 † (0.072)	-0.128 † (0.073)
복합용도지수(MU)(0:동일 용도 ~ 1:복합 용도)	1.783 † (0.287)	1.476 † (0.278)	1.414 † (0.305)
도로환경 관련 변수			
버스정류장 및 지하철역수 (대중교통 결절점)	0.015 † (0.002)	0.015 † (0.002)	0.015 † (0.002)
제한속도 30kph이하인 도로연장비율(%)	-1.508 † (0.618)	-1.330 † (0.590)	-1.164 † (0.622)
중량버스전용차로 연장비율(%)	5.390 † (1.499)	5.181 † (1.432)	5.254 † (1.528)
제한속도 차이가 30kph이상인 도로의 접속지점 수	0.012 † (0.003)	0.010 † (0.003)	0.011 † (0.003)
TAZ 개수	423		
공간가중치행렬	-	Contiguity matrix (Rook)	
전역적 공간상관성(Moran's I)	0.173 †	0.042	-0.011
결정계수(R^2)	0.50	0.51	0.55
AICc	734,376	714,806	702,709
수렴된 Log-likelihood	-355,188	-344,403	-339,355

주: 괄호안은 표준편차이고, 제시한 값은 모두 신뢰구간 90%이상이며, †은 95%, ‡는 99% 이상을 의미함.
유의하지 않은 변수는 모형에서 0으로 제약되거나 생략되었음

가장 적합한 모형으로 나타난 공간오차모형의 설명변수 변화에 따른 종속변수의 변화를 살펴보기 위해 탄력성을 검토하였으며, 비교모형으로 OLS의 결과를 함께 제시하였다. 본 연구의 분석모형은 log-level형태($\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_j + \mu_i$)로 이때 x의 한 단위($\Delta x = 1$) 변화에 따른 y의 탄력성은 $\% \Delta y = (100\beta_1) \Delta x$ 이다.

15세 이하 인구 비율의 한 단위 증가에 따른 교통사고 감소 효과가 가장 높게 나타났으며, 공간모형 대신 일반회귀모형(OLS) 적용시 VKT, 소득 및 인구변수의 탄력성은 과소 추정, 사회경제적 및 교통환경 변수의 탄력성은 과대 추정된 것으로 나타났다.

<표 4-16> 분석모형별 설명변수의 탄력성 검토

분석변수	총교통사고 모형		사망 및 심각한 부상사고 모형		경미한 부상사고 모형	
	OLS	공간오차모형	OLS	공간오차모형	OLS	공간오차모형
Ln(차량주행거리)	↑	↑	↑	↑	↑	↑
인구통계학적 변수						
15세 이하 인구비율(%)	↓	↓	↓	↓	↓	↓
해당TAZ로의 전입인구비율(%)	↑	↑	↑	↑	↑	↑
사회경제적 및 근린환경 변수						
월평균 가구소득(10분위)	↑	↑	↑	↑	↑	↑
초등학교/어린이집/유치원수	↑	↑	↑	↑	↑	↑
APT 더미변수 (APT비율이 70% 이상이면1)	↓	↓	↓	↓	↓	↓
복합용도지수(MLI) (0:동일용도 ~ 1:복합용도)	↑	↑	↑	↑	↑	↑
도로환경 관련 변수						
버스정류장 및 지하철역수 (대중교통 결절점)	↑	↑	↑	↑	↑	↑
제한속도 30kph이하인 도로연장비율(%)	↓	↓	↓	↓	↓	↓
중량버스전용차로 연장비율(%)	↑	↑	↑	↑	↑	↑
제한속도차이가 30kph 이상인 도로의 접속지점수	↑	↑	↑	↑	↑	↑

주 1. ↑는 탄력성의 증가, ↓는 탄력성의 감소를 의미하며, 음영은 50% 이상을 나타냄

2. 탄력성의 표현방법은 kim et al.(2007)의 논문 참조

4) 국지적 공간회귀모형 분석

(1) 모형 개요²⁶⁾

공간상 특정 위치에서 발생한 데이터는 기본적으로 공간적 자기상관성을 가지게 되며, 이는 공간적 상관성(Spatial Autocorrelation 또는 Spatial Dependence)과 공간적 이질성(Spatial Heterogeneity)으로 구분된다. 이제까지 공간적 종속성을 다룬 공간회귀모형을 통해 서울시 교통사고 발생의 특성을 전역적으로 살펴보았으나, 공간적 이질성 문제는 여전히 해결되지 않고 남아 있다.²⁷⁾ 이는 OLS모형이나 전역적 모형의 경우 지리적 위치에 따른 차이가 없다는 가정 하에서 분석함으로써 공간적 위치에 따른 차이를 고려하지 못하기 때문이다. 즉, 독립변수의 영향이 대상 지역 전체에서 동일하다고 가정한다.

이러한 문제를 해결하기 위한 국지적 모형으로 본 연구에서는 지리가중회귀모형(Geographically Weighted Regression)을 검토하였다. 지리가중회귀모형(GWR)은 각 변수들 간의 관계를 추정하는 회귀계수가 지역간에 서로 다르다는 공간적 이질성을 전제로 지역별로 국지적 회귀모델(locally regressed models)을 추정한다. 이와 같이 공간적으로 이질적인 지역을 계층화하여 모형을 추정하기 때문에 지리가중회귀모형은 다수준 모형(multi-level model) 또는 Locally Linear Spatial Model이라고도 한다. 지리가중회귀분석의 장점은 일반회귀모형과 비교해 볼 때 결과의 잔차가 훨씬 작고 공간적 종속성도 크게 낮을 뿐 아니라 자료와의 부합도는 높다는 점이다. 또한 위치정보와 결합되어 있기 때문에 GIS TOOL을 통해 서울시 내 위치에 따라 모형에 포함된 독립변수의 효과와 통계적 유의성의 차이를 시각적으로 확인할 수 있다.

(2) GWR분석 결과²⁸⁾

GWR은 423개 각각의 TAZ에 적합한 개별 회귀식을 추정하므로 각 TAZ별 독립변

26) 지리가중회귀모형의 이론적 내용 및 자세한 설명은 〈부록 5〉 참조

27) 전역적 공간회귀모형 분석 후 시행한 Breusch-Pagan 검정 결과에서도 귀무가설(H_0 : 동분산)이 기각됨으로써 여전히 이분산성이 남아있음을 알 수 있음

28) 지리가중회귀모형의 분석결과의 시각적 표현은 〈부록 9〉에 수록하였음

수 회귀계수의 평균, 최소값, 최대값을 <표 4-17>~<표 4-19>에 제시하였다. 이를 통해 계수 추정치의 평균치보다 높은 반응을 보이는 지역을 추려내어 그룹핑함으로써 교통개선내용에 대한 근거를 마련할 수 있다.

교통사고에 대한 노출도를 나타내는 차량주행거리 변수는 모든 TAZ에서 교통사고를 증가시키는 것으로 나타난 반면 가구소득이나 중앙버스전용차로와 같은 일부 변수들은 개별 TAZ 모형에서 항상 동일한 방향으로 나타나지 않았다.

교통사고의 심각도 측면에서 총사고모형은 중앙버스전용차로 다음으로 영향을 미치는 변수가 대중교통결절점, 복합용도지수, VKT 순으로 나타나 다른 심각도 수준 모형들과 차이를 보였다.

<표 4-17> 총 교통사고에 대한 GWR 분석결과

종속변수 : ln(총 사고건수)	TAZ별로 추정된 계수값		
	평균값	최소값	최대값
상수항	0.718	-0.951	2.101
교통관련 변수			
Ln(차량주행거리)	0.188	0.055	0.344
인구통계학적 변수			
15세 이하 인구비율(%)	-0.036	-0.091	-0.005
해당 TAZ로의 전입인구비율(%)	0.023	0.009	0.040
사회경제적 및 근린환경 변수			
월평균 가구소득(10분위)	0.074	-0.032	0.143
초등학교/어린이집/유치원 수	0.014	0.007	0.026
APT 더미변수(APT 비율이 70%이상이면 1)	-0.186	-0.337	-0.037
복합용도지수(MLI)(0:동일 용도 ~ 1:복합 용도)	1.574	0.939	2.222
도로환경 관련 변수			
버스정류장 및 지하철역수(대중교통 결절점)	0.015	0.010	0.018
제한속도 30kph이하인 도로연장비율(%)	-2.144	-3.807	-0.732
중앙버스전용차로 연장비율(%)	3.614	-1.102	7.155
제한속도 차이가 30kph이상인 도로의 접속지점 수	0.010	0.005	0.014
대역폭(Bandwidth)	281.000		
전역적 공간상관성(Moran's I)	0.187 (Z-value : 6.71)		
R^2	0.57		
수렴된 Log-likelihood	-306.239		
AICc	703.563		

경미한 사고나 사망 및 심각한 부상사고 모형 모두 중앙버스전용차로에 의한 사고 증가가 가장 큰 것으로 나타났다. 심각한 사고모형에서는 제한속도 30kph 이하인 도로연장비율 증가에 따른 교통사고 감소효과가 중앙버스전용차로 연장비율 증가에 따른 교통사고 증가효과와 유사한 수준으로 나타났다.

GWR 분석을 통한 423개 TAZ별 회귀식에서 일부 TAZ의 일부 변수에 대해서는 통계적 유의성이 매우 낮게 나타났다. 그 이유는 개별 TAZ에서의 데이터가 국지적으로 상관되어 있거나(Wheeler and Tiefelsdorf, 2005), 표준오차를 추정하는 GWR의 방법(Hadayegehi et al., 2010) 때문으로 판단된다. GWR에서의 표준오차는 다수의 TAZ 데이터를 재사용함으로써 개략적으로 추정되기 때문(Congdon, 2003)이다.

<표 4-18> 사망 및 심각한 부상사고에 대한 GWR 분석결과

종속변수 : ln(사망 및 심각한 부상사고건수)	TAZ별로 추정된 계수값		
	평균값	최소값	최대값
상수항	-0.170	-1.335	0.820
교통관련 변수			
Ln(차량주행거리)	0.190	0.087	0.306
인구통계학적 변수			
15세 이하 인구비율(%)	-0.026	-0.067	0.002
해당 TAZ로의 전입인구비율(%)	0.019	0.007	0.033
사회경제적 및 근린환경 변수			
월평균 가구소득(10분위)	0.068	-0.025	0.122
초등학교/어린이집/유치원 수	0.011	0.004	0.018
APT 더미변수(APT 비율이 70%이상이면 1)	-0.183	-0.305	-0.053
복합용도지수(MLI)(0:동일 용도 ~ 1:복합 용도)	1.444	0.864	2.181
도로환경 관련 변수			
버스정류장 및 지하철역수(대중교통 결절점)	0.016	0.011	0.019
제한속도 30kph이하인 도로연장비율(%)	-2.414	-3.977	-0.739
중앙버스전용차로 연장비율(%)	2.738	-1.134	5.310
제한속도 차이가 30kph이상인 도로의 접속지점 수	0.009	0.005	0.014
대역폭(Bandwidth)	285,874		
전역적 공간상관성(Moran's I)	0.182 (Z-value : 6.09)		
R^2	0.58		
수렴된 Log-likelihood	-274,813		
AICc	639,109		

<표 4-19> 경미한 부상사고에 대한 GWR 분석결과

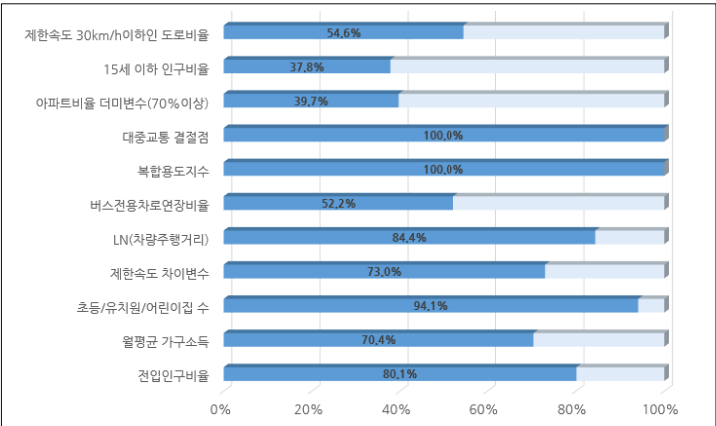
종속변수 : ln(경미한 부상사고건수)	TAZ별로 추정된 계수값		
	평균값	최소값	최대값
상수항	0.110	-2,072	2,220
교통관련 변수			
Ln(차량주행거리)	0.204	-0.008	0.408
인구통계학적 변수			
15세 이하 인구비율(%)	-0.045	-0.106	-0.004
해당 TAZ로의 전입인구비율(%)	0.025	0.008	0.049
사회경제적 및 근린환경 변수			
월평균 가구소득(10분위)	0.065	-0.078	0.167
초등학교/어린이집/유치원 수	0.017	0.004	0.035
APT 더미변수(APT 비율이 70%이상이면 1)	-0.163	-0.356	0.027
복합용도지수(MLI)(0: 동일 용도 ~ 1:복합 용도)	1.603	0.671	2.528
도로환경 관련 변수			
버스정류장 및 지하철역수(대중교통 결절점)	0.014	0.007	0.020
제한속도 30kph이하인 도로연장비율(%)	-2.020	-3.875	-0.364
중양버스전용차로 연장비율(%)	3.785	-1.897	8.473
제한속도 차이가 30kph이상인 도로의 접속지점 수	0.011	0.003	0.015
대역폭(Bandwidth)	235,000		
전역적 공간상관성(Moran's I)	0.197 (Z-value : 6.84)		
R^2	0.62		
수렴된 Log-likelihood	-297,565		
AICc	708,845		

(3) GWR분석 결과의 활용

전역적 공간모형은 서울시 전역에 대해 최적화된 회귀모형식이 1개 도출되나, 지리적 가중회귀모형에서는 공간적 분석단위인 TAZ 개수만큼의 회귀식이 도출되며, 이때 각 설명변수의 통계적 유의성은 TAZ별로 달라진다. 즉, <그림 4-7>은 국지적 회귀식에서 설명변수가 통계적 유의성을 확보한 비율을 나타낸 것으로 복합용도지수와 대중교통결절점 변수만이 전역적 모형에서와 마찬가지로 서울시내 모든 TAZ에서 통계적 유의성을 확보하였음을 알 수 있다. 반면, 15세 이하 인구비율이나 아파트비율

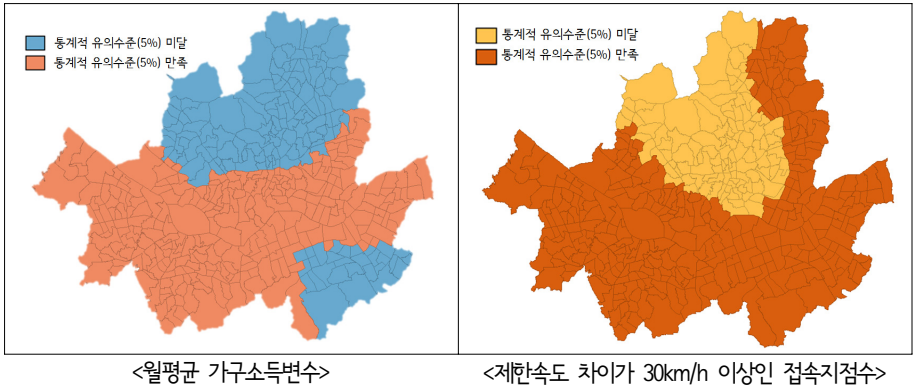
에 대한 더미변수는 통계적 유의성을 확보한 TAZ가 상대적으로 적은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 곧 교통사고에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 공간요인이 TAZ별로 달라짐을 의미하며, 결국 이는 공간적 위치 특성을 고려해야 할 필요가 있음을 나타낸다.

<그림 4-7> GWR(총사고모형)의 설명변수별 통계적 유의성 확보 현황



이러한 설명변수의 통계적 유의성을 공간적으로 나타내면 지역적 분포를 알 수 있으며, GWR의 가장 큰 장점은 이를 통해 지역별 교통사고 영향요인을 고려한 맞춤형된 해결방안을 모색할 수 있다는 점이다. 예를 들어 제한속도 차이가 30km/h 이상인 접속지점 변수가 교통사고에 미치는 영향이 통계적 유의성을 갖는 TAZ의 경우 교통안전사업 시행시 이 점을 염두에 둘 필요가 있다.

<그림 4-8> 설명변수의 통계적 유의성을 고려한 공간 분포



4. 모형분석결과 비교 및 고찰

1) 모형의 설명력 비교

각 심각도 모형별로 OLS와 전역적 공간회귀모형간 우도비 검정결과 공간오차항을 포함한 모형이 OLS 모형에 비해 매우 유의하게 나타나고 있어 모형의 적합도를 개선시킨 것으로 판단된다.

따라서 2010년 서울시 교통사고 발생분석을 위한 전역적 모형으로는 공간오차 모형이 가장 적합한 것으로 나타났다. 공간오차모형의 경우 R^2 값은 가장 높고, Log likelihood는 가장 작게 나타나 모형의 적합도가 높아졌음을 알 수 있으며, AICs 통계량의 차이도 4이상으로 모형의 개선이 있다고 말할 수 있다.

지리가중회귀모형(GWR)은 국지적 공간상관성을 지역단위별로 통제한 모형으로 모형 설명력이 가장 좋을 수 밖에 없는 구조이다. R^2 값과 Log Likelihood값의 경우 모든 모형에서 GWR이 가장 좋은 설명력을 가지는 것으로 나타난 반면 AICc값에서는 모든 사고심각도모형에서 공간오차모형이 가장 적합도가 높은 것으로 나타났다. 따라서 서울시와 같이 지역의 특성이 복합적으로 혼재되어 있는 경우에는 오차항의 공간적 변이를 고려한 공간오차모형이나 국지적 모형이 적합한 것을 알 수 있다.

<표 4-20> 모형 설명력 비교

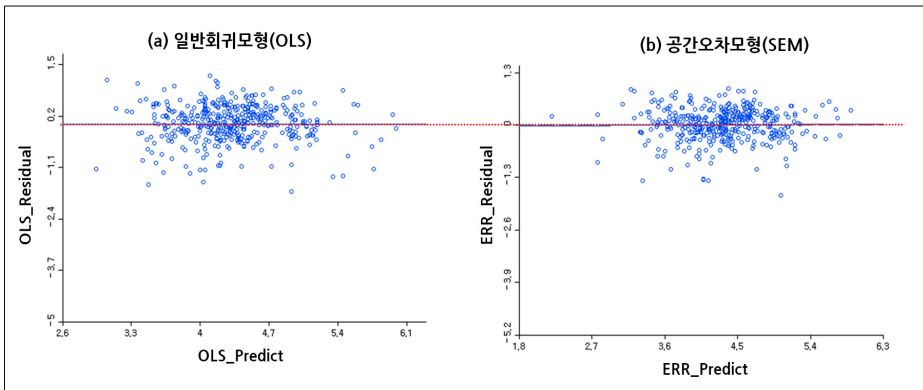
구분	모형 설명력 지표	일반회귀모형	공간시차모형	공간오차모형	지리가중회귀
총사고모형	[1] R^2	0.49	0.51	0.53	0.57
	[2] Log Likelihood	-344.761	-337.422	-333.696	-306.239
	[3] AICc	713.523	700.845	691.391	703.563
사망/심각한 부상 사고 모형	[1] R^2	0.51	0.53	0.54	0.58
	[2] Log Likelihood	-310.036	-303.027	-299.062	-274.813
	[3] AICc	644.072	632.055	622.124	639.109
경미한 부상 사고모형	[1] R^2	0.50	0.51	0.55	0.62
	[2] Log Likelihood	-355.188	-344.403	-339.355	-297.565
	[3] AICc	734.376	714.806	702.709	708.845

2) 오차의 이분산성 변화 진단

본 연구에서 분석한 모든 모형이 Breusch-Pagan 검정의 귀무가설(H_0 : 오차의 동분산성)을 기각하지 못하여 이분산성이 여전히 존재하는 것으로 나타났다. 그러나 OLS모형의 잔차를 기준으로 OLS보다는 공간시차모형이, 또 이 보다는 공간오차모형 잔차의 이분산성이 개선되었음을 알 수 있다.

다음 그림과 같이 공간오차모형 분석결과 잔차들이 0을 기준으로 더욱 밀집되어 있으며 잔차의 범위도 감소하여 등분산에 더 가까워졌음을 알 수 있다.

<그림 4-9> 모형 개선효과 : 오차의 이분산성 감소



3) 잔차의 공간적 자기상관성 변화 진단

잔차의 공간적 자기상관성을 살펴본 결과, 공간오차모형에서는 잔차의 공간적 자기상관성이 크게 감소한 것으로 분석되어 OLS에 보다 적합한 모형으로 분석되었다. OLS 잔차의 Moran's I는 0.146으로 공간적 자기상관성이 존재하는 반면, 공간오차모형의 Moran's I는 -0.008로 잔차의 공간적 자기상관성이 크게 감소하였다.

<표 4-21> 총 교통사고에 대한 분석모형별 공간 상관성 변화

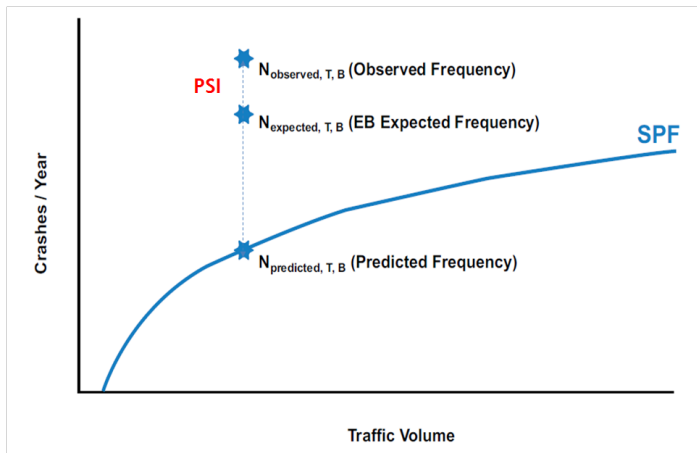
구분	일반회귀모형(OLS)	공간시차모형(SLM)	공간오차모형 SEM)	지리가중회귀(GWR)
Moran's I	0.146	0.039	-0.008	0.187

4) TAZ의 잠재적 안전개선도 분석

(1) PSI 개념

PSI란 미국 AASHTO가 발간한 HSM(Highway Safety Manual, 2010)에 제시된 잠재적 교통안전개선지수(Potential for Safety Improvement)로서 미국에서는 교통 안전사업의 우선순위를 결정하는데 활용되고 있다. 개념은 비교적 단순하여 교통량과 사고건수간의 관계를 나타낸 그래프에서 실제 사고건수와 예측된 사고건수를 비교하고 이 차이를 잠재적 개선도의 크기로 해석하면 된다. 그러나 PSI를 산정하기 위해서는 해당 지역 또는 도로 축에서 발생한 교통사고 분석을 통해 도출되는 안전성능함수(Safety Performance Function)의 구축이 선행되어야 한다. 미국에서는 오랜 기간에 걸쳐 구축되고 보완된 지역별 SPF를 통해 PSI를 산정하는 과정이 매뉴얼화되어 있다.

<그림 4-10> PSI 개념도



자료 : Frank Gross, Bhagwant Persaud, and Craig Lyon, 2010. A Guide to Developing Quality Crash Modification Factors, FHWA, pp.22

본 연구에서는 국내 교통사고 관련 자료의 제약을 감안하여 PSI를 다음과 같은 수식으로 표현하였다. TAZ_i 혹은 TAZ_j에서 발생한 실제 사고건수(y_i 혹은 y_j)와 (다른 변수에 의한 영향은 통제된 상태에서) 예측된 사고건수($\hat{y}$)와의 차이를 말한다.

$$PSI_i = Y_i - \hat{Y}, \quad \text{이때 } \hat{Y} = f(VKT)$$

다만, 국내에는 아직 지역별 SPF에 대한 정보가 없기 때문에 이때의 $\hat{Y}$ 은 노출빈도에 해당하는 VKT만의 영향력을 고려한 일변량 분석에 의해 예측된 사고건수로 같음하였다. 위 식에서 결국 PSI_i 는 회귀식의 종속변수에 대한 잔차(residual)에 해당하며, 이 값이 0보다 크면 예측치보다 실제 사고건수가 더 많으므로 동일 노출빈도(VKT) 대비 잠재적 안전개선 효과가 높은 지역으로 해석된다. 반면, PSI_i 가 0보다 작으면 예측치보다 실제 사고건수가 작으므로 동일 노출빈도(VKT) 대비 잠재적 안전개선 효과가 낮은 지역으로 볼 수 있다.

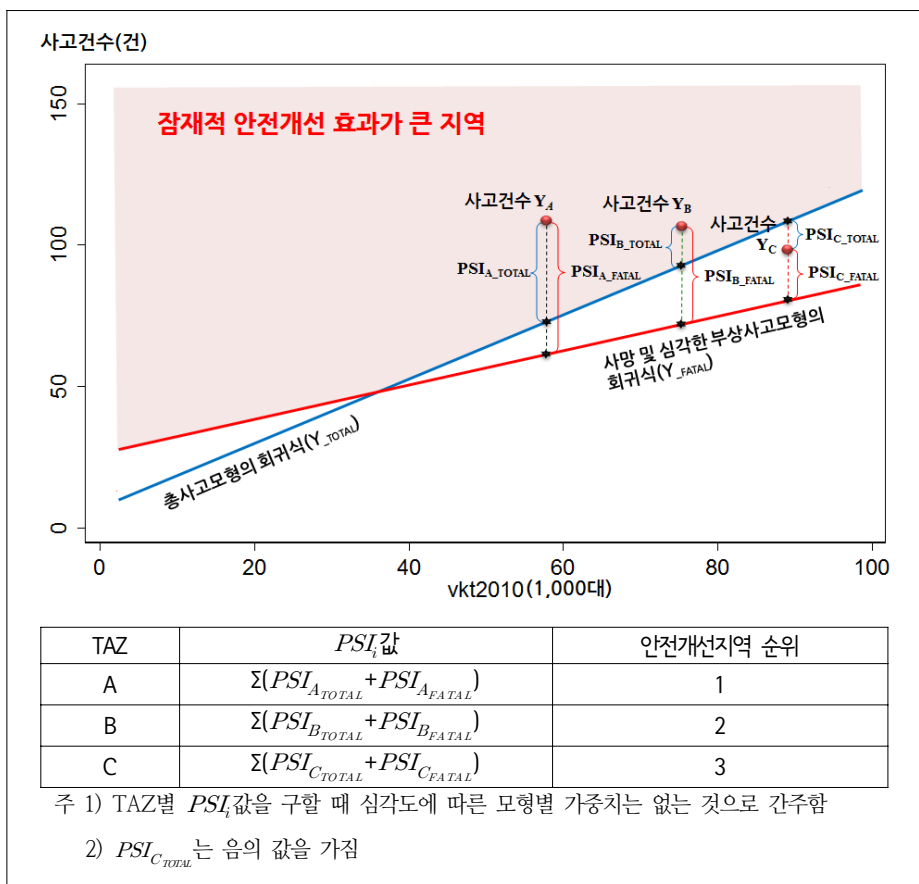
〈그림 4-11〉에서 보는 바와 같이 동일한 노출빈도(VKT)를 가진 지역인 경우에도 PSI_i 가 달라지는 것을 알 수 있으며, PSI_i 분석을 통해 TAZ의 잠재적 안전 개선 효과를 분석하고 안전개선 지역의 순위를 결정할 수 있다. 이 때 잠재적 안전 개선지역을 보다 세분화하기 위해 총 교통사고건수에 대한 회귀식 외에 사망 및 심각한 부상사고에 대한 회귀식을 추가함으로써 VKT가 교통사고 심각도에 미치는 영향을 고려했을 때의 PSI값도 함께 얻을 수 있다.

따라서 TAZ의 최종적인 PSI_i 값은 두 값을 합한 값이 되며, 잠재적 안전 개선 효과에 미치는 사고심각도 모형별 가중치는 동일한 것으로 간주한다.

$$PSI_i = w_{total} PSI_{total} (Y_i - \hat{Y}) + w_{fatal} PSI_{fatal} (Y_i - \hat{Y})$$

여기서, PSI_{total} 는 총 사고모형, PSI_{fatal} 는 사망 및 심각한 부상사고모형의 PSI, w_{total} 은 총 사고모형, w_{fatal} 은 총 사고모형의 가중치를 의미한다.

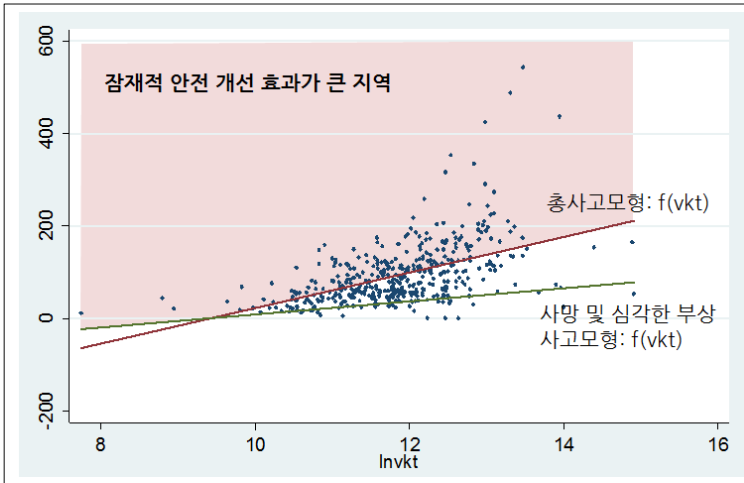
<그림 4-11> PSI_i 및 안전개선폭역 순위 결정 개념도



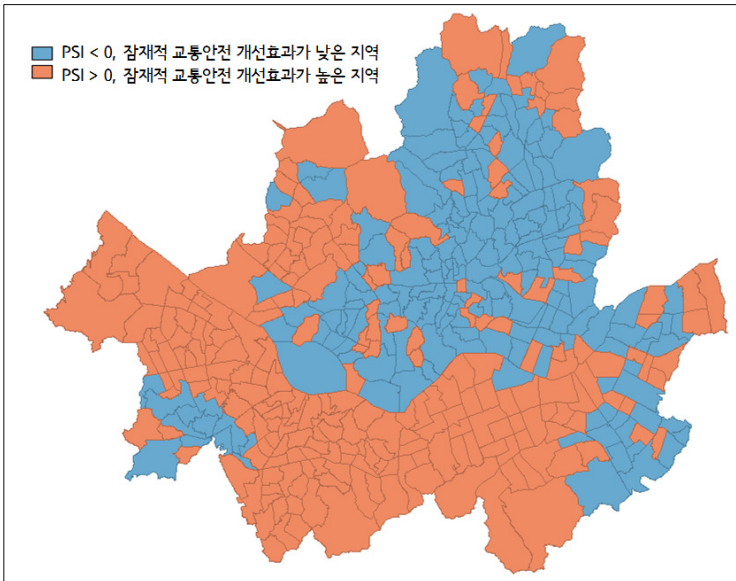
(2) PSI_i 분석

총 사고모형과 사망 및 심각한 부상사고모형을 함께 고려한 PSI_i 산출결과, 서울시 내 총 423개 TAZ 중 155개 TAZ는 노출빈도(VKT)에 비해 잠재적 안전개선효과가 적은 지역으로, 268개 TAZ는 노출빈도(VKT)에 비해 잠재적 안전개선효과가 큰 지역으로 나타났다.

<그림 4-12> 노출빈도(VKT)에 따른 TAZ별 PSI_i 분석결과



<그림 4-13> 서울시 TAZ별 PSI_i 분석결과



(3) PSI_i 분석결과의 활용

노출빈도에 대한 영향을 고려한 PSI_i 값에 따라 잠재적 안전개선 효과가 큰 지역으로 분류된 268개 TAZ에 대해 사고 심각도 모형별 변수의 영향력을 살펴본 결과,

사고 심각도별로 통계적 유의성과 영향력이 다르게 나타났다.

사망 및 심각한 부상사고모형의 경우 통계적으로 유의하게 영향을 받는 요인이 5개에 불과해 총 사고모형에 비해 매우 적은 것으로 나타났다.²⁹⁾ 토지이용이 복합적이고, 버스정류장이나 지하철역이 많으며, 제한속도 차이가 30kph이상인 접속지점 수가 많은 지역일수록 사망을 포함한 심각한 부상사고건수가 증가하는 것으로 나타났으며, 15세 이하 인구가 많은 지역에서는 이와 같은 사고가 감소하는 것으로 나타났다.³⁰⁾

<표 4-22> 안전개선효과가 큰 지역($PSI_i > 0$)의 교통사고 영향요인 분석결과

종속변수 : $\ln(\text{총 사고건수}),$ $\ln(\text{사망 및 심각한 부상사고건수})$	안전개선효과가 큰 지역($PSI_i > 0$)	
	총사고모형	사망 및 심각한 부상사고모형
상수	1.741 †	0.796 †
교통 관련 변수		
$\ln(\text{차량주행거리})$	0.195 †	0.200 †
인구통계학적 변수		
15세 이하 인구비율(%)	-0.024 †	-0.019 †
전입인구비율(%)	0.008 †	-
사회경제적 및 근린환경 변수		
월평균 가구소득(10분위)	0.034 †	-
초등학교/어린이집/유치원 수	0.003 †	-
APT 더미변수	-	-
복합용도지수	0.815 †	0.600 †
도로환경 관련 변수		
버스정류장 및 지하철역수	0.011 †	0.011 †
제한속도 30kph이하인 도로연장비율(%)	-	-
중앙버스전용차로 연장비율(%)	1.787 †	-
제한속도 차가 30kph이상인 도로의 접속지점 수	0.004 †	0.004 †
결정계수(R^2)	0.593	0.567
분석모형	OLS	
TAZ 개수 ($PSI_i > 0$)	268	

주 : 계수값이 제시된 변수는 신뢰수준 90% 이상, †은 95%, ‡는 99% 이상을 의미함

29) 사망 및 심각한 부상사고모형에서 영향을 미치는 공간변수가 적게 나타난 것은 사망 및 심각한 부상사고의 경우 도로 및 주변 환경에 의한 공간적 영향 보다는 운전자 및 동승자의 인적 요인(Human factor)이 가장 큰 영향을 미치기 때문으로도 해석할 수 있음

30) 이러한 차이는 그룹별 기초통계량의 차이에서도 드러나며, 상세한 내용은 <부록 10> 참조

(4) PSI_i 분석을 통한 정책적 활용방안 도출

PSI_i 가 큰 지역일수록 안전 개선 효과가 높은 지역이므로 교통안전정책 적용을 위한 지역적 우선순위를 결정하는데 이를 활용할 수 있다. <표 4-23>과 같이 잠재적 안전개선효과를 기준으로 전체 423개 TAZ의 순위를 매긴 결과, 서울시내 도심 및 부도심 지역이 최상위권을 차지하였으며, 이를 통해 교통사고 위험도가 항상 노출빈도(VKT)와 반드시 비례하지 않음을 확인할 수 있었다.

<표 4-23> 잠재적 안전 개선 효과가 큰 지역 순위

안전개선효과가 높은 지역 순위	TAZ이름	PSI	VKT2010 (천대)	사망 및 심각한 사고비율
1	역삼1동	900.6262	709,7491	32.9%
2	종로1,2,3,4가동	800.9456	604,2198	36.5%
3	영등포동	694.6937	435,053	31.1%
4	여의도동	637.6884	1146,092	39.5%
5	서교동	568,799	279,9598	36.8%
6	논현2동	521.5963	375,924	32.8%
7	논현1동	498,9498	261,5353	35.0%
8	용신동	426,867	433,5684	45.7%
9	망우본동	388,2946	198,6187	33.3%
10	독산제1동	386,1657	490,9735	35.8%
11	청담동	348,0361	355,0241	34.4%
12	압구정동	330,9153	450,287	30.7%
13	화곡제1동	311,3917	172,089	31.2%
14	서초3동	292,5614	487,5835	33.5%
15	구로제2동	290,7529	468,811	29.3%
16	공릉1동	279,9749	252,7549	41.1%
17	신림동	276,3239	232,6331	30.4%
18	가산동	267,4411	428,6509	36.5%
19	제기동	266,0108	166,785	43.6%
20	회현동	259,0305	397,9034	31.7%

5. 소결

1) 연구 내용 요약

본 연구에서는 서울시내 423개 TAZ 수준에서의 교통사고 발생 특성을 알아보기 위해 총 사고건수, 사망 및 심각한 부상사고, 경미한 부상 이하의 교통사고에 대해 각각 일반회귀(OLS), 공간오차모형(SEM)과 공간시차모형(SLM) 및 지리가중회귀(GWR) 분석을 수행하였다.

(1) 공간분석모형 결과

AICc와 LM 검정을 통해 각 모형의 적합도를 살펴본 결과, 서울시 교통사고의 발생 특성을 가장 잘 설명하는 모형은 공간오차모형으로 나타났다. 그러나 동분산에 대한 Jarque-Bera 검정결과가 기각됨으로써 공간오차모형에서도 사고데이터의 이분산성을 완벽하게 제거하지 못한 것으로 나타났다.

공간적 이질성을 고려하는 GWR모형의 경우 모형의 결정계수(R^2)와 LL값에서는 모형의 적합도가 개선된 것으로 나타났으나, AICc값에서는 모형의 적합도가 크게 개선되지 않았다. 지리가중회귀분석에서는 공간적 이질성을 고려하였으나, 모형의 적합도 측면에서 공간오차모형을 통계적으로 유의한 수준에서 개선하지 못한 것으로 나타났다. 또한 모형의 분석결과를 토대로 PSI를 산정함으로써 안전도 개선 효과가 높은 TAZ를 파악하고 이를 정책적으로 활용하는 방안을 제시하였다.

사고 유형에 따라 총 교통사고 모형, 사망 및 심각한 부상사고모형, 경미한 부상수준의 교통사고 모형으로 구분하여 OLS와 공간회귀분석을 시행한 결과, 교통사고 심각도에 따라 변수의 영향력이 달라지는 것으로 나타났다. 예를 들어 제한속도 30kph이하인 도로연장비율이 사고감소에 미치는 영향은 사망 및 심각한 부상사고모형에서 가장 크게 나타났으며, 중앙버스전용차로와 복합용도지수에 의한 교통사고 증가 효과는 경미한 사고모형에서 가장 크게 나타났다.

(2) 선행연구 결과와의 비교

서울시의 경우 소득수준이 높은 TAZ일수록 교통사고가 더 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 미국의 50개 주(State)를 대상으로 한 연구(Noland, 2003) 결과(소득이 높은 지역일수록 교통사고 발생건수 감소)와 상반된 결과이다. 이를 토대로 주(State)와 같이 공간적 범위가 넓은 수준에서의 연구결과가 반드시 소규모 수준(TAZ)에서의 연구결과와 일치하지 않으며, 결국 교통사고에 미치는 영향은 지역 또는 국가 등 분석 단위에 따라 상이하게 나타나는 것을 알 수 있다.

TAZ에서 아파트의 비율이 높아질수록 교통사고는 감소하는 것으로 나타났으나 이를 근거로 높은 인구밀도가 교통안전측면에서 더 안전하다고 해석할 수는 없다. 이러한 분석결과가 나타난 것은 아파트 건설시 개선된 도로 및 보행환경에 의한 영향 또는 서울과 같은 복합고밀개발지역에서 국지적으로 나타난 결과일 수 있기 때문이다. 따라서 아파트 비율이 교통사고에 미치는 영향은 다른 지역이나 다른 공간적 크기를 가진 연구(Abdel-Aty et al., 2013)를 통해 향후 다양하게 분석될 필요가 있다.

본 연구를 통해 서울시 교통사고가 어떤 공간적 변수에 의해 더 많은 영향을 받는지 알게 되었지만, 본 연구의 배경에서 지적인 바와 같이 공간적 특성을 근거로 면(面)적인 교통안전 개선이 이루어지기 위해서는 보다 다양한 공간단위에서 교통사고 발생 특성에 대한 분석이 필요할 것으로 판단된다. 또한, 본 연구에서는 서울시의 교통사고 발생 특성에 초점을 맞추기 위해 공간분석에 사용된 공간집계단위 및 이와 관련된 연구와 문제점에 대해서는 언급하지 않았음을 밝혀 둔다.

2) 정책적 시사점

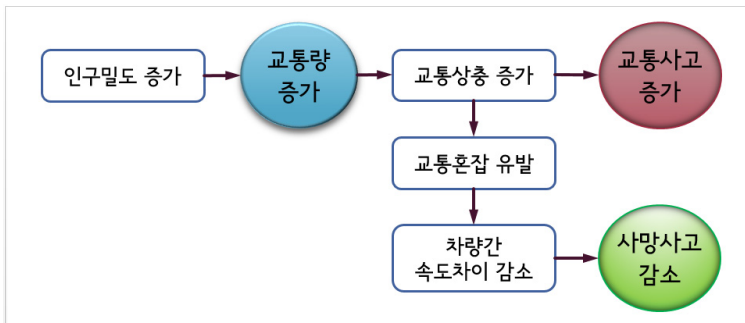
본 연구 결과는交通安全 정책적으로 매우 중요하고 직접적인 함의를 제시하고 있다.

첫째, 교통사고와 이에 대한 노출빈도간 관계에 대한 포괄적 이해가 필요하다. 본 연구에서는 전통적으로 교통사고에 대한 노출빈도로 사용되어온 인구, 교통량 등의 변수 대신 총차량주행거리(VKT)를 사용하였는데, 이는 인구 변수가 통계적

유의성이 없기 때문이 아니라 교통사고와 노출변수가 가지는 양면성 때문이며, 인구밀도, 교통량, 교통사고간의 관계를 통해 이해할 수 있다.

일반적으로 인구밀도가 높을수록 교통량은 많아지며, 이는 결국 교통상충을 증가시켜 결과적으로 교통사고를 증가시키게 된다. 그러나 증가된 교통량은 혼잡을 유발시키고 혼잡은 차량간 속도차이를 감소시켜 치명적인 교통사고를 감소시킬 수 있다.

<그림 4-14> 인구, 교통량, 교통사고간의 관계



이러한 관계는 선행연구를 통해서도 증명되었는데, 일반적으로 인구밀도가 높은 지역의 경우 노출빈도가 증가하므로 교통사고가 더 많이 발생(de Guevara et al., 2004; Levine et al., 1995; Hadayeghi et al., 2003)하지만, 인구밀도가 낮은 지역의 경우 사고건수는 적은 반면 사망 및 심각한 부상으로 이어지는 교통사고의 비율이 높게 나타났다(Noland and Quddus, 2004). 또한 혼잡 감소를 위한 제한속도 상향 조정 및 도로기하구조 개선 등의 교통혼잡 감소정책은 교통사고와 사망사고를 증가시키는 것으로 나타나(Noland, 2003; Noland and Quddus, 2004; Noland and Oh, 2004; Venkataraman et al. 2011; Siddiqui et al. 2012) 교통안전측면에서는 바람직하지 않은 결과를 초래할 수도 있다.

이와 같이 교통사고는 시·공간적 현상으로 다양한 공간 요인과 다양한 관계를 맺고 있으므로 교통사고의 위험도를 결정할 때 다양한 변수들을 함께 고려해야 한다.

둘째, 중앙버스전용차로 연장비용 변수는 모든 심각도 유형의 모형에서 가장 큰 영향을 가지는 것으로 나타났는데, 이는 매우 중요한 함의를 가진다. 왜냐하면 서울시

에 설치된 중앙버스전용차로는 이미 혼잡한 간선도로축을 대상을 버스에 대한 수단 효율성을 개선시키기 위해 설치되었기 때문이다. 따라서 중앙버스전용차로의 기하구조 및 안전시설물에 대한 개선을 통해 교통사고에 미치는 영향을 감소시키는 전략 개발이 필요하며, 반드시 지켜야 할 기본 원칙은 운전자의 기대(Driver's Expectancy)에 어긋나는 환경을 최소화하는 것이다. 이때 지리가중회귀(GWR) 및 PSI 분석을 통해 중앙버스전용차로에 의한 교통사고 증가 영향이 큰 TAZ를 검토할 수 있다.

관련 전문가³¹⁾들은 중앙버스전용차로 도입에 따라 교통사고가 실제로 증가하였거나 증가할 것으로 주장하고 있으나, 중앙버스전용차로가 교통사고에 미치는 영향을 계량화하여 제시한 것은 본 연구가 최초라는 데에 의의가 있다.

셋째, 제한속도가 30kph 이하인 도로연장비율이 증가할수록 교통사고는 감소하는 것으로 나타났다. 이는 도로의 제한속도를 제한하는 정책이 교통사고에 안전한 도시환경을 조성하는데 기여할 수 있음을 나타내는 정책 근거로 활용 가능하다.

넷째, 복합용도지수, 지하철 및 정류장 수, 제한속도 차이가 30kph 이상인 접속지점 수 등과 같이 도시공간내 이동 객체간 상충을 나타내는 변수들의 증가는 교통사고를 증가시키는 것으로 나타나 도시 및 도로환경 설계시 이를 최소화하기 위한 면밀한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

복합용도지수(MLI) 변수가 1에 가까워 토지이용이 복합용도로 개발될수록 교통사고를 증가시키는 것으로 나타났는데, 이는 복합용도의 고밀 개발에 의해 차량, 자전거, 보행자간 상충지점이 증가하였기 때문으로 해석할 수 있다.³²⁾

31) 국민권익위원회(사회제도개선담당관)는 2011년 중앙버스전용차로 교통사고 방지를 위한 제도개선을 경찰청과 서울특별시에 요구하였으며, 관련 자료에 따르면 인천광역시에서는 교통사고 증가를 우려하여 2011년 중앙버스전용차로제 도입을 전면 백지화한 바 있음

(※ 자료 1. 국민권익위원회, 2011. 중앙버스전용차로 교통사고 방지를 위한 제도개선

2. 신민재, 2011. “인천시 중앙버스전용차로 도입 백지화”, 연합뉴스, 9월 22일자)

32) 복합용도개발(Mixed Landuse Development)은 긍정적 측면에서 직주 근접에 의해 도심공동화 현상을 방지하고 심각한 도심 교통난을 완화시킴으로써 사회적 비용을 절감하며, 토지의 가치를 높이는 순기능이 있으나, 만약 도시 전체적인 마스터플랜을 토대로 개별 건축물간 복합 용도가 상호 유기적으로 연계되지 못할 경우 보행자, 차량, 자전거 간 상충을 증가시키는 역기능이 나타날 수 있음 (※ 자료 : 서울도시계획포털(<http://urban.seoul.go.kr>),을 참조하여 재작성)

지하철역과 버스정류장은 대중교통 결절점, 제한속도 차이가 30kph이상인 접속지점은 속도가 높은 도로와 속도가 낮은 도로간 결절지점으로 차량과 사람들간의 상충이 끊임없이 일어나는 공간으로 볼 수 있다. 따라서 도시공간 내에 존재하는 이러한 결절지점에서 나타나는 운전자와 보행자의 행태에 대한 미시적인 분석을 통해 교통안전을 담보할 수 있는 기하구조 디자인의 개선이 필요할 것으로 판단된다.

다섯째, 교통안전에 위험한 지역을 판단할 때는 결과로서 발현된 교통사고 뿐 아니라 그러한 공간적 현상이 나타나게 된 공간적 이질성(Heterogeneity)을 함께 고려해야 한다.

전역적으로 교통사고에 영향을 미치는 변수가 개별 분석단위의 국지적 차원에서는 그 영향이 미미할 수 있는데, 국지적 차원이 가지는 공간적 환경과 이의 상호작용이 지역별로 차이가 있기 때문이다. 즉, 공간상에 발현된 교통사고건수는 동일하다고 하더라도 내재된 위험도는 주변 환경에 따라 달라지기 때문으로³³⁾, 이러한 다양한 변수를 고려한 분석 결과를 근거로 교통안전개선사업을 시행할 때 안전개선 효과 및 예산 투자의 효율성이 개선될 것으로 예상된다.

〈표 4-24〉 교통사고 모형분석결과 및 정책적 시사점 도출

모형 분석결과	정책적 시사점
① 교통사고의 특성을 이해하기 위해서는 인구 밀도, 교통량, 교통사고간의 유기적 관계에 대한 이해가 필요함	- 교통사고가 이 변수들과 양면적 관계를 가지기 때문에 교통 모형 분석시 다양한 변수들에 대한 충분한 고려가 필요함
② 중앙버스전용차로 연장비율은 모든 모형에서 가장 큰 교통사고 증가 영향을 가짐	- 중앙버스전용차로의 기하구조 및 안전시설물에 대한 개선을 통한 교통사고 감소 전략 개발 필요 - 기본 원칙은 운전자의 기대(Driver's Expectancy)에 어긋나는 환경을 최소화하는 것임
③ 제한속도가 30kph 이하인 도로연장비율은 교통사고 감소 영향	- 도로의 제한속도를 제한하는 정책이 교통사고에 안전한 도시환경을 조성하는데 기여할 수 있음을 제시하는 토대 마련
④ 도시공간의 객체간 상충을 나타내는 변수들의 교통사고 증가 영향	- 도시공간 내에 이러한 결절지점에서 나타나는 운전자와 보행자에 대한 미시적 행태분석을 통해 교통안전을 담보할 수 있는 물리적 디자인 개선 필요
⑤ 교통사고가 나타나게 된 공간적 이질성에 대한 검토 필요	- 교통사고건수는 동일하다고 하더라도 잠재적 위험도는 주변 환경에 따라 달라지기 때문임 - 이를 통해 안전개선 효과 및 예산 투자의 효율성 제고

33) 내재된 위험도에 대한 설명은 〈부록 11〉 참조

chapter V

교통사고 취약지점 및
교통안전 개선사례 분석

교통사고 취약지점 및 교통안전 개선 사례 분석

본 장에서는 앞에서 살펴본 교통사고의 인적·공간적 영향 요인에서 도출된 시사점을 바탕으로 교통안전 개선 사례분석을 실시하였다. 이를 위해 교통사고 다발구간 선정방법의 한계와 문제점을 분석하고 도시부의 교통사고 취약지점을 분석하는데 적합한 네트워크 커널 밀도함수 추정(NKDE) 방법을 제시하였다. 새로운 방법론을 토대로 실제 서울시 중랑구 일부지역을 대상으로 교통사고 취약지점(HOT SPOT)을 선정하고 주민 대상 설문조사를 통해 일상생활에서 느끼는 위험요인을 반영하였으며, 교통안전공단과의 현장 안전진단을 통해 실질적인 교통안전 개선대책을 강구함으로써 연구결과의 활용도를 제고하였다.

1. 분석의 개요³⁴⁾

1) 분석 목적

교통사고 위험지역을 개선하기 위해서는 우선 교통사고가 일어날 위험이 큰 지점을 선정하고, 위험 지점에 대한 대책을 수립하는 것이 필요하다. 따라서 효과적인 교통사고 대책을 수립하기 위해서는 사고취약지점을 선정하는 방법이 중요하다. 그러나

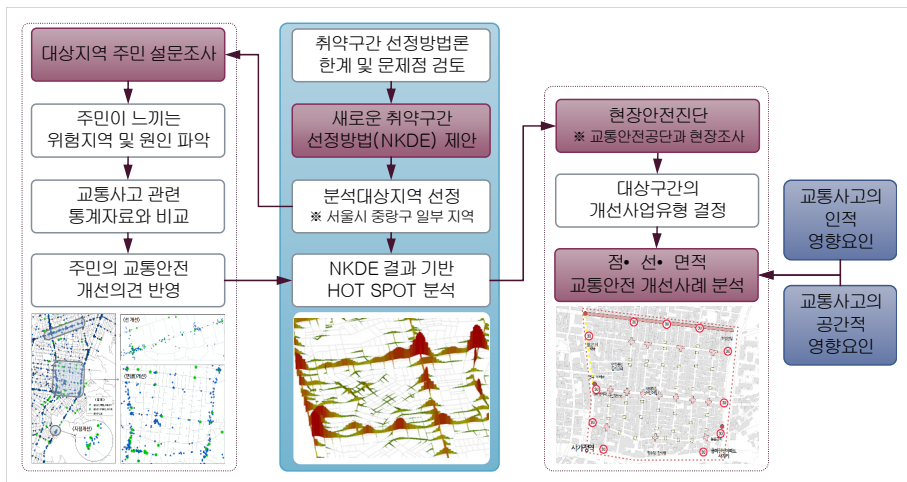
34) 본 장의 연구 중 현장 안전진단 및 교통안전 개선사례 분석부분은 연구내용의 전문성을 제고하기 위해 교통안전공단과의 협동연구로 진행하였음을 밝히 둠

우리나라는 단순히 교통사고 다발구간을 위험지역으로 선정함으로써 도로의 공간적 연속성을 반영하지 못하기 때문에 실제 문제가 있는 구간 보다는 단순히 사고가 많이 일어난 구간을 위험구간으로 지정하는 한계가 있다.

또한, 보편적으로 사용되는 사고취약지점 선정방법은 도로간의 상호작용을 고려하지 못하고 하나의 도로에 대해서만 분석이 이루어짐으로써 고속도로와 같이 동일한 특성의 도로구간이 지속되는 연속류에는 적합한 방법이나 도로네트워크가 복잡하게 얽힌 도시부에 적용하기에는 한계가 있다.

따라서 본 장에서는 네트워크 커널밀도함수(NKDE)기법을 통해 대상구간을 선정하고, 대상구간의 개선내용을 점·선·면의 개선이 필요한 유형으로 구분하였다. 또한 설문조사를 통해 주민이 일상에서 실제로 느끼는 위험지역을 파악하였으며, 이들간의 일치정도를 검토하였다. 교통안전공단과 함께 서울시 중랑구 일부 지역에 대해 현장조사를 실시하여 대상지역의 문제점을 분석하고, 개선방안을 제시하였다.

<그림 5-1> 취약지점 분석 및 교통안전 개선 사례분석 흐름도



2) 사례분석을 위한 지역 선정

본 연구에서는 교통안전 개선사례지역으로 서울시 중랑구 일부지역을 선정하고 분석을 실시하였다. 중랑구는 재정자립도 23.0%로 서울시 25개 자치구 중 최하위권이며, 교통안전 개선사업 시행시 효과가 클 것으로 예상되어 대상지역으로 선정하였다.

<표 5-1> 서울시 재정자립도 순위(%)

자치구	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
강남구	79.4(3)	77.1(4)	82.8(1)	80.5(2)	75.9(1)	64.3(1)
중구	85.7(1)	82.9(1)	77.1(3)	76.9(3)	70.9(3)	63.5(2)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
중랑구	30.2(24)	30.5(24)	31.5(23)	30.7(22)	28(22)	23(21)
은평구	35.3(19)	33.8(21)	29.7(24)	30.9(21)	29.2(21)	22.1(22)
도봉구	37.2(18)	35.9(18)	32.1(21)	30.1(23)	27.6(23)	21.2(23)
강북구	35(21)	31.7(23)	32.1(22)	29.6(24)	26.2(24)	20.4(24)
노원구	29.2(25)	27.4(25)	27.7(25)	22.7(25)	22.3(25)	17.2(25)

주 1. 각 자치구별 재정자립도는 전체 재원에 대한 자주재원의 비율이며 %로 나타냄

2. 괄호 안은 서울시 25개 자치구 중 순위임

자료: 서울시 재정자립도, 지방재정의 창고 홈페이지(www.lofin.mospa.go.kr), [2014.10.08]

2. 분석방법론 검토

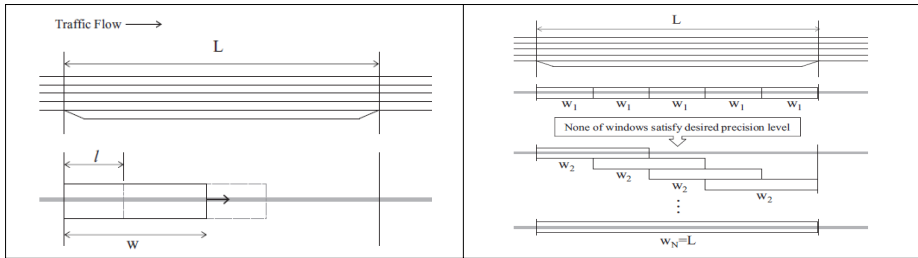
1) 선행연구 고찰

교통사고 위험지점 선정 방법으로 AASHTO(2010)의 Sliding Moving Window (SMW)와 Peak Searching(PS)이 보편적으로 사용되고 있으며, 최근에는 SMW와 PS 방법을 보완하는 Continuous Risk Profile (CRP)이 개발되었다(Chung and Ragland, 2007). Sliding Window법은 특정 길이단위의 Window가 도로구간을 따라 움직이면서 해당 구간의 성능지표 값을 산출하는 방법으로, 해당 도로구간 중 사고 감소 잠재력이 가장 큰 구간의 성능지표 값(예, 사고건수가 제일 큰 구간)이 해당 도로구간의 대표치가 되어 다른 도로구간들과 비교하여 사고취약지점을 선정한다.

Peak Searching Method는 개별 도로구간을 일정한 간격을 가진 Window로 분할하고 각 Window에 대한 성능지표 값을 계산한 결과가 정확도 테스트 결과³⁵⁾를 충족시킬 때까지 Window의 크기를 증가시켜 성능지표의 최대치를 산정하며, 이를 다른 도로구간들과 비교하여 사고취약지점을 선정한다.

35) 정확도 테스트는 Coefficient of Variation(CV)로 계산하며 일반적으로 CV값이 0.5 이하이면 정확도를 만족시키는 것으로 판단함. CV 산정식 : $CV = \sqrt{Var(성능지표)} / \text{성능지표}$

<그림 5-2> SMW, PS의 개요



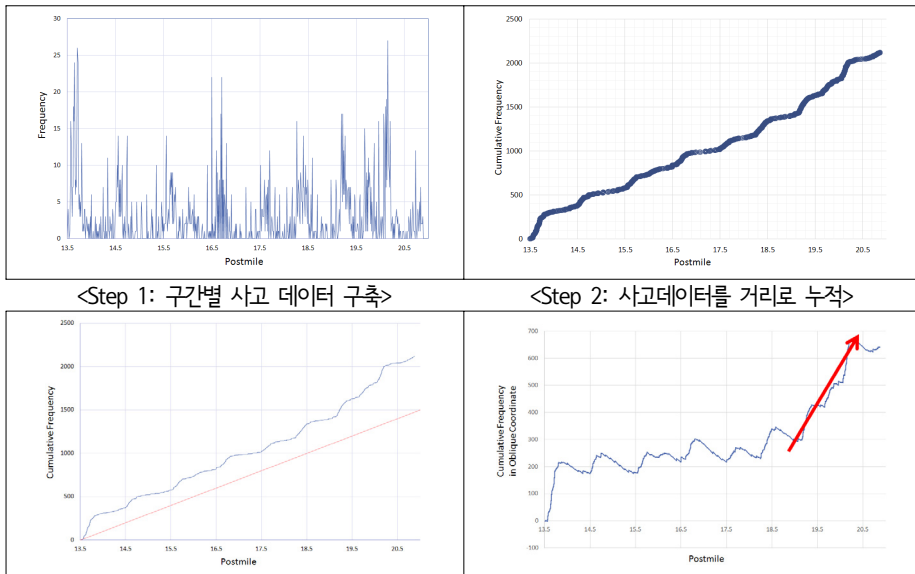
<Sliding Moving Window 방법>

<Peak Searching> 방법

자료: Kwon et al., 2013. Evaluating the performance of network screening method for detecting high collision concentration location on highways, Accident Analysis & Prevention, Vol. pp. 141 – 149

Continuous Risk Profile은 사고데이터를 거리로 누적한 후 규모조정계수와와의 차이가 급격한 도로구간을 산정하고, 이를 다른 도로구간과 비교하여 사고취약지점을 선정하는 방법으로 규모조정계수를 활용함으로 SMW 및 PS와 달리 단순한 사고건수가 아닌 교통량을 반영할 수 있다.

<그림 5-3> CRP의 개요



<Step 3: 규모조정계수 적용>

<Step 4: 그래프에서 위험구간 판단>

주: 규모조정계수로 교통량과 구간 길이를 이용하여 사고건수를 예측하는 안전성능함수나 정책적 지향점 사용
자료: Chung, K. H., Ragland, D. R., 2007. A method for generating a continuous risk profile for highway collisions, TRB 2007 Annual Meeting, CD-ROM 07-2935

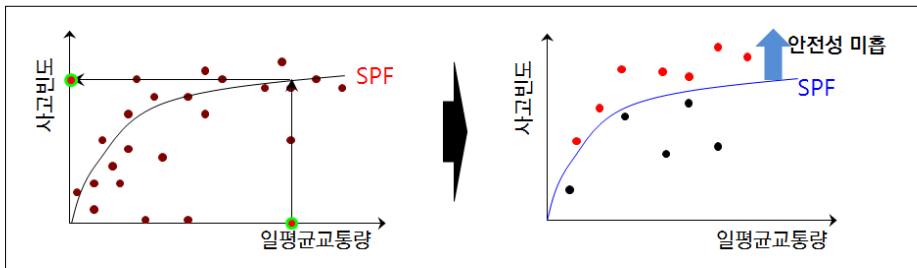
이러한 SMW, PS, CRP는 국도 및 고속도로와 같은 연속류의 특징을 지닌 간선도로에 사용하기 위하여 개발된 방법으로 교차점이 많은 도시부의 복잡한 도로 네트워크에 적용하는 데에는 한계를 지닌다. 왜냐하면 SMW, PS 및 CRP 방법은 도로를 한쪽 방향으로만 따라가며 사고 취약지점을 선정하므로 교차로가 많은 도시부에는 적용하기 어렵기 때문이다.

<그림 5-4> 지방부와 도시부의 교통흐름 비교



최근 미국에서는 도시부 및 지방부 도로의 도로안전성을 보다 과학적으로 분석할 수 있는 Highway Safety Manual(HSM)을 개발³⁶⁾하였으나(AASHTO, 2010), 우리나라에 실정에 맞는 HSM을 개발하기 위해서는 많은 비용과 시간이 요구되며, 우리나라의 도시부에 현실적으로 적용 가능한 방안 모색이 필요하다.

<그림 5-5> HSM(AASHTO, 2010)의 개요



2) 분석방법론 검토

도시부 도로의 교통사고 취약지점을 선정하기 위해서 GIS(Geographic Information Systems) 기반의 방법을 활용하였다. 교통사고는 차량 및 지리적 특성(도로의 기하구조, 토지이용 등) 등이 복합적으로 작용하여 나타나는 현상이므로 GIS 기반으로 사고밀도를 추정하는 방법을 활용하여 교통사고 취약지점을 선정하였다.

36) HSM에 대한 개요는 <부록 12> 참조

교통사고에 안전한 국토의 구현을 위한 첫 단계는 교통사고가 어떤 형태로 시공간상에서 발생하는지를 진단하는 일이다. 만약 교통사고의 발생특성을 사전에 알 수 있다면 이에 대한 대처를 통해 교통사고를 사전에 예방할 수 있을 것이다. 그러나 교통사고는 시공간상에서 무작위로 발생하기 보다는 취약지점(HOT SPOT)으로 이루어진 군집형태를 형성하여 나타난다. 이것은 교통사고가 주로 교통량에 의해 영향을 받기 때문이며 이로 인해 교통사고는 교통량과 마찬가지로 시공간적 패턴을 가진다. 물론 교통량 이외에 기하구조 환경, 기상상태, 도로 포장상태 등의 원인도 있으며, 이러한 요인들은 주로 교통사고의 공간적 패턴과 연관된다.

일반적인 커널밀도 추정(KDE: Ordinary Kernel Density Estimation)은 일정 길이의 원(Kernel)안에 있는 사건(event)을 중심점으로부터의 직선거리(euclidean distance)를 이용한 가중치로 밀도를 계산하며, 다음 식(Xie and Yan, 2008)과 같이 표현된다.

$$\lambda(s) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\pi r^2} k\left(\frac{d_{is}}{r}\right)$$

여기서 $\lambda(s)$ 는 위치 s 에서의 밀도를 의미하며, r 은 KDE의 구간폭(band width)으로 bandwidth내 1개 지점만이 $\lambda(s)$ 추정이 사용된다. k 는 위치 s 에 대한 거리가 d_{is} 인 점 i 의 가중치로서 커널함수를 의미한다. 이때 커널함수는 데이터 특성을 고려하여 선정하며, KDE를 적용한 초기 선행연구들은 커널함수 보다는 r (bandwidth)값의 합리적 선택이 중요하다고 주장하였다.

KDE는 2차원의 공간에서 일어나는 사건의 밀도를 계산하므로, 교통사고와 같이 도로 네트워크에서 일어나는 1차원의 사건에 적용하는 것은 부적합하다. 또한 도로를 따라 일어나는 교통사고의 경우 도시부에서는 도로의 밀도가 높고, 도로는 군집하는 경향이 있기 때문에, 일반적인 KDE를 적용할 경우 밀도값이 과다추정되어 잘못된 결과를 도출할 경향이 높다(Xie and Yan, 2008; Okabe et al., 2009).

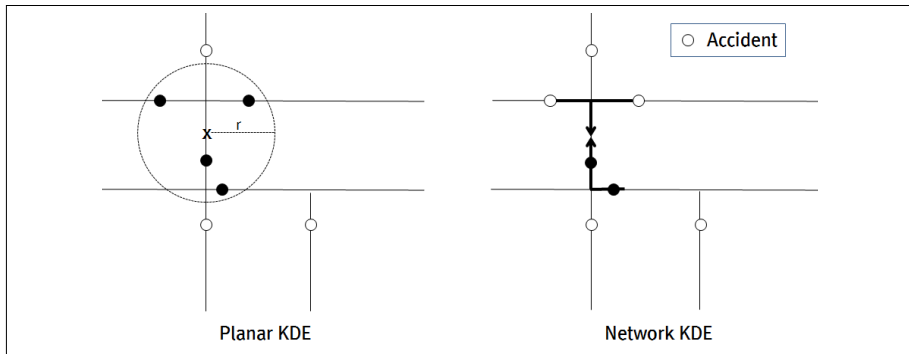
이에 반하여, 네트워크 커널밀도 추정(NKDE : Network Kernel Density Estimation)은 Kernel을 네트워크에 한정함으로 사건을 중심점으로부터 네트워크 거리에 따른 가중치로 밀도를 추정하며(Dai et al., 2010), 다음 식(Xie and Yan,

2008)과 같이 나타낸다.

$$\lambda(s) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{r} k\left(\frac{d_{is}}{r}\right)$$

〈그림 5-6〉은 동일한 건수의 사고데이터를 가진 경우 나타나는 KDE와 NKDE의 기본적인 개념 차이를 나타낸다. 첫째, 2차원의 KDE에서는 반경이 r 인 원(area) 단위를 기준으로 밀도가 추정되지만 네트워크 KDE에서는 network의 선형(line) 단위를 그대로 이용하여 밀도가 추정되므로 KDE에서는 밀도값이 과다추정된다. 둘째, KDE에서는 커널함수 값이 직선거리(euclidean Distance)에 의해 산정되나 NKDE에서는 네트워크를 고려한 최단거리(Shortest-path Distance)에 의해 산정된다. 셋째, NKDE에서 밀도는 일정 길이의 단위구간당으로 추정된다.

〈그림 5-6〉 KDE와 NKDE의 차이

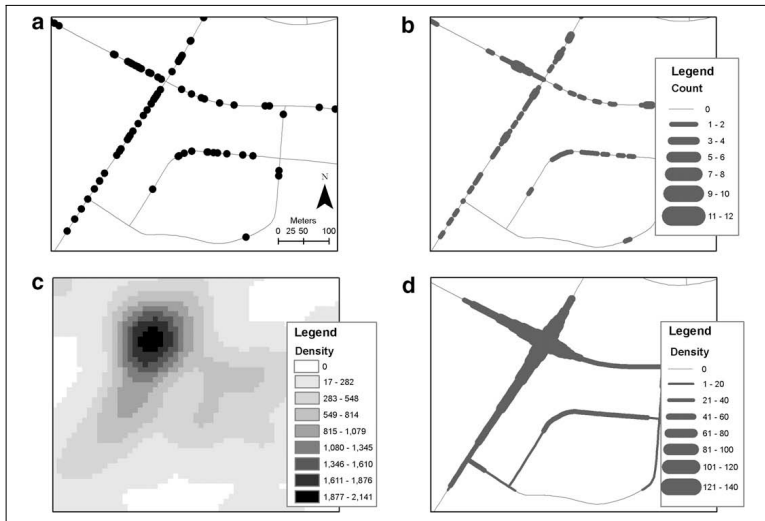


자료 : Xie, Z., Yan, J., 2008, Kernel Density Estimation of Traffic Accidents in a Network Space. Computers, Environment and Urban Systems, Vol. 32, pp. 396-406

또한 KDE와 NKDE의 결과를 비교하면, 네트워크 상의 밀도 패턴을 구조화하는데 KDE는 NKDE 보다 커널함수의 유형에 더 많은 영향을 받는다. 또한 구간폭(bandwidth)이 좁아질수록 국부적인 영향(local effect)이 더 잘 나타나고, 공간적 범위가 비교적 넓은 경우 구간폭이 넓어질수록 취약지점(HOT SPOT)이 훨씬 더 명확하게 나타난다. KDE와 NKDE 모두 밀도 패턴을 추정하는데 매우 유용하나 NKDE의 경우에는 네트워크에서 발생한 사고의 밀도를 추정할 수 있다는 장점이 있다.

〈그림 5-7〉은 KDE와 NKDE가 교통사고의 공간적 패턴을 나타내는 차이를 설명한 것이다. a는 실제 사고발생지점을 네트워크에 도기한 것이고, b는 10m 구간별로 사고건수를 나타낸 것이다. c는 10m 간격으로 균등하게 배분된 셀(raster cell)을 기준으로 KDE의 추정결과를 도기한 것이고, d는 10m 구간단위로 구분된 NKDE 추정결과를 나타낸 것이다. 이때 c와 d는 동일한 커널함수 형태(Gaussian)와 동일한 구간폭(bandwidth, 100m)을 전제로 하였다.

〈그림 5-7〉 교통사고의 공간적 패턴 비교 :KDE vs. NKDE



자료 : Xie, Z., Yan, J. 전제서. pp. 396-406

3) 취약지점 분석 과정 정립

교통사고 취약지점을 파악하기 분석 절차는 다음과 같다.

(STEP 1) 분석에 필요한 자료를 수집하고 GIS 데이터를 구축한다.

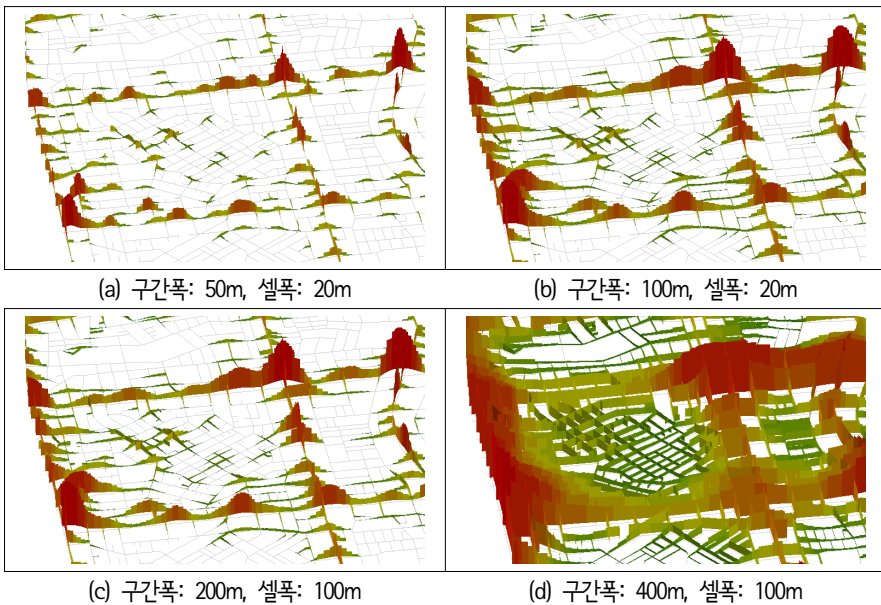
본 연구에서는 교통사고의 공간적 영향요인 분석시 구축한 GIS 데이터를 이용하였다. 수치지도로부터 도로 네트워크 데이터를 수집하고 위치데이터를 포함한 연도별 사고데이터(사고심각도, 사고유형 등 포함)를 수집하여 GIS 데이터 구축하고, 도로 네트워크와 사고데이터를 중첩시키기 위한 좌표체계 보정작업을 수행하였다.

(STEP 2) SANET³⁷⁾ 프로그램을 활용하여 NKDE 분석을 수행한다.

우선 NKDE 분석을 위해 구간폭(band width) 및 셀폭(cell width)을 설정한다.

구간폭은 커널밀도를 계산하는 구간길이를 의미하고 셀폭은 교통사고건수를 대표하는 최소구간 길이를 의미하며, 구간폭과 셀폭은 경험적으로 결정된다(Xie and Yan, 2008). 이러한 구간폭이 길어질수록 교통사고 취약지점은 많이 선정되며, 셀폭은 길어질수록 해상도가 떨어진다. 즉, 구간폭과 셀폭은 각각 교통사고의 영향범위와 정밀도를 의미하는 것으로 교통사고 취약지점 선정을 위하여 적절한 폭을 설정해야 한다.

<그림 5-8> 구간폭과 셀폭에 따른 교통사고 취약지점의 공간적 패턴 변화 검토



주: 교통사고에 취약할수록 붉고 높게 표시

본 연구에서는 우리나라 교통사고 잦은 곳 선정기준³⁸⁾을 참고하여 구간폭은 100m, 셀폭은 30m로 설정하고 연도별로 전체사고(사망, 중상 및 경상을 모두 포함)와 중상사고이상(사망 및 중상)에 대하여 각각 NKDE 분석을 수행하였다.

37) SANET. A Spatial Analysis along Networks (Ver.4.1). Atsu Okabe, Kei-ichi Okunuki and SANET Team, Tokyo, Japan

38) 교통사고 잦은 곳 선정기준(<부록 13> 참조)을 보면 교통사고 발생건수는 교차로 및 횡단 보도는 30m이내, 시가지의 단일로는 반경 100m 이내, 고속도로는 반경 200m 이내로 계산함 ※ 자료 : 도로교통공단. 2008. 교통사고 잦은 곳 기본개선헌획 및 효과분석

(STEP 3) 교통사고 위험구간 분석(Hot Spot Analysis)을 수행한다.

교통사고에 취약한 HOT SPOT을 통계적으로 살펴보기 위하여 GIS의 공간통계분석 도구 중 Getis-Ord Gi* 위험구간 분석을 활용하였으며, NKDE 결과를 지점(point) 값으로 전환한 후 취약지점 분석을 수행하였다. 여기에서 95%의 신뢰도로 교통사고 취약지점은 붉은색 점으로, 반대로 교통사고에 안전한 지점은 파란색으로 표시된다.

(STEP 4) 최종적으로 교통사고 취약지점을 선정한다.

본 연구에서는 신중하고 정확한 판단을 위해 총 3개년도(2010~2012년)별로 도출된 위험구간 중 2개년도 이상 전체 사고 및 중상사고에 대해 교통사고 위험구간으로 선정된 도로구간을 교통사고 취약지점으로 선정하였다.

<그림 5-9> 교통사고 취약지점 선정 매트릭스

교통사고 취약구간		전체 교통사고 대상 위험구간			
		0번	1번	2번	3번
중상사고 이상 대상 위험구간	0번	0, 0	0, 1	0, 2	0, 3
	1번	1, 0	1, 1	1, 2	1, 3
	2번	2, 0	2, 1	2, 2	2, 3
	3번	3, 0	3, 1	3, 2	3, 3

자료 : 임인규. 2014. 7. 17. “Development of Virginia’s HSIP Using Safety Performance Functions”. 국토연구원, Infra21 세미나. 안양 : 국토연구원

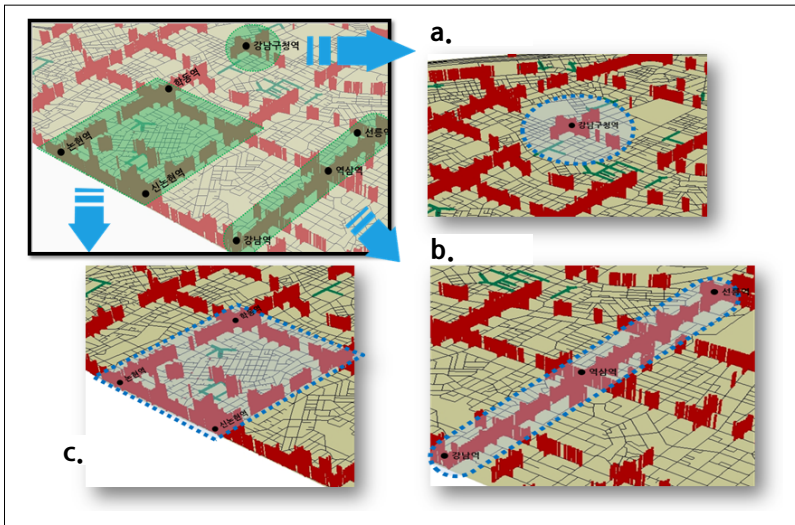
(STEP 5) 교통안전 개선사업의 유형을 판단한다.

NKDE 분석결과를 이용하여 통계적으로 취약지점을 분석하면, 교통사고에 취약한 지점(또는 축)의 공간적 군집형태를 파악하는데 용이하므로 교통사고 취약지점을 개선하기 위한 사업 범위를 판단하는데 활용 가능하다. 즉, HOT SPOT 분석결과 모든 네트워크는 취약정도를 알 수 있고, 이를 근거로 교통사고 취약지점을 어떠한 형태로 그룹핑하여 개선하는 것이 효율적인지를 판단할 수 있다.

<그림 5-10>에 나타난 바와 같이 a 형태는 교차로 위주의 지점 개선사업이 가장 효율적일 것으로 판단된다. 반면, c 형태는 주간선도로 뿐 아니라 이와 연결된 이면도로

상에서도 취약지점이 일부 나타나고 있으므로 지점 보다는 블록 전체를 대상으로 하는 면 개선사업이 효율적일 것이다. 또한 b 형태의 경우 교통사고 취약지점이 주요 간선축을 따라 지속적으로 나타나고 있으므로 축 중심의 개선사업이 가장 효율적일 것으로 판단된다. 이와 같이 교통사고와 관련된 실제 데이터를 중심으로 한 실증분석을 통해 취약지점을 도출하고 이의 군집형태를 통해 개선 범위를 도출함으로써 보다 합리적이고 과학적인 접근이 가능할 것으로 기대된다.

<그림 5-10> NKDE 분석을 통한 취약지점 군집형태별 개선사업 범위 도출



(STEP 6) 주민 대상 설문조사를 시행하고 교통안전 개선방안 마련시 이를 반영한다. 분석대상지역의 주민을 대상으로 일상생활에서 위험다고 느낀 지점과 및 그 원인에 대해 조사함으로써 통계적 분석결과를 보완하여 교통안전 개선방안의 완성도를 제고하고자 하였다.

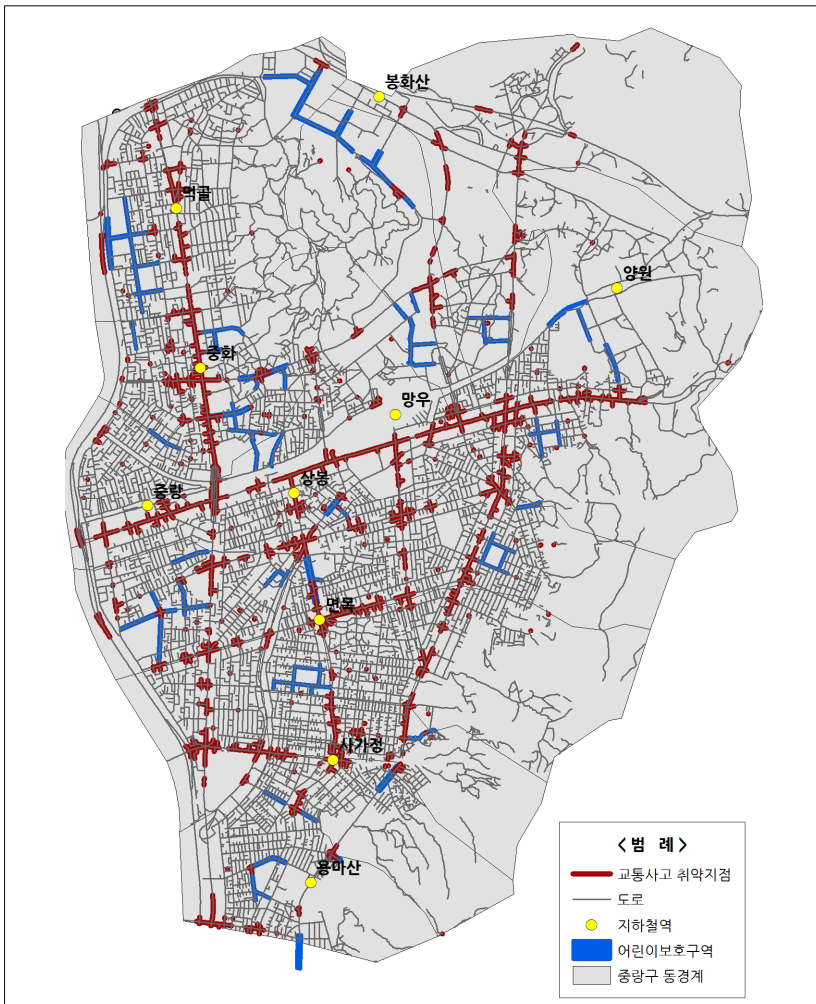
(STEP 7) 전문가와 현장 안전진단을 실시하고 교통안전개선사례를 분석한다. NKDE 분석결과에 근거한 위험지역과 주민설문조사에서 드러난 위험지역에 대해 교통안전공단과 함께 현장조사를 통해 안전도를 진단하고 이에 근거하여 개선방안을 제시하였다.

3. 취약지점 분석결과를 활용한 교통안전 개선사례 분석

1) 교통사고 취약지점 분석 (Step 3~4)

중랑구 전체에 대한 교통사고 취약지점 분석결과는 <그림 5-11>과 같으며, 분석결과를 통해 지점, 선, 면적 개선이 필요한 사례 지역을 판단하였다. 분석결과를 살펴보면, 교통사고 취약지점은 주로 주요 교차로, 도로축을 따라 도출되며 공간적으로 군집된 패턴이 다양함을 알 수 있다.

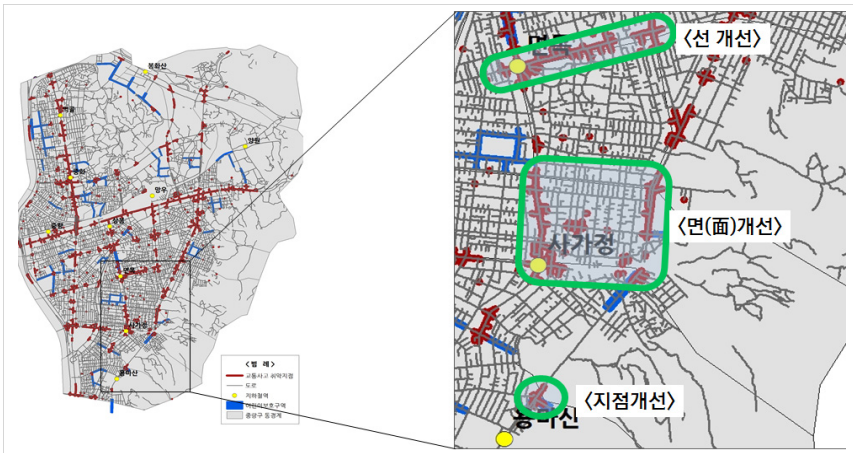
<그림 5-11> NKDE에 의한 중랑구 교통사고 취약지점 분석



2) 대상구간 개선사업 유형 결정 (Step 5)

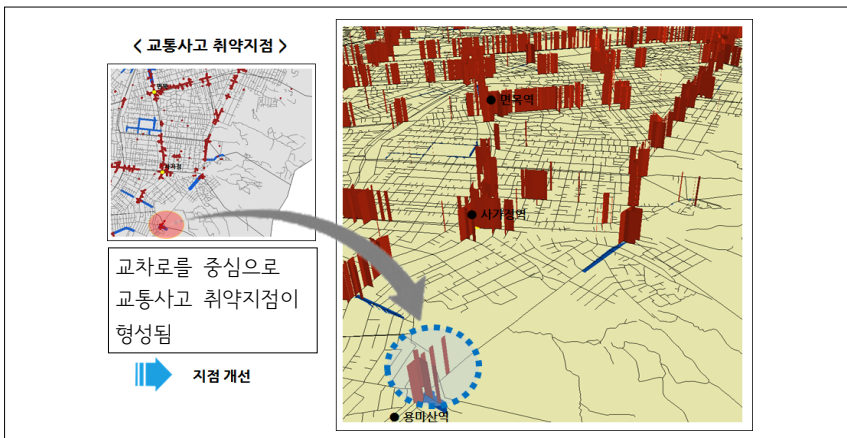
중랑구 교통사고 취약지점 분석을 통해 개선사업의 적용범위를 결정하였으며, 개선사업 유형은 점 개선, 선 개선, 면 개선으로 구분하였다. 개선사업의 적용범위는 분석결과와 군집형태를 토대로 결정하되, 도로 네트워크 특성이나 전문가의 자문 및 현장 진단을 통해 가장 효율적인 형태로 결정한다.

<그림 5-12> 교통사고 취약지점별 개선사업 유형 선정



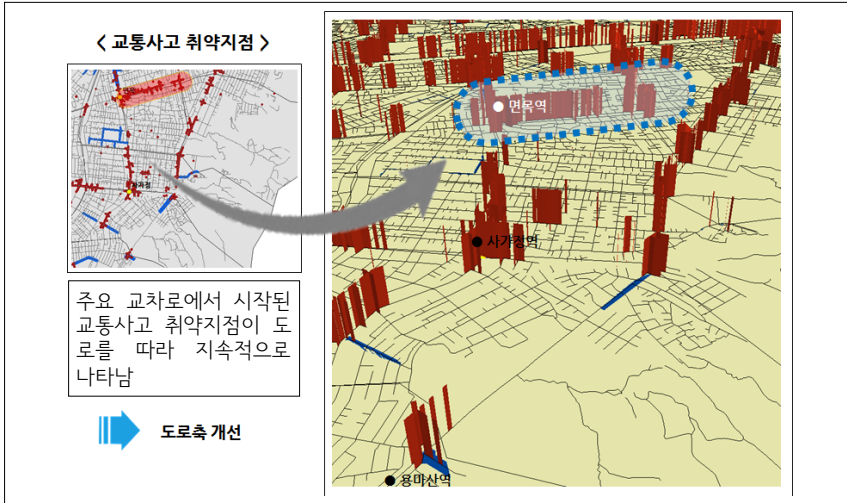
(점 개선) 용마산역 부근은 주변 지역에 비해 교통안전이 취약한 구간이 교차로를 중심으로 나타나고 있으므로 교차로를 중심으로 한 점 개선사업이 적합하다.

<그림 5-13> 점 중심의 교통사고 취약지점 개선



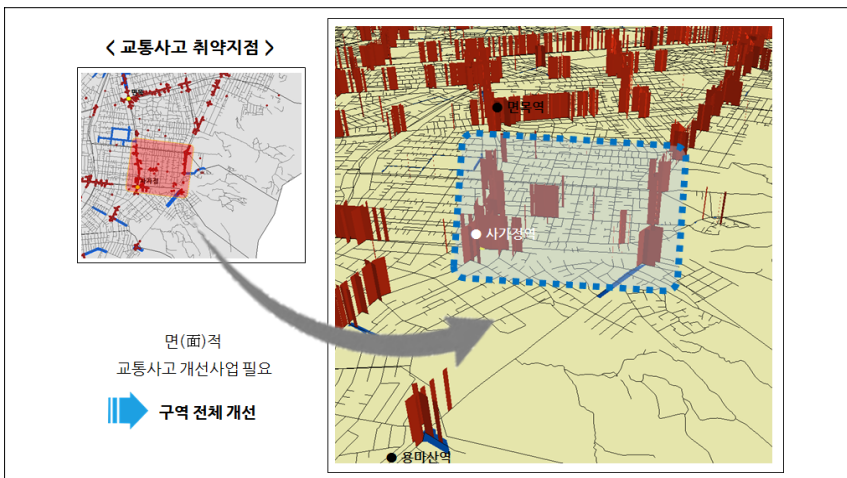
(선 개선) 면목역~ 동원사거리 구간은 주요 교차로인 면목역사거리에서 시작된 교통사고 취약지점이 도로를 따라 지속적으로 나타나고 있어 선 개선이 필요하다.

<그림 5-14> 교통사고 취약지점 개선사업 유형: 선 개선



(면 개선) 사가정역 인근의 사가정시장을 포함한 주거 밀집지역은 주요 도로축 뿐 아니라 블록 내부의 이면도로에서도 취약성이 나타나 면 개선을 통해 블록 전체의 교통안전성을 확보할 필요가 있다.

<그림 5-15> 교통사고 취약지점 개선사업 유형: 면 개선



3) 주민의견 반영 (Step 6)

(1) 개요

교통사고 취약지점과 실제 주민들이 체감하는 위험지역을 비교하고 주민의견을 반영하기 위해 설문조사를 실시하였으며, 실제 주민들이 느끼는 것으로 나타난 위험지역을 교통사고 발생지점(2010~2012년)과 비교·분석하였다.

설문문항은 응답자 개인특성 및 교통사고 위험지역에 대한 질문으로 구성되었으며, 개인특성은 연령, 지역거주 혹은 근무 기간, 성별, 직업 등에 대해 조사하였고, 교통사고 위험지역은 위험지역 위치, 선택 이유, 개선대책, 위험한 시간대, 위험 원인 및 대상 등에 대해 조사하였다.

조사방법은 직접 방문을 통한 일대일 면접조사로 수행하였으며, 거주자, 근무자, 상시 운전자 등을 대상으로 유효 부수 150부를 확보하였다.

<표 5-2> 지역주민 설문조사 개요

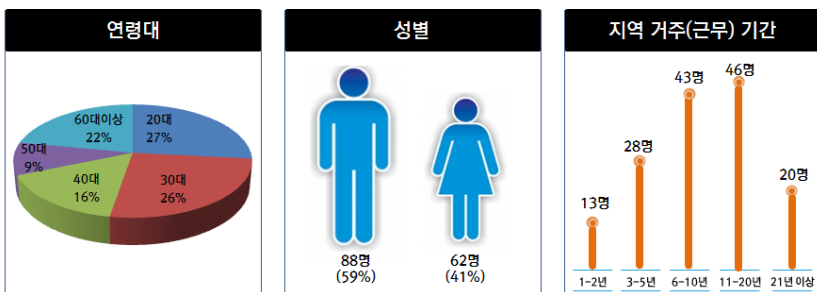
조사일시	조사지역	조사대상	조사부수
2014. 9.27 ~ 29	면목 1, 3~4, 6~8동	해당지역 거주자 및 종사자, 상시 운전자	유효표본 150부

(2) 설문조사 결과

㉠ 개인 특성 분석

유효표본 총 150부를 대상으로 분석한 결과 지역 거주(또는 근무) 6년 이상 주민이 80%로 나타났으며, 성별은 남성응답자가 59%, 여성이 41%였다.

<그림 5-16> 설문조사 개인특성



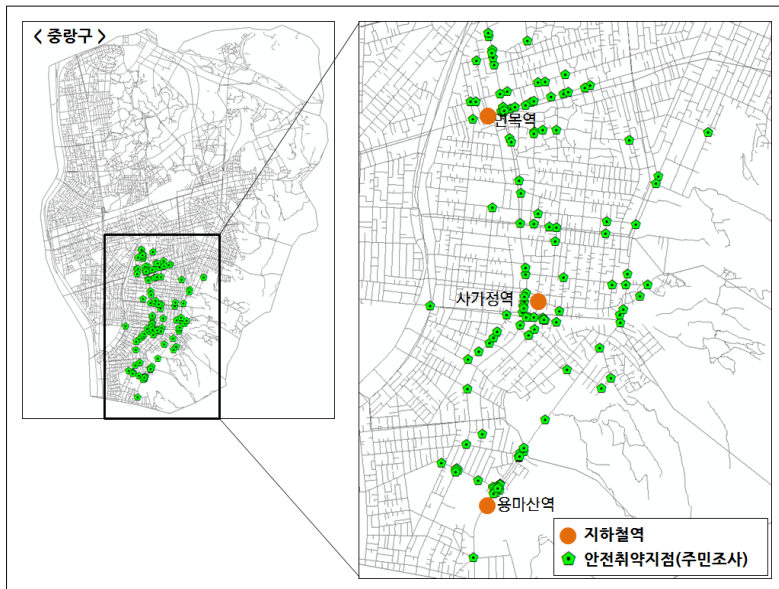
<표 5-3> 설문조사 개인특성 분석

구분	항목	빈도	비율	구분	항목	빈도	비율
나이	20대	40	27%	성별	남성	88	59%
	30대	39	26%		여성	62	41%
	40대	24	16%	직업	회사원	43	29%
	50대	14	9%		자영업	21	14%
	60대 이상	33	22%		학생	26	17%
지역거주 (근무) 기간	1-2년	13	9%		주부	22	15%
	3-5년	28	19%		무직	20	13%
	6-10년	43	29%		기타	18	12%
	11-20년	46	31%				
	21년 이상	20	13%				

② 위험지역 위치

중랑구의 면목 1동, 면목3동, 면목4동, 면목6동, 면목7동, 면목8동의 주민들이 실제 일상생활에서 위험하다고 느끼는 위험지역의 위치를 조사한 결과는 <그림 5-17>과 같다.

<그림 5-17> 주민들이 느끼는 교통사고 위험지역 위치도

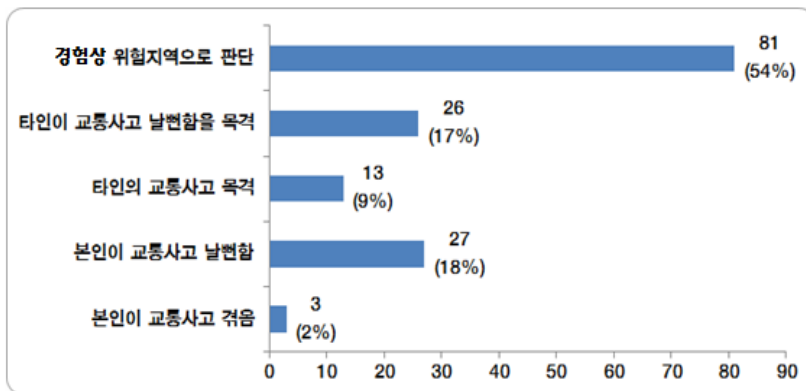


③ 위험지역으로 선택한 이유

위험지역으로 선택한 이유는 비록 교통사고를 실제로 경험하거나 목격하지는 않았으나, 직관적·경험적으로 ‘교통사고 위험지역으로 판단’했다고 응답한 비율이 54%로 가장 높게 나타났으며, 교통사고가 실제 발생하지는 않았더라도, 본인 혹은 타인의 교통사고가 발생할 뻔 했던 지역도 위험지역으로 선택하였다. 이 경우 본인이 교통사고가 발생할 뻔 했거나, 타인의 교통사고가 발생할 뻔한 것을 목격한 지점이 각각 18%, 17%로 교통사고가 실제로 발생한 지점보다 높게 나타났다.

또한, 교통사고가 발생하지 않은 지점이라도 실제 생활하거나 통행하는 지역주민은 위험하다고 느낄 수 있는 것으로 나타나 교통사고 취약지점 선정이 지역주민을 대상으로 한 설문조사의 필요성을 확인하였다. 본인 혹은 타인이 겪은 교통사고를 근거로 위험지역으로 판단한 경우는 전체 유효 응답자 150명 중 16명(11%)으로 나타났다.

<그림 5-18> 교통사고 위험지역 선택 이유



<표 5-4> 교통사고 위험지역 선택 이유

구 분	빈도(명)	비율(%)
본인이 교통사고를 겪음	3	2%
본인이 교통사고 날뻔함	27	18%
타인의 교통사고를 목격	13	9%
타인이 교통사고 날뻔함을 목격	26	17%
실제 사고를 경험하거나 목격하지는 않았지만 경험상 위험한 지역으로 판단됨	81	54%
합계	150	100%

④ 위험시간대

위험한 시간대에 대한 설문에서 모든 시간대가 항상 위험하다고 응답한 사람이 38%로 가장 많았으며, 아침 9시~저녁 6시가 28%, 새벽 6시~9시가 17%로 나타났다.

<표 5-5> 교통사고 위험시간대 설문결과

구 분	빈도(명)	비율(%)
새벽 6시~9시	25	17%
아침 9시~저녁 6시	42	28%
저녁 6시~8시	12	8%
밤 8시~자정	12	8%
자정~새벽 6시	2	1%
항상(모든 시간대)	57	38%
합계	150	100%

⑤ 위험원인 및 위험 대상

위험의 원인이 되는 주요 요인으로는 승용차가 33%로 가장 높게 나타났으며, 택시가 21%, 오토바이가 17%로 나타났다. 특히, 무단횡단이 잦은 곳에서는 보행자를 위험원인으로 꼽은 응답자가 많았다.

위험한 연령층으로는 모든 연령층이라고 응답한 비율이 66%로 가장 많았으며, 고령자로 응답한 비율이 13%, 어린이라고 응답한 비율이 11%로 나타났다.

<표 5-6> 교통사고 위험원인 및 위험대상 조사결과

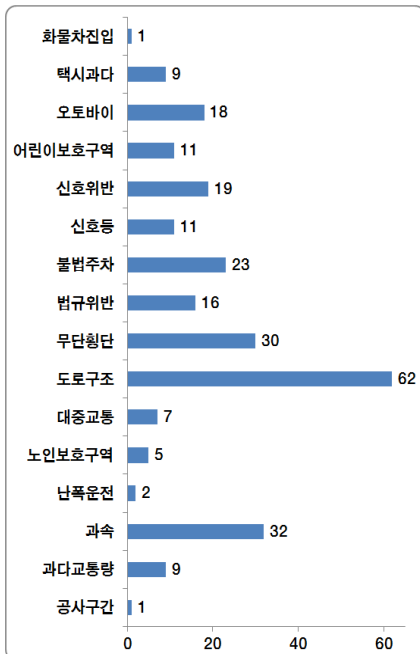
구분	항목	빈도	비율	구분	항목	빈도	비율
위험 원인	승용차	50	33%	위험 대상	고령자	19	13%
	소형화물차	3	2%		중년층	2	1%
	대형화물차	0	0%		청년층	6	4%
	오토바이	26	17%		청소년	7	5%
	자전거	5	3%		어린이	17	11%
	버스	9	6%		모든 연령층	99	66%
	택시	31	21%		기타	0	0%
	보행자	23	15%		합계	150	100%
	기타	3	2%				
	합계	150	100%				

⑥ 위험 이유

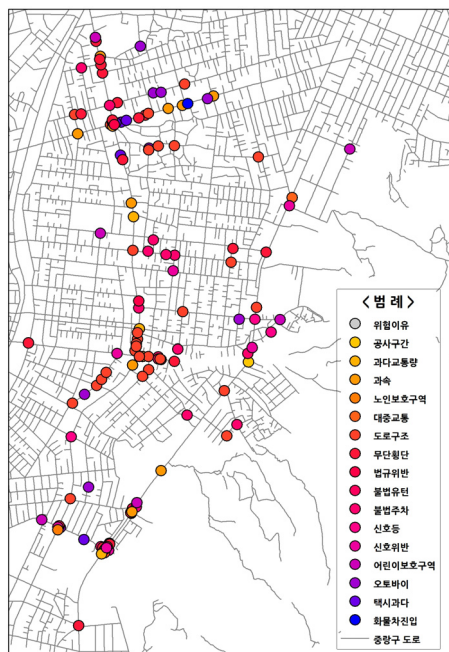
해당 지역이 위험하다고 선택하는 이유에 대해 3개의 중복응답 결과 총 256개의 응답이 있었으며, 이 중 위험요인으로 “도로구조 요인”이 가장 많았다. 보행로 미설치, 좁은 차선 폭 등의 도로구조 요인으로 시거확보가 어려워 위험지역으로 선택했다는 응답이 전체 중 24.2%를 차지하였다. 그 외에도 과속, 무단횡단, 불법주차, 신호위반 등을 위험지역의 주요 위험요인으로 응답하였는데, 차량의 과속이 12.5%, 보행자의 무단횡단으로 인한 위험이 11.7%, 도로변 불법주차로 인한 위험이 9.0%, 잦은 신호위반으로 인한 위험이 7.4%로 나타났다.

위험이유를 도로요인, 차량요인, 보행자요인으로 구분하여 살펴보면 주민들이 주로 위험하다고 느낀 이유는 차량의 과속, 난폭운전, 불법주차 등과 같은 차량요인이 가장 컸으며, 도로요인, 보행자요인 순으로 나타났다.

<그림 5-19> 위험지역 판단 이유



<그림 5-20> 위험지역 판단 이유별 위치도



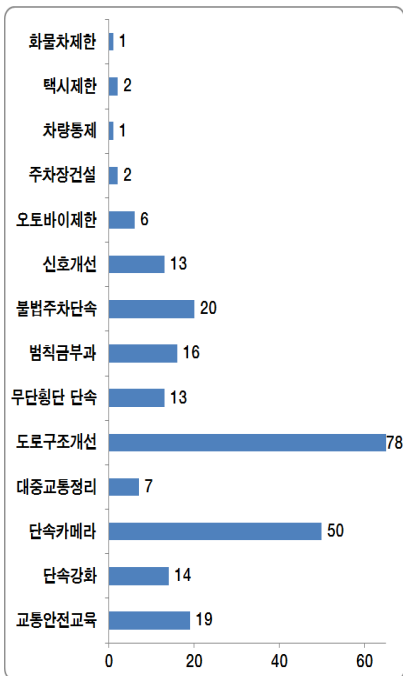
7 위험지역 개선방안

위험 지역의 개선 방안에 대한 3개의 중복응답 결과 총 242개의 응답이 있었으며, 이 중 “도로구조 개선”을 개선 방안으로 가장 많이 응답하였다. 그 중 골목길 확장, 보행로 설치, 안전시설물 설치 등의 도로구조 개선이 전체 중 32.2%를 차지하였으며 그 외에도 과속, 주정차 단속을 위한 단속 카메라 설치, 불법주차 단속, 교통안전교육 등을 개선방안으로 응답하였다.

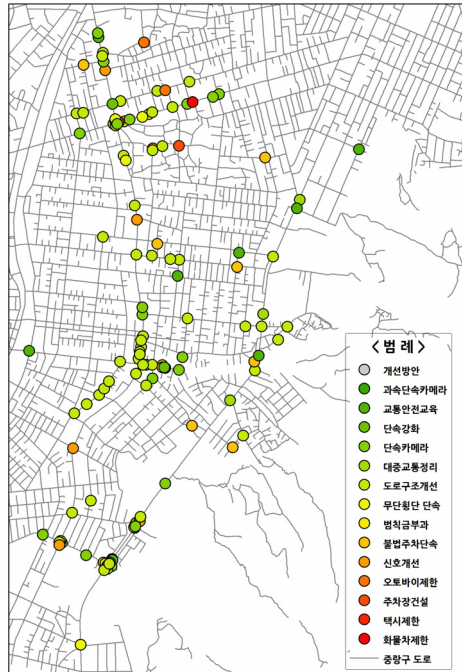
또한, 과속, 주정차 단속을 위한 단속 카메라 설치가 20.7%, 불법주차 잦은 구간에 대한 수시 단속이 8.3%, 어린이, 노인, 운전자 등에 대한 교통안전교육이 7.9%로 나타났다.

개선방안의 유형을 도로개선, 교육, 단속, 정책으로 구분하여 살펴보면, 단속강화가 가장 많았으며, 도로개선, 교육, 정책 순으로 나타났다.

<그림 5-21> 위험지역 개선방안



<그림 5-22> 개선방안별 위치

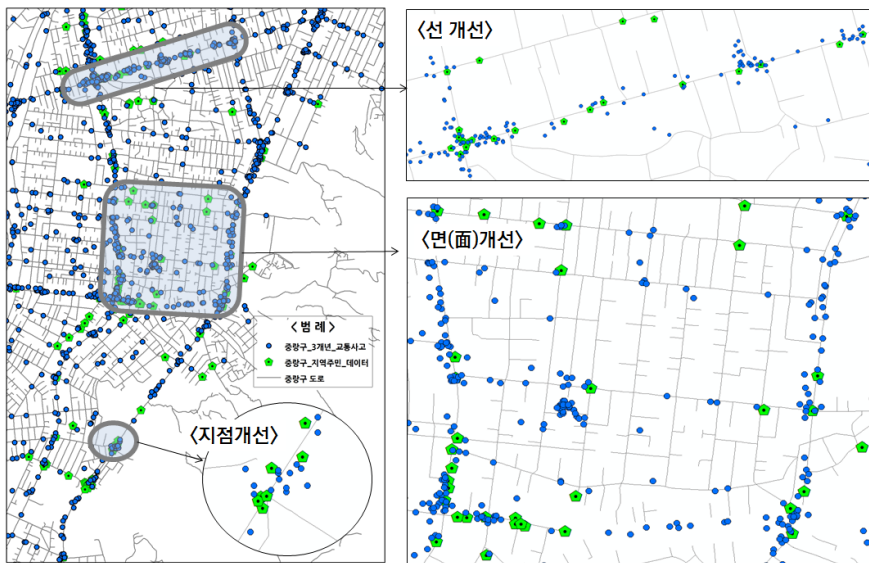


(3) 교통사고 통계자료와 비교

NKDE 분석을 통해 개선유형이 확정된 지역을 대상으로 주민들이 위험하다고 선정한 교통안전 위험지역을 실제 교통사고 발생지점과 비교하였다. 비교자료로는 실제 교통사고 발생지점은 2010~2012년에 발생한 전체 교통사고 지점, 중상 이상으로 제한했을 때의 교통사고 지점, 동기간동안 경찰청에 의해 선정된 교통사고 잦은 지점, NKDE 분석기법을 통해 나타난 취약지점 등이다.

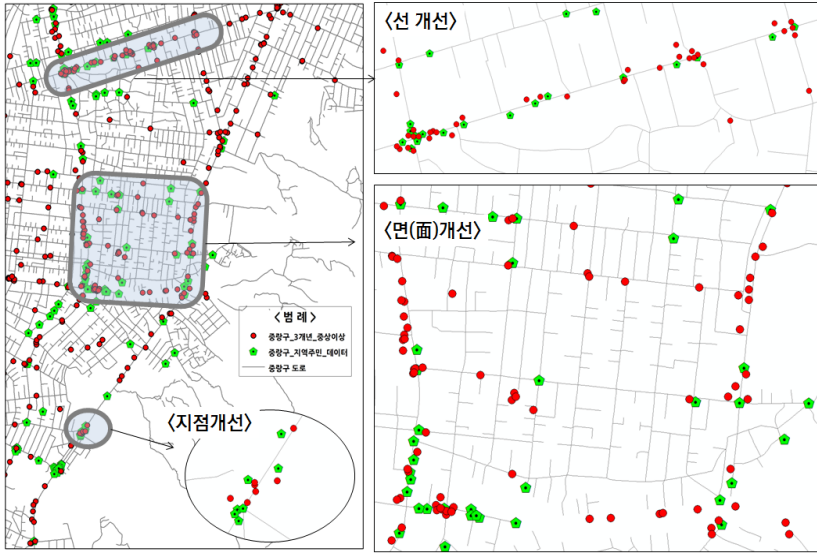
주민 설문조사 교통안전 취약지점으로 나타난 지점을 3년간 교통사고 발생지점(2010~2012년)과 비교한 결과는 <그림 5-23>과 같다. 주민 설문조사 결과, 지역주민들이 안전성이 취약하다고 느끼는 지점은 교차로와 도로측, 이면도로 등 다양하게 분포하였다. 사가정역 등의 교차로를 중심으로 밀집하여 위치하거나 도로측을 따라 위치, 혹은 시장, 주택가 등의 이면도로에 위치하였다. 교통사고 통계자료와 비교한 결과, 주민들이 위험하다고 응답한 지역에서 크고 작은 사고가 실제로도 많이 발생한 것을 알 수 있었다.

<그림 5-23> 주민이 선정한 취약지점과 전체 교통사고(3개년) 지점 비교



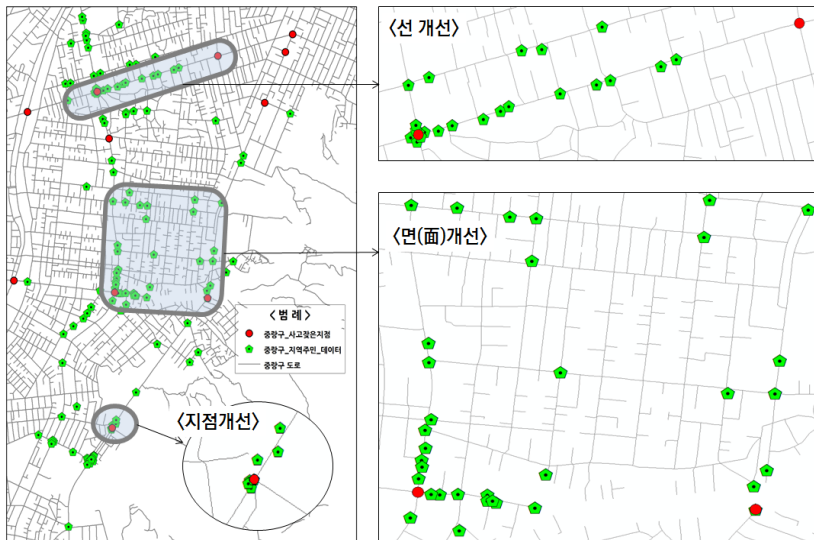
주민이 선정한 위험지역과 일치도를 높이기 위해 중상 이상의 교통사고 발생지점과 비교한 결과 선 개선 지점의 경우 일치도가 약간 증가한 것으로 나타났다.

<그림 5-24> 주민이 선정한 취약지점과 중상 이상 교통사고(3개년)와 비교



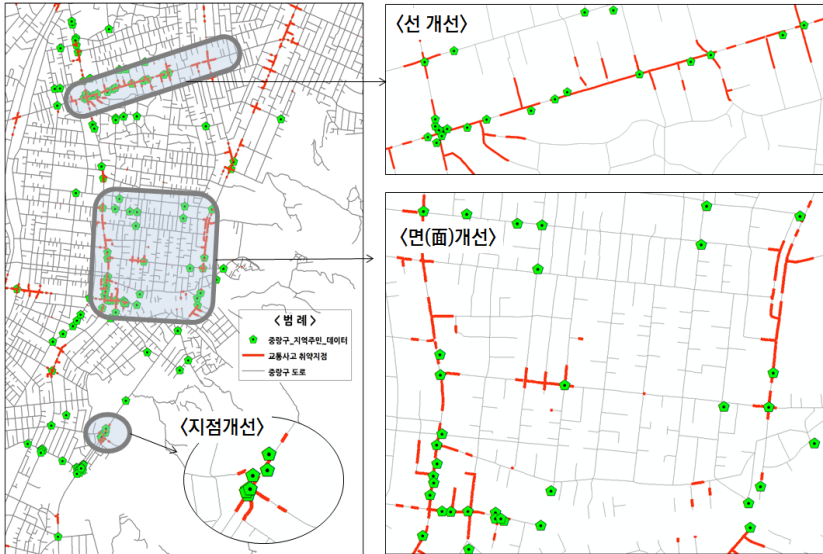
중랑구의 교통사고 잦은 지점은 교차로를 중심으로 선정되어 점 개선 지역의 경우 주민조사 결과와 일치하였으나, 선 혹은 면 개선이 필요한 지점은 반영이 미흡하였다.

<그림 5-25> 주민이 선정한 취약지점과 교통사고 잦은 지점 비교



NKDE를 통한 교통사고 취약지점과 주민이 선정한 취약지점을 비교해 보면, NKDE 기반 교통사고 취약지점은 전체사고 혹은 중상사고가 2년 이상 연속으로 발생된 구간이므로 주민들이 위험하다고 응답한 지점과 유사한 것으로 나타났다.

<그림 5-26> 주민이 선정한 취약지점과 교통사고 취약지점 비교



4) 개선대책 마련 (Step 7)

(1) 개선대책의 기본 방향

교통사고 취약지점으로 선정된 점, 선 면 개선 지역에 대해서는 사고충돌도와 현장 안전진단을 통해 사고요인 및 문제점을 분석하고, 그에 대한 기본적인 개선방향 및 개선대책을 제시하였다. 또한 이때 교통사고에 영향을 미치는 인적·공간적 요인분석 결과로 나타난 시사점들도 함께 고려하였다.

점 개선지역은 교통사고 다발지역에 대한 사고 원인 제거를 중심으로 개선대책을 제시하였으며, 선 개선지역은 도로축을 따라 사고가 많이 발생하는 구역으로 도로축에 집중적인 개선방책을 제시하였다. 또한 면 개선지역은 일정 구역에서 사고가 많이 발생한 지역으로, 점 또는 선 개선 대책을 포괄하고 지구내 교통정온화 시설을 비롯한 종합적인 개선대책을 제시하고자 하였다.

<표 5-7> 교통안전 개선대책의 기본 방향

개선 유형	특성	개선방향	구체적 개선대책
점	· 사고 다발 지점 또는 교차로	· 사고 원인 제거	· 신호 등 교차로운영 개선 · 교차로 개선(가하구조 및 이설 등)
선	· 주요 교차로에서 발생한 교통사고가 도로축을 따라 지속적으로 유지되는 구역	· 사고 원인 제거 · 운전자·보행자에 대한 정보 제공	· 노면표지 개선(좌회전 차로, 유도 차선 설치 등) · 속도 제한, 주정차금지 표지 설치 · 무단횡단 방지시설 설치
면	· 주거지 내부 이면도로 등 특정 용도구역내 사고 다발 지역	· 교통정온화 · 보행환경 개선 · 주차환경 개선 등	· 보도 시설 계량 및 설치 · 속도 제한(30km/h 이하) · 험프/고원식 횡단보도 설치 · 주차 공간 확보 등

(2) 점 개선(용마산역 인근)

① 개요

해당 지역은 중랑구 면목동 현대아파트 인근으로 용마산로에 위치한 사고다발지점으로 주변에 용마산역과 인접하고 있다. 용마로는 천호대교 복단과 북부간선도로로 신내 IC를 연결하는 보조간선기능의 4~5차로 도로로서 교통량이 비교적 많으며, 용마산역은 일평균 승하차인원이 7,000명 수준이다. 또한 용마고가교 양옆으로 1차로의 도로가 용마로와 동일방향으로 통행 중이고, 주거지의 진출차로로 이용 중이다.

<그림 5-27> 점 개선구역 위치도



② 문제점 분석 및 개선방향

	사고요인 • 주도로 진입차로(아성빌라→주도로)에 단차가 존재하고 보도 가드웬스 및 전신주 등으로 인해 횡단보도 통행자, 주도로 주행차량에 대한 시거가 제대로 확보 안 된 상태에서 엇갈림 발생으로 위험요소 내재
	개선방향 • 현재 양방향에 설치된 횡단보도를 1개로 통합 운영하고, 정지선을 교차로 방향으로 이설하여 차량 상호간 시거 확보
	사고요인 • 유턴폭 부족 구간에 유턴을 허용함으로써 불필요한 차량 지체 및 상충 유발 • 3차로 직진차량과 아성빌라→주도로 진입차량간 시거 불량으로 고속 주행시 사고 우려
	개선방향 • 차로 조정 개선 - 유턴전용차로 폐지하고 직진차로로 조정 - 직진·우회전 차로로 운영 중인 3차로를 우회전 전용차로로 변경하여 진출입 상충에 의한 본선 영향 차단 및 시거 개선

③ 개선 대책

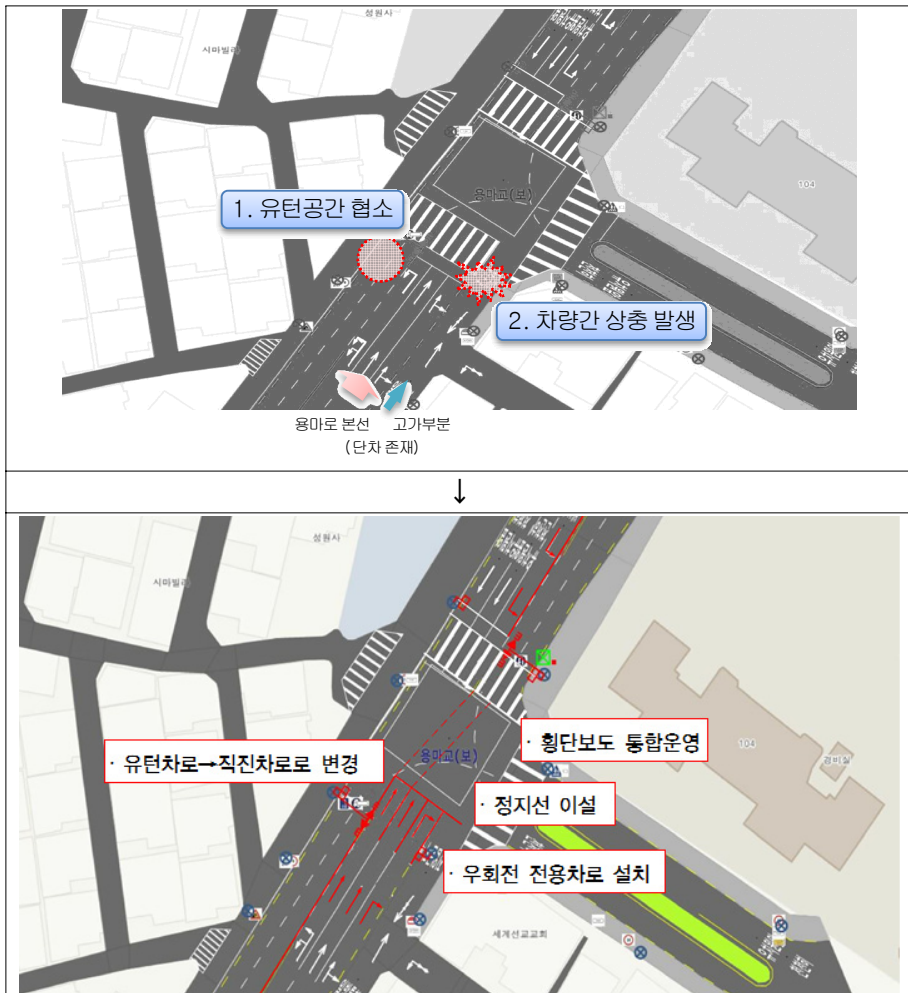
① 횡단보도 통합운영 및 정지선 이설

문제점 분석에서 나타난 사고요인을 기초로 하여 주도로 진입차량(아성빌라→주도로)의 시야를 가리는 문제를 해결하기 위해 횡단보도를 1개로 통합 운영하고, 정지선을 이설하는 개선 대책을 제시하였다.

② 유턴차로 폐지

도로폭이 좁은 지역에서 유턴을 허용함으로써 발생하는 추돌사고를 예방하기 위해 유턴 차로를 없애고, 우회전 전용차로 및 유도선을 설치하는 방안을 제시하였다.

<그림 5-28> 점 개선구역 개선도



(3) 선 개선(면목역 교차로~동원사거리)

① 개요

선 개선 지역은 검재로에 위치한 면목역 교차로~동원사거리 구간으로, 근린상업시설 밀집 지역이며, 8개의 간지선 버스노선이 운행하고 있다. 보행자가 많고 무단횡단 방지시설이 일부구간에 설치되어 있으며, 인근에 시장이 위치하고 있다.

<그림 5-29> 선 개선구역 위치도



② 문제점 분석 및 개선방향

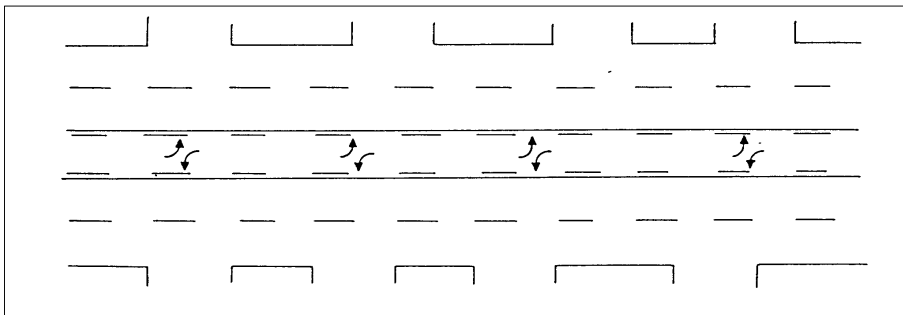
	사고요인 • (횡단 중) 구간내 노면주차를 허용하여 횡단보도 인근에서 시야확보 미흡으로 안전사고 우려됨
	개선방향 • 노면주차 최소화 • 노면주차를 불가피하게 허용할 경우 횡단보도에 서 충분히 이격하여 설치하도록 개선
	사고요인 • (측면직각) 집산 기능이 강조되는 도로로서 진출 입에 의한 상충이 많아 안전사고가 우려됨
	개선방향 • 현재 5차로 홀수차로로 운영 중으로 양방향 좌회전 수용 중앙차로제 적용을 권고함

③ 개선 대책

❶ 양방향 좌회전 수용 중앙차로제 적용

해당 구간은 집산기능이 강조되는 도로이며, 진출입이 많은 도로로 상충으로 인한 교통사고가 우려된다. 현재 5차로 홀수차로제로 운영 중이므로 양방향 좌회전을 수용하는 중앙차로제를 도입함으로써 도로 이용을 효율성을 제고하고 교통의 흐름을 원활히 하는 방안을 검토하였다.

<그림 5-30> 양방향 좌회전 수용 중앙차로제



자료: 국토교통부, 2012, 도로의 구조시설기준에 관한 규칙 해설집

❷ 주정차금지/속도제한 표지판 설치 및 횡단보도 설치

해당구간은 속도제한 표지가 없어 운전자들이 제한속도를 인지하기 힘들며, 인접 상가로 인한 불법 주정차가 발생하고 있다. 따라서 표지판 설치를 통해 운전자에게 제한속도를 인지시키고, 불법주정차에 대한 경각심을 불러일으킬 필요가 있다. 또한 이면도로 진출입로에 횡단보도를 설치하여 보행자 안전을 향상시킬 필요가 있다.

<그림 5-31> 도로변 불법주차 차량



③ 무단횡단 방지시설 설치

해당구간에는 무단횡단 방지시설이 설치되어 있으나, 높이가 낮아 실효성을 거두기 힘들 것으로 판단되므로 무단횡단 방지시설을 보도측에 설치하는 방안을 검토하였다.

	
<기존 시설 현황>	<개선 안>

자료: 박원일·전상민, 2014. 해외 사례를 기반으로 한 버스 교통문화 정착방안. 한국운수산업연구원

④ 종합개선도

<그림 5-32> 선 개선구역 종합개선도 : 면목역교차로 ~ 동원사거리



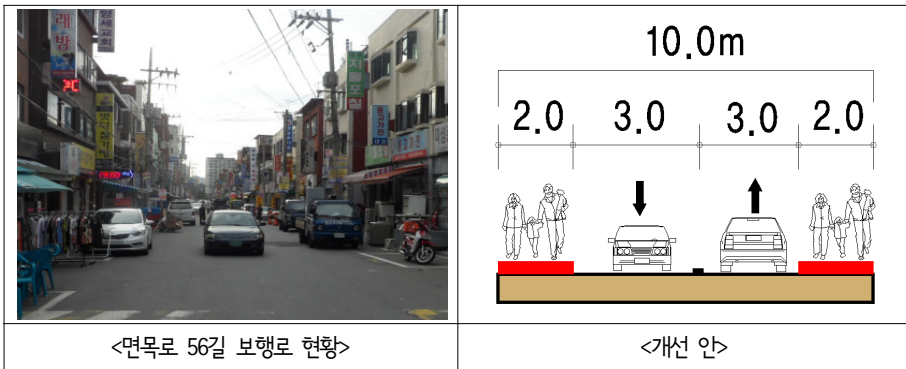
	
사고요인 • (차대사립) 면목로56길이 보차분리가 되지않아 차량과 보행자간 상충으로 인한 안전사고 우려됨	개선방향 • 차로폭이 10m 정도로 서울시 이면도로 정비 사례를 참고하여 보도설치를 권고함

	
사고요인 • (차대사립) 면목로48길의 경우 학교 등하교 등 보행자 교통이 많은 구간으로 차량과 보행자간 상충으로 인한 안전사고 우려됨	개선방향 • 보행자우선도로 등으로 지정되어 있으나 이를 나타내는 시설 설치가 미흡하므로 추가적인 시설 보완을 권고함 • 교통정온화 및 Barrier-free 개념 등을 적용할 것을 권고함

③ 개선방안

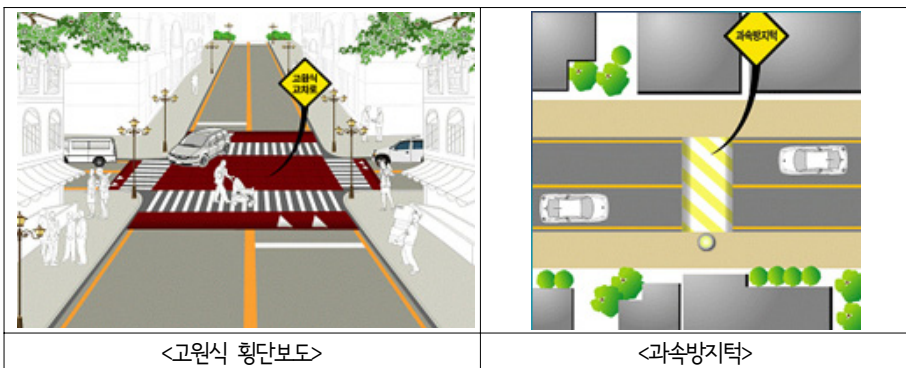
① 보도설치

면목로 56길은 도로 폭원 약 10m로 차량 교행 및 보행로 확보가 가능하나, 현재 보차분리가 되어있지 않고 상가 적치물이 보행공간을 사유하여 잠식하고 있는 실정이다. 따라서 보행 공간을 명확히 명시할 수 있도록 재질 및 색깔로 구분된 보도 설치를 제안하였다.



② 고원식 횡단보도/과속방지턱/지그재그차선 등 교통정온화 시설 설치

면목로 48길 등 보행자 통행이 많은 상점가 도로 및 주택가 이면도로에는 고원식 횡단보도를 설치하여 보행자의 인지를 쉽게 하고 통과차량의 속도를 완화하며, 코너부의 불법주차를 방지하기 위한 대책을 제시하였다. 또한, 교통사고 발생 지점에는 과속방지턱 및 지그재그차선을 설치하여 속도 저감을 유도하였다.



자료: 교통정온화, 국토교통부 보행우선구역사업 홈페이지(<http://walk.mltm.go.kr>). [2014.10.08.]

③ 경계석 설치

면목로는 6개의 간지선 노선버스가 운행하여 대형버스 통행이 잦으나, 도로 폭이 좁고, 인도와 차도의 단차가 거의 없어 대형버스가 인도를 침범하는 경우가 빈발하고 있다. 따라서 경계석 설치를 통해 보행자의 안전을 확보할 필요가 있다.



④ 전신주 이설

대상지역은 구도심 지역으로, 대부분의 전신주가 도로상에 위치하며, 특히 코너부에 위치한 전신주의 경우 운전자 및 보행자의 시야를 가려 사고 위험성을 높이고 있어 지중화 또는 이설이 필요하다고 판단된다.



4 종합대책도

<그림 5-34> 면 개선구역 종합개선도 : 사기정역 교차로 일대



범례		
No.	개선 내용	기호
1	보도설치	
2	고원식 횡단보도 설치	
3	과속방지턱 설치	
4	지그재그차선 설치	
5	경계선 설치	
7	전신주 이설	
8	30km/h 속도제한 표지판	
기타	면적개선지역 경계	

4. 소결

본 장에서는 기존 교통사고 취약지점 분석방법의 한계를 극복하고 도시부의 도로 특성을 고려할 수 있는 새로운 분석기법인 NKDE를 제시하였고, 이 결과를 토대로 실제 중랑구 일부 지역을 대상으로 위험구간을 도출하였다. 분석결과와 활용도 및 교통안전 개선방안의 실효성을 높이기 위해 대상지역 주민을 대상으로 설문조사를 시행하여 일상생활에서 위험하다고 느끼는 지점과 그 이유에 대해서 조사하고 개선사례 분석시 반영하였다. 또한 이를 교통사고 통계자료와 사고 다발지점, NKDE분석에 의한 결과와 비교하여 시사점을 마련하였다. 개선사례 분석의 전문성을 확보하기 위해 교통안전공단과의 현장 안전진단을 토대로 교통사고의 인적·공간적 영향요인 결과를 함께 고려하여 개선방안을 도출하였다.

이러한 일련의 과정으로 수행한 결과 몇가지 시사점을 발견할 수 있었다.

첫째, 교통안전 개선대책 마련시 반드시 대상지역의 주민 의견을 수렴하는 과정이 필요하다. 예를 들면 주민을 대상으로 해당지역의 위험지점을 조사하고 이를 위험지도로 나타내는 작업이 수반되어야 할 것으로 판단된다. 교통사고 관련 통계로 나타난 사고다발지점과 주민들이 실제 느끼는 위험지역과 대체로 일치하였으나, 실제로 주민들은 이보다 훨씬 많은 지점에서 교통안전에 대해 위험을 느끼고 있는 것으로 나타났다. 교통사고라는 시공간적 현상이 발생한 지점에 대해 교통안전 개선대책을 마련하는 것도 물론 중요하지만 교통사고가 발생하지 않는 구간이라 하더라도 주민들은 상시적으로 위험을 느끼고 있으므로 실제 사고의 발현이나 더 큰 사고를 미연에 방지하기 위해서는 이를 사전에 찾아서 개선하는 것이 매우 중요할 것으로 판단된다.

둘째, 과학적이고 합리적인 근거에 기반하여 교통사고 취약지점을 도출해내는 과정이 일반적인 절차로 정립되어야 할 것이다. 충분히 많은 데이터의 이용이 가능함에도 불구하고 교통사고 건수만으로 교통사고 취약지점을 선정하는 과거의 방법을 그대로 답습하는 것은 오히려 예산 낭비와 행정력 소모를 자처하는 것이다. 본 연구에서 제시한 일련의 과정을 발전시켜 네트워크 차원에서의 교통사고 취약지점을 도출하는 연구가 필요할 것이다.

chapter VI

교통안전 정책 수립 및 개선방안

교통안전정책 수립 및 개선방안

본 장에서는 앞 장에서 분석된 연구결과를 활용하여 교통안전정책 수립 및 개선방안을 서술하였다. 교통사고에 미치는 공간적 영향요인 분석, 인적요인 분석을 통해 드러난 결과를 종합하여 중앙버스전용차로 개선, 도시부 제한속도 하향조정, 지구단위 교통안전 대책 수립, 주차문제 해결, 교통안전 교육 및 홍보 강화, 안전과 교통계획의 통합모형 개발 등 6개의 교통안전정책 방안 수립을 제시하였으며, 기존에 시행되고 있는 정책의 개선방안을 아울러 제시하였다.

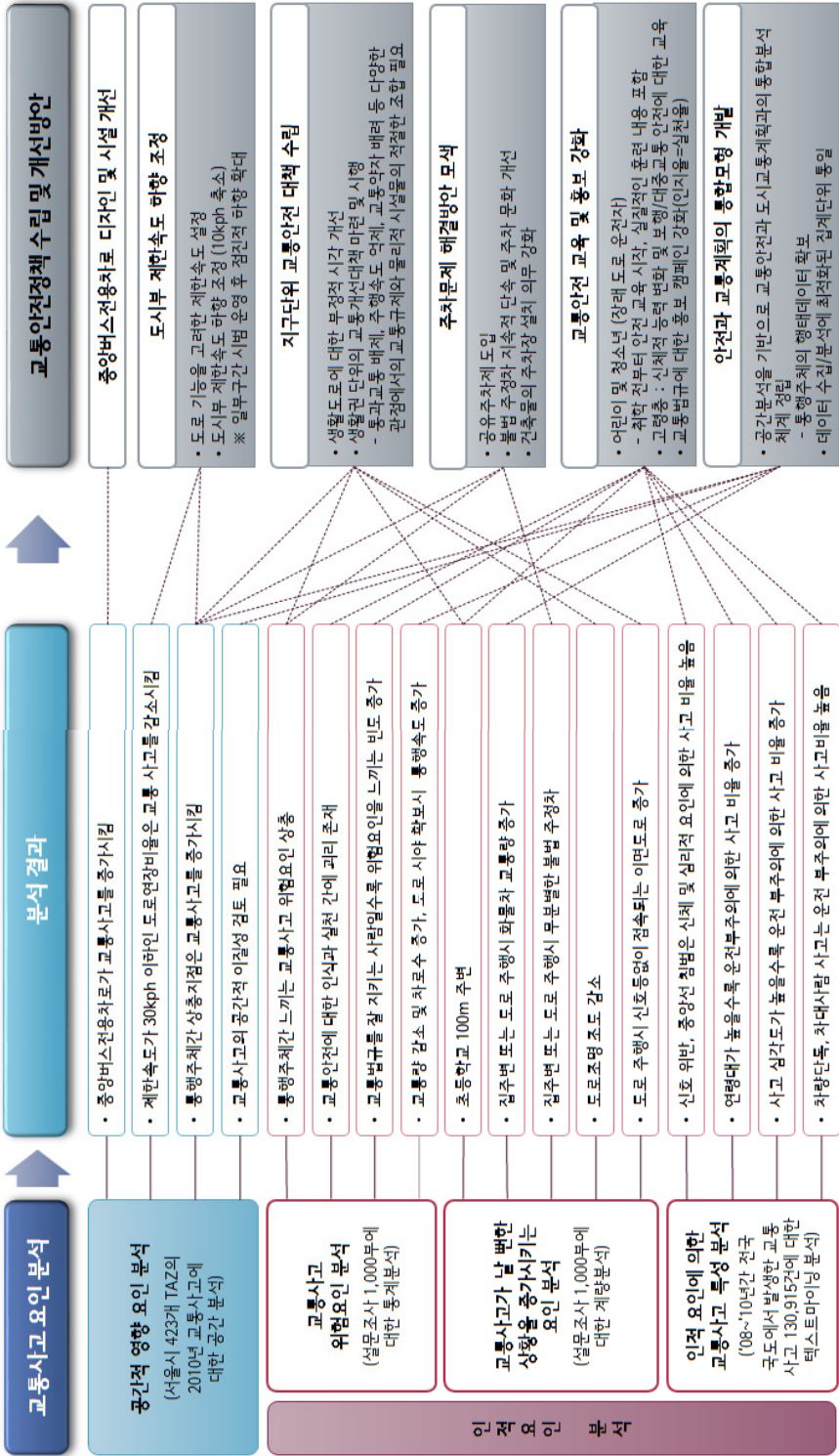
1. 교통안전정책 수립 방향

교통사고의 실증분석에 따른 정책적 시사점을 토대로 교통안전정책의 수립 방향 및 기대효과를 <표 6-1>과 이에 대한 항목별 연계도를 <그림 6-1>에 제시하였다.

<표 6-1> 교통안전 정책 수립 방향 및 기대효과

관련 장	교통안전정책 수립 방향	적용범위	기대효과
4장	도시부 제한속도 하향 조정	면	• 치명적 교통사고 감소
3장	도로 기능에 따른 통행권(Right-Of-Way) 명확화	선	• 상충지점 감소
3장	통행주체가 상충되는 교통위험요인 조정	면	• 통행주체별 안전도 확보
4장	통행주체의 기대(Expectancy)를 벗어나는 예기치 못한 상황 최소화	점	• 사고노출빈도 감소
3·4장	인적심리적 요인에 의한 교통사고 영향 고려	면	• 사전예방차원의 교통안전 강화
3장	교통안전의식과 실제 실천간의 괴리 최소화	면	• 교통법규 미준수에 의한 사고 감소
4장	교통사고의 공간적 이질성을 고려	면	• 교통사고 발생 특성에 대한 이해 증진
4장	도시의 마스터플랜을 결정하는 도시 및 교통 계획단계에서 교통안전을 고려	면	• 도시공간 객체간 상충 최소화 • 교통사고에 안전한 국토 구현에 이바지

<그림 6-1> 분석 결과와 교통안전정책 수립간 연계도



2. 인적 영향요인의 장기 개선방안

1) 교통안전 교육 강화

(1) 필요성

교통사고의 인적 요인 분석결과를 살펴보면 인적 요인에 의한 사고는 일반 사고와 비교하여 다른 특징을 가지며, 인적 요인에 의한 영향이 증가할수록 사고의 심각도도 함께 증가하는 것으로 나타났다. 또한 운전자에게 내재된 준법의식과 실제 운전시 발현되는 준법 의식간에 괴리가 있는 것으로 나타났다.

교통사고를 줄이기 위해서는 교통사고의 유발인자인 도로사용자, 차량, 도로환경 모두를 함께 개선시키는데 노력을 집중해야한다. 특히, 이 중 도로사용자는 의사결정의 주체이므로 대부분 교통사고의 책임은 일차적으로 도로사용자에게 귀결된다. 따라서 이러한 도로사용자에 대한 효과적인 교통안전 교육은 장기적으로 교통사고를 예방하는데 있어서 중요한 요인이 된다.

또한, 현행 운전자 뿐 아니라, 향후 도로이용자가 될 청소년 및 고령화 사회(Aging Society)에 접어들며 점점 중요성이 증가하는 고령자에 대한 교통안전 교육 역시 교통안전 실현을 위해 필수불가결한 요소이다. 현재 지자체·경찰청·공단 등이 시행하고 있는 청소년 및 고령자에 대한 교통안전 교육을 더욱 확대해 나갈 필요가 있다.

교통안전공단, 교통사고 사망자 수 2020년까지 절반으로 줄인다

교통안전공단은 4월 경북 김천혁신도시로 본사를 이전하면서 ‘오천만 안심 프로젝트’를 전사적으로 추진하고 있다. 이 프로젝트는 경제협력개발기구(OECD)회원국 중 최하위권에 머물러 있는 교통안전 수준을 획기적으로 향상시켜...〈하략〉

서울 초·중·고 체험형 안전교육 의무화

내년부터 서울시내 초·중·고교는 의무적으로 실습 및 체험교육이 포함된 안전사고 예방교육을 실시하고, 학교에서 사고가 발생하면 보호자 통보 및 홈페이지에 현황을 공개해야 한다. 서울시교육청은 이 같은 내용을 담은 ‘학교안전조례안’을 2일 입법예고했다. 〈하략〉

자료 1. 김현지, 2014. “교통안전공단 오천만 안심 프로젝트”. 동아일보, 10월 29일자

2. 김예진, 2014. “서울 초·중·고 체험형 안전교육 의무화”. 세계일보, 10월 2일자

(2) 해외 사례 고찰

교통안전교육을 학교 교과과정에 의무적으로 도입하고 있는 국가로는 스코틀랜드, 프랑스, 스페인, 북유럽, 말레이시아 등이 있다. 이 중, 부모로부터의 교육을 중시하고 있는 국가가 많으며(미국, 영국, 네덜란드, 독일 등) 특히, 영국은 1960년대부터 1970년대 이후 실시되고 있는 Tufty Club(1960년대에 노르웨이에서 개시, Dragutinovic & Twisk, 2006)이라 불리는 어린이 교통안전교육단체부터, 부모자식 공동 활동인 Traffic Club으로 이행된 사례가 있다(Zeedyk, Wallace, Carcary, Jones & Larter, 2001). 또한 학교 교원에 대해 지도방법을 훈련하는 국가가 있으며(말레이시아 등), 실제로 교육을 담당하는 봉사자(부모 등)에게 교육과 조정을 하는 인원(코디네이터와 모데레이터)을 배치하고, 지속적인 교육 체제가 정비된 나라³⁹⁾가 있다. 한편, 체크리스트 등을 만들어 시행 중인 교육의 추진상황과 효과를 검증하는 나라⁴⁰⁾도 있다.

고령운전자에 대한 안전 교육으로 미국의 AARP(American Association of Retired Persons)는 50세 이상 운전자 사고방지를 위해 고령운전자 교육프로그램을 운영하고 있다(박준환, 2010). “AARP Driver Safety Program”으로 불리는 이 프로그램은 고령운전자에게 새로운 운전방법을 알려주고, 최신 정보를 알려주는 한편, 더 이상 운전이 안전하지 않게 되는 시점을 자각할 수 있도록 도와준다.

전미자동차협회(AAA : American Automobile Association)는 55세 이상을 대상으로 「Drivers 55 Plus」라는 프로그램을 운영하고 있다(박준환, 2010). 이 프로그램에서는 책자를 통해 스스로의 운전습관을 개선하도록 유도하고 있으며, 운전과정에서 주의해야 할 사항을 점검해보고 개선할 수 있도록 하는 과정을 포함한다.

(3) 국내 교통안전교육 현황

우리나라의 교통안전 교육은 국토교통부·안전행정부·교통안전공단·도로교통공단·경찰청 등 각 담당기관들이 주체가 되어 이루어지고 있다. 교통사고에 안전한 국토를 구현하는데 안전교육은 가장 손쉬우면서도 가장 기본적인 방법으로 최근

39) 영국, 독일 등이 해당되나 다만 안전교육의 추진상황은 지방자치체에 따라 차이가 있음

40) 미국, 영국, 네덜란드, 오스트리아, 뉴질랜드 등이 해당됨

국내에서도 세월호 사건과 관련하여 교통안전교육이 학교 의무교육으로 수용됨으로써 장기적인 교육효과 및 안전문화 형성을 기대해 볼 수 있을 것이다.

<표 6-2> 각 기관별 교통안전 시행 시책

담당 주체	주제	시행 시책
국토교통부	운전자 안전의식 높이기	· 연중캠페인 전개(동아일보, '시동꺼! 반칙운전') · 수도권에 제 2 교통안전 체험센터 착공 및 사업용 운전자에 대한 체험 교육 실시
안전행정부	안전문화운동 전개	· 생명을 보호하는 3필착 캠페인 실시 · 기초질서 지키기 운동 전개
	민간단체기업과의 협력활동 강화	· 시기별로 안전문화운동 추진 협의회와 합동 캠페인을 전국적으로 전개 · 안전 강조기간 설정·운영
	어린이 안전사고 사망자 감축	· 놀이시설, 통학차량, 스쿨존 현장관리 강화 · 어린이 안전교육 강화, 연령별, 활동공간별 대책 수립
교통안전 공단	오천만 안심 프로젝트	· 주요 일간지 활용 기획보도, 월간지, 공단 블로그, 대학생 기자단 활용, 사업로고 및 슬로건 홍보
	국민체감형 교통안전 문화 개선	· 교통사고 홍보 콘텐츠 마련 및 인포그래픽 활용
도로교통 공단	교통안전 홍보	· 교통안전 홍보 활성화, 교통문화 대축전 · 교통캠페인 봉사활동 인증제 확대
	교통안전 교육	· 교령자 교통안전교육 확대 및 시스템 개발 · 어린이/교령자/외국인/장애인 등 교육 콘텐츠 개발 · 일반인 대상 교통안전교육 과정 개발
	교통안전교사제	· 교육기관별로 임명한 교통안전 교사들에게 전문 교육 후 교통안전 교육을 담당하도록 법적화 추진

자료: 박원일·전상민, 2014, 해외 사례를 기반으로 한 버스 교통문화 정착방안, 한국운수산업연구원

(4) 효과적인 교통안전교육 방안

① 어린이 및 청소년

선행연구사례는 주로 취학 전후인 5세 안팎의 아동을 대상으로 훈련한 사례가 많으며 이들에 대한 교육은 주로 안전한 도로의 선택, 적절한 도로의 횡단 방법, 횡단시 교차차량과의 거리 판단 등의 항목을 다루고 있다. 네덜란드의 경우에는

어릴 때부터 정기적 안전교육을 통해 운전자들이 정차 또는 주차 후 운전석 문을 열 때 자연스럽게 뒤에서 접근하는 오토바이/자전거 등을 살피도록 함으로써 사소한 실수로 인한 교통사고를 예방하고 장기적으로 교통안전문화를 정착시키고 있다.

이러한 아동에 대한 교통안전 교육 방법으로는 실제 도로상에서 횡단체험·훈련, 가정과 자동차교습소 내 등 폐쇄된 코스에서의 횡단체험·훈련 (Pretended Road Task : PRT), 아동의 교통안전 능력을 시험하는 테스트법, 교실 내에서 모형에 의한 훈련 (Table-Top법) 등의 방법을 고려할 수 있다(大谷亮, 2014).

또한, 고학년에 대해서는 위험감지능력의 훈련 등을 목적으로 하여, 위험 맵 작성 등을 통한 소집단 토론과 역할 연기법 및 드라이버의 시각에 관한 학습 등을 실시할 수 있다. 이러한 교통안전 교육 담당자는 자원봉사자로서 보호자와 노인, 지역의 기업, 또는 교원 등의 인원을 기대할 수 있지만 지식과 시간이 한정되므로, 지속적인 안전교육을 실시하기 위해서는 자원봉사자와 이러한 인원을 교육하는 전문직이 필요하다.

② 고령층

현재 고령자를 대상으로 한 실질적인 교통안전 교육은 찾아보기 어려운 실정이다. 「노인보호구역의 지정 및 관리에 관한 규칙」 제10조에서는 경찰서장이 노인교통안전을 위해 안전보행에 대한 지도 등을 실시하도록 명시하고 있으나, 안전교육 프로그램은 규정되어 있지 않다. 고령자를 위해서는 운전면허 갱신 등의 기간에 안전운전 지침, 변화된 법규 등을 익힐 기회 제공, 자신의 신체적·정신적 능력을 인식하고, 운전을 지속하기 위해 필요한 사항을 스스로 판단할 수 있는 기회 제공, 고령운전자의 능력에 맞는 운전방법에 대한 개발 및 안내 등의 교육이 필요하다(박준환, 2010).

또한 대중교통을 이용하거나, 보행하는 고령자에게도 대중교통 안전교육 및 보행안전교육을 실시하여 고령층의 교통안전 향상에 기여해야한다. 이를 위해 경찰서 및 교통전문기관에 의한 정규 프로그램을 개설하고, 정기적으로 노인시설 등을 방문하여 전문가가 고령자를 교육할 수 있는 시스템을 구축해야할 것이다.

교통안전 교육은 결국 바람직한 교통문화를 형성하는 매우 중요한 방법으로 정기적

인 교육을 통해 교통안전에 대해 합리적인 인식을 가진 운전자를 길러내는 장기적인 과정이다. 그러나 결국 이러한 운전자들이 안전한 교통문화를 형성하는데 주도적인 역할을 수행할 것이고, 이러한 문화는 후세에 대물림될 것이므로 목전의 효과를 기대할 수 없더라도 지속적인 예산 확보 및 시행이 뒷받침되어야 한다.

3. 공간적 영향요인의 단·중·장기 개선방안

1) 단기 : 중앙버스전용차로 개선

(1) 필요성

중앙버스전용차로는 도로의 중앙에 설치되어 서울시의 중추적 대중교통의 하나인 버스의 이동성 개선에 크게 기여하였다. 그러나 최근 중앙버스전용차로에서 빈발하고 있는 교통사고로 인해 중앙버스전용차로를 개선, 심지어 일부지역에서는 폐지를 주장하는 목소리가 높아지고 있다.

서울시에서 2011년에 발생한 교통사고 발생 건수와 사망자 수는 각각 4만451건, 435명이었으며, 2012년에는 발생 건수와 사망자 수가 각각 4만829건, 424명으로 다소 감소하였다. 그러나 중앙버스전용차로의 교통사고 발생 건수는 2011년 179건(사망자 3명)에서 2012년 398건(사망자 14명)으로 급증했다. 중앙버스전용차로의 치사율은 2012년 기준 3.52%로 서울시 전체 교통사고 치사율(1.04%) 보다 크게 높았다⁴¹⁾. 이에 대한 원인으로 버스와 좌회전 일반차량과 상충이 잦고 보행자 무단횡단 때문인 것으로 분석하고 중앙버스전용차로 주변의 전반적인 교통체계 개선을 요구하고 있다.

41) 자료 : 강동효, 2014. “교통사고 부채질하는 중앙버스차로제”. 한국일보, 10월 12일자

사고 끊이지 않는 중앙버스차로 최근 4년간 서울과 경기도의 '중앙 버스전용차로'에서 교통사고가 1381건 발생해 3483명이 숨지거나 다친 것으로 나타났다.<중략> 서울의 중앙버스차로에서 발생한 사고 치사율이 서울 전체 사고보다 작게는 1.5배, 크게는 5배 높은 것으로 분석됐다.<하략>	“중앙 버스전용차로 즉각 폐지해주세요” 도안신도시 주민들 서명운동 대전시 유성·서구 일대 도안신도시 주민들이 28일 “도안신도시 내 주요 도로 1차로를 버스 전용차로로 지정, 운영한 이후 각종 사고가 잇따르고 있다”며 중앙 버스전용차로 폐지를 촉구하고 나섰다.<하략>
--	--

- 자료 1. 김효인. 2014. “사고 끊이지 않는 중앙버스차로”. 조선일보, 10월 13일자
 2. 정재학. 2014. “중앙 버스전용차로 즉각 폐지해주세요”. 국민일보, 11월 28일자

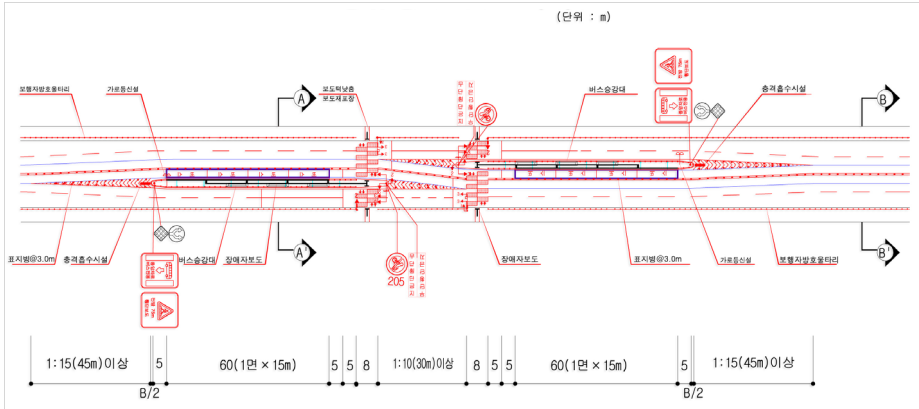
(2) 중앙버스전용차로 현황

중앙버스전용차로는 도로교통법에 그 설치 근거가 정해져 있으며, (구)건설교통부의 버스전용차로 설치 및 운영지침, 서울시 중앙버스전용차로 설치 기준 등을 따라 설치하고 있다.

도로교통법 제15조(전용차로의 설치) ① 시장 등은 원활한 교통을 확보하기 위하여 특히 필요한 경우에는 지방경찰청장이나 경찰서장과 협의하여 도로에 전용차로(차의 종류나 승차 인원 등에 따라 지정된 차만 통행할 수 있는 차로를 말한다. 이하 같다)를 설치할 수 있다. ② 전용차로의 종류, 전용차로로 통행할 수 있는 차와 그 밖에 전용차로의 운영에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.
--

특히, 서울시 중앙버스전용차로 설치기준(시장방침 734호, 2013년 10월 28일)에서는 중앙버스전용차를 시외곽 주요도시와 도심 및 부도심을 연결하는 도로로서 (1) 고밀도 개발지를 경유하는 주요 간선도로, (2) 지하철 등의 대중교통 서비스가 열악하거나 버스 이용수요가 많은 도로(버스 통행량 시간당 150대 이상), (3) 노면 교통혼잡이 심하고 편도 3차로 이상 확보가 가능한 도로에 설치하는 것으로 하고 있다.

<그림 6-2> 중앙버스 정류장 표준도



자료: 서울특별시 교통운영과, 2013. 중앙버스차로 관련 설계기준

(3) 중앙버스전용차로의 문제점

중앙버스전용차로는 정류장이 도로 중앙에 설치되어 있어 횡단하는 도로 폭이 좁아 보행자가 무단횡단 하는 경우가 많다. 무단횡단으로 인한 버스과 충돌시 인명피해는 전체 교통사고의 사망률에 비해 약 9배에 이른다.

<표 6-3> 중앙버스전용차로에서 발생한 교통사고 현황 비교(2009년)

구 분	발생건수(A)	사망자수(B)	부상자수	치사율(B/A)
중앙전용차선(버스와 보행자 사고)	52 건	12 명	48 명	23%
전 체	231,990 건	5,838 명	361,875 명	2.5%

자료: 국민권익위원회, 2011. 중앙버스전용차로 교통사고 방지를 위한 제도 개선

<그림 6-3> 보행자 무단횡단 사례



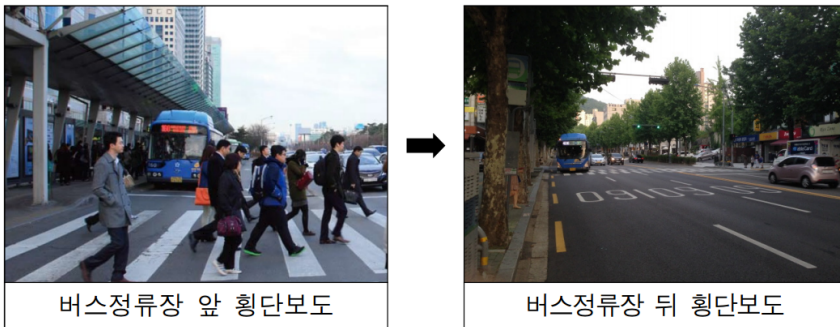
자료: 한상진·김근정, 2006. “도로안전진단을 통한 중앙버스전용차로 안전도 향상방안”. 교통정책브리프 2006-04. 한국교통연구원

중앙버스차로의 위험요인으로는 중앙버스전용차로 진입 및 진출 구간에서 일반차량과 버스 충돌 위험, 좌회전하는 일반차량과 직진하는 버스 사이의 충돌 위험, 직진 차로수의 불일치로 인한 충돌 위험, 추월차로의 부적절한 설치 및 이용, 애매한 교통 신호등 표시, 유턴(u-turn) 차로 대기차량의 중앙버스전용차로 침범, 이륜차의 무분별한 중앙버스전용차로 이용 등을 들 수 있다(한상진 외, 2006).

(4) 개선방안

중앙버스전용차로에서 보행자의 사망률을 높이는 가장 주요한 원인인 무단횡단을 막기 위해서는 승객이 버스 하차 후, 버스 주변을 횡단하지 않도록 안내방송을 실시하고, 횡단보도 위치 조정(현행 정차대 앞→정차대 뒤)을 통해 승객이 무리하게 버스에 탑승하고자 무단횡단 하는 것을 방지할 필요가 있다.

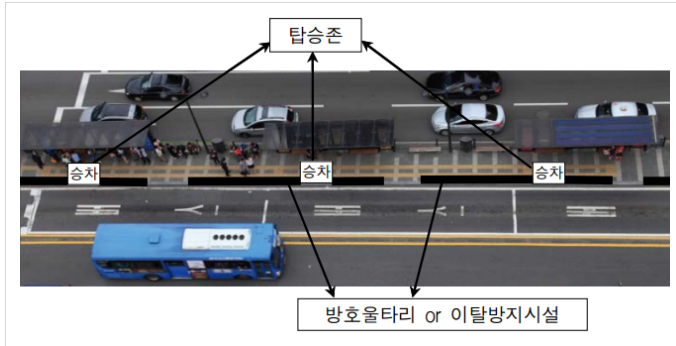
<그림 6-4> 버스정류장 앞뒤 횡단보도



자료: 박원일·전상민, 2014. 해외 사례를 기반으로 한 버스 교통문화 정착방안. 한국운수산업연구원

또한, 탑승존을 설치하고, 버스정보시스템(Bus Information System)을 활용하여 곧 도착할 버스의 정차대 번호를 알려줌으로써, 승객이 미리 정차대의 탑승존에서 타고자하는 버스를 기다리도록 개선할 필요가 있다.

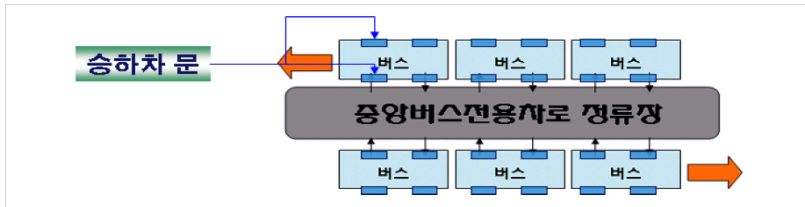
<그림 6-5> 탑승존 설치



자료: 박원일·전상민, 전계서

장기적으로는 양문형 버스를 개발하면, 중앙버스전용차로 공간을 줄이고 사고위험을 줄이는데 도움이 될 것이다. 기존에는 중앙버스전용차로 정류장이 양방향으로 설치되어야 했으나, 양문형 버스가 개발되면 <그림 6-6>과 같이 한 방향으로만 정류장을 설치하는 것이 가능하며, 반대방향에서 오는 버스를 갈아타기 위한 이동을 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

<그림 6-6> 양문버스의 개요



자료: 한상진·김근정, 전계서

중앙차로가 설치되어 있는 경우, 일반차로에서는 가급적 좌회전을 금지시키고 P턴(p-turn)을 활성화 하려는 노력이 필요하며 이를 위해 이면도로 주차정비, 불법주차 단속 등이 병행되어야 소기의 목적을 달성할 수 있을 것이다.

한편, 적절한 이면도로가 없거나 좌회전 교통량이 많아 P턴만으로는 좌회전 교통량 처리가 불가능한 경우 좌회전을 허용하되 버스전용차로의 정지선을 후퇴시키는 것이 필요하다.

현재 추월차로의 부적절한 설치로 인해, 정차한 버스를 추월하기 위해 버스가 중앙차로를 넘는 경우가 있는데, 이를 해결하기 위해서는 추월차로 폭을 넓히거나, 아예 중앙선을 침범할 수 없도록 시선유도봉 등을 설치하는 노력이 필요하다. 또한, 보행자 안전 강화를 위해 정류소 부근 횡단보도에는 스피드 쿠션 등의 설치 방안도 고려할 수 있다(한상진 외, 2006).

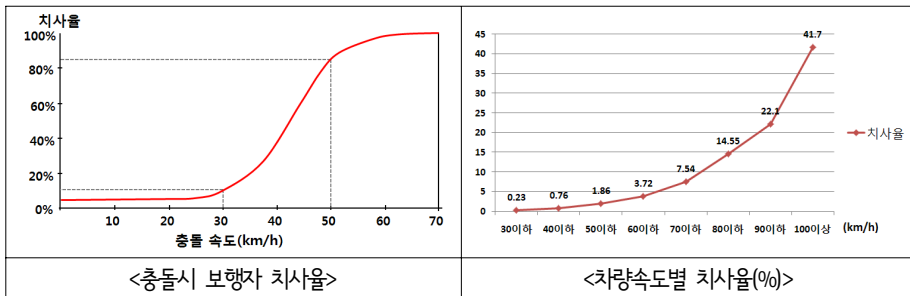
2) 단기 : 도시부 제한속도 하향 조정

(1) 필요성

속도는 사고시 치사율을 결정하는 가장 중요한 요소이며, 보행자와의 충돌시, 차량 속도가 30km/h라면 약 10%가 사망하나 60km/h에서는 80%가 사망하게 된다.

우리나라의 도심부 도로의 제한속도는 도로교통법 시행규칙에 따라 편도 1차로 60km/h, 편도2차로 이상 80km/h 이상으로 제한되어 있으며, 예외구간은 별도 표지판을 설치하고 있다.⁴²⁾ 그러나, 일관되지 않은 예외 표지판 운영으로 운전자의 약 70%가 정확한 제한속도를 인식하지 못하고 있는 것(삼성교통안전문화연구소, 2013)으로 나타났다.

<그림 6-7> 차량 속도와 치사율과의 관계



자료: WHO, FIA Foundation, Global ROAD SAFETY Partnership, THE WORLD BANK, 2008. Speed Management

42) 도로교통법 시행규칙 제19조에서 '일반도로(고속도로 및 자동차전용도로 외의 모든 도로를 말한다)에서는 매시 60킬로미터 이내. 다만, 편도 2차로 이상의 도로에서는 매시 80킬로미터 이내'로 자동차등의 운행속도를 규정하고 있음

또한 선진국 사례를 참고하여 도시부 차량 제한속도를 하향조정해야 한다는 논의는 꾸준히 있어 왔으며, 최근에는 그에 대한 법적 근거를 마련하기 위한 움직임이 가속화되고 있다.

편도 1차로 이하 도로 ‘제한속도 30km 하향’ 공청회 〈전략〉“서울의 편도 1차로의 제한속도를 시속 30km로 낮춘다면 사회적 비용은 줄고 운전자와 보행자 안전은 크게 높아집니다.” 김상옥 삼성교통안전문화연구소 수석연구원은 3일 서울 중구 을지로 삼성화재에서 열린 ‘교통안전 확보를 위한 제한속도 개선방안에 대한 공청회’에서...〈하락〉	서울 ‘이면도로’ 제한시속 60 → 30km 낮춘다 서울 시내 도로의 80%를 차지하는 이면도로 제한속도를 올해 안에 시속 30km로 낮춘다. 〈중략〉 서울지방경찰청은 ‘서울경찰청 도로교통고시’를 개정해 현재 시속 60km로 규정된 편도 1차로 이하 도로의 제한 속도를 시속 30km로 일괄 규정하겠다고 2일 밝혔다.〈하락〉
---	--

- 자료 1. 황인찬. 2014. “편도 1차로 이하 도로 ‘제한속도 30km 하향’ 공청회”. 동아일보. 9월 4일자
 2. 박재명. 2014. “서울 ‘이면도로’ 제한시속 60 → 30km 낮춘다”. 동아일보. 9월 3일자

(2) 해외사례 고찰

〈표 6-4〉에 제시한 바와 같이 대부분의 유럽 및 미국 주요도시의 경우 도심 제한속도가 50km/h로 설정되어 있으며 제한속도 저감에 따른 교통사고 감소 효과가 나타나고 있다. 덴마크에서는 도심부에서의 제한 속도를 50km/h로 낮추자(기존 60km/h), 시행 전에 비해 사망사고는 24%, 부상사고는 9%가 감소하였으며, 독일에 서는 50km/h로 낮추자(기존 60km/h) 전체 교통사고의 20%가 감소하였다(삼성교통 안전문화연구소, 2013).

<표 6-4> 주요 선진국의 제한속도

구분	고속도로 (Motorways)	지방부 간선도로 (Main highways and rural roads)	도시부 도로 (urban roads)
	90-100-110km/h	60km/h(2×1 lane) 80km/h(2×2 lane or more)	60km/h(2×1 lane) 80km/h(2×2 lane or more)
 오스트리아	130km/h	100km/h	50km/h, 30km/h zones 40km/h streets in residential areas
 덴마크	130km/h	80km/h	50km/h
 핀란드	120km/h	100km/h(main) 80km(rural)	30-40-50km/h
 프랑스	130km/h	90km/h	30 or 50km/h
 독일	없음 (130km/h 권장)	100km/h	50km/h
 일본	100km/h (national expressways)	40-50-60km/h (national highways)	40-60km/h
 네덜란드	100 or 120km/h	100km/h(main) 80km/h(rural)	50km/h
 노르웨이	90 or 100km/h	80km/h	30-50km/h
 스웨덴	110km/h	90km/h(main) 70km/h(rural)	50km/h
 스위스	120km/h	80km/h	50km/h
 영국	113km/h	97km/h	32-48km/h
 미국	도시부: 88-113km/h 지방부: 104-120km/h	88-113km/h	40-56km/h

자료: OECD & ECMT, 2006, Speed Management ※ 일본은 일본 경찰청(2013)의 자료를 사용하였음

(3) 개선방안

설문조사에서 나타난 바와 같이 보행자와 자전거 운전자는 생활도로에서의 자동차 과속을 가장 큰 위협요인으로 꼽고 있다. 따라서 우리나라도 외국 사례 등을 검토하여 도시부 도로에서는 제한속도를 하향 조정하는 것이 바람직하다.

일본의 경우 <표 6-5>와 같이 차로수, 중앙분리대, 보행자수 등에 따라 도심부의 속도제한을 차등화하여 실시하고 있으며, 획일적인 속도기준을 지양하고 도로가 갖는 다양한 기능(주민의 생활도로·이동성을 중시한 도로 등)에 맞는 유연한 속도 기준을 적용하고 있다.

<표 6-5> 일본의 도시부 제한속도 기준

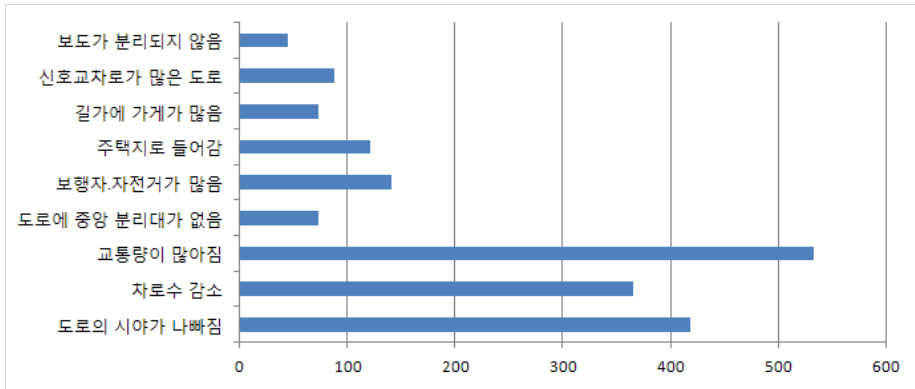
구분	지역	차로수	중앙분리	보행자교통량	기준속도
1	시 가 지	2차로		많음	40km/h
2				적음	50km/h
3		4차로 이상	있음	많음	50km/h
4				적음	60km/h
5			없음	많음	50km/h
6				적음	50km/h
7	비 시 가 지	2차로		많음	50km/h
8				적음	60km/h
9		4차로 이상	있음	많음	60km/h
10				적음	60km/h
11			없음	많음	50km/h
12				적음	60km/h

주: 현장에서 적용하는 규제속도는 기하구조, 대형차 혼입률, 교통사고 발생상황, 교차로간격, 생활환경 보전 등 다양한 조건을 감안하여 상기기준 속도로부터 $\pm 10\text{km/h}$ 의 범위에서 조정하여 결정함
 자료: 일본 경찰청(2013)

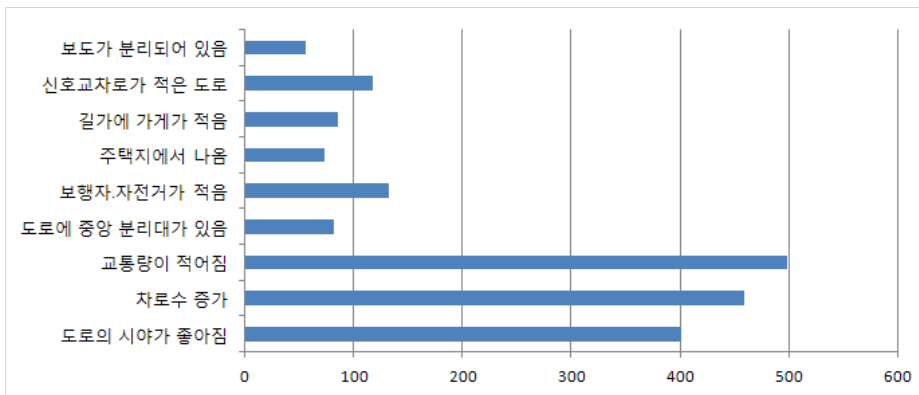
조사결과 우리나라 국민들은 교통량이 많아지거나, 도로의 시야가 나빠지는 경우, 차로수가 감소하는 경우 주행속도를 하향 조정하고 있으며, 주행속도를 상향 조정하는 경우는 반대의 경우이다.

따라서 국외 동향과 국내 조사 결과를 토대로 도시부 편도 1차로의 제한속도(현행 60km/h)를 일부구간에 한해 50km/h로 하향하는 방안을 시범적으로 추진할 필요가 있다.

<그림 6-8> 주행속도를 하향조정하는 경우(설문조사)



<그림 6-9> 주행속도를 상향조정하는 경우(설문조사)



3) 단기 : 지구단위交通安全 대책 수립

(1) 필요성

생활도로 문제를 해결하기 위해서는 “통과교통 배제”, “주행속도 억제”, “노상주차의 적정화”, “교통약자의 배려” 등 다양한 시점에서 대책을 강구할 필요가 있다(일본(사)교통공학연구회, 2013). 또한 도로에 대한 선적인 대책, 교차점 등에 대한 점적인 대책만으로는 충분하지 않으며, 교통규제와 물리적 장치를 적절히 조합하는 것이 효과적이다.

우리나라의 교통사고 사망자 5,392명 중 57.4%에 이르는 3,093명이 9m 미만의 생활도로에서 사망하였으며, 서울시에서도 전체 교통사고 사망자 중 54%가 이면도로 상에서 사망하였다.

<표 6-6> 서울시 전체 교통사고 사망자수 및 이면도로 사망자수

연도별	총계		2010년		2011년		2012년	
구분	전체	이면도로	전체	이면도로	전체	이면도로	전체	이면도로
교통사고사망자(명) (바울)	1,273	669 (52%)	424	231 (54%)	430	210 (48%)	419	228 (54%)

자료: 이광훈·홍우식, 2013. 서울시 생활권 교통개선사업 추진방안, 서울연구원

현재 우리나라는 경찰청에서 「생활도로 속도관리 및 교통시설 설치 운영지침」을 기준으로 교통안전시설 심의위원회의 의결을 통해 생활도로구역을 지정하고 있으나, 어린이보호구역과 노인보호구역과 비교하여 법적 근거가 미비한 실정이다. 이에 최근에는 우리나라에서도 보행자 안전 강화 및 교통사고 예방을 위한 생활도로 지정의 법적 근거를 마련하기 위한 움직임이 시작되고 있다.

또한, 어린이보호구역 등 교통안전 보호구역 외에 어린이 유해시설 등을 ‘학생안전 지역’으로 통합 관리하기 위한 법률 제정 등이 추진되고 있어, 향후 노인보호구역, 생활도로구역 등도 교통·식품·환경·범죄 안전을 종합적으로 고려한 정책 추진이 예상된다.

생활도로구역 지정, 보행자 안전 강화 우리나라 인구 10만 명 당 보행 중 교통사고 사망자수가 4.1명으로 OECD 1위(전체 평균 1.4명)로 알려진 가운데 보행자 안전 강화와 교통사고 예방을 위한 생활도로구역 지정의 법적 근거가 마련될 전망이다. <하략>	학교 주변 200m 내 ‘학생안전지역’으로 통합법 만든다 학생들의 교통·식품·환경·범죄 안전을 위해 학교 주변에 설정된 보호구역들을 ‘학생안전 지역’으로 통합 운영하는 법이 새롭게 추진된다. 교육부가 관계부처와 협의해 3년마다 기본 계획을 세우도록 해...<하략>
---	--

자료 1. 김영만, 2014. 생활도로구역 지정, 보행자 안전 강화. CNB뉴스, 9월 5일자

2. 이범준, 2014. “학교 주변 200m 내 ‘학생안전지역’으로 통합법 만든다”. 경향신문, 9월 23일자

(2) 해외사례 고찰

① 생활권 안전사업 사례

1976년 네덜란드(Woonerf)를 시작으로 독일(Taempo 30), 일본(커뮤니티 로드/존), 영국(20mph Zone) 등을 비롯한 많은 국가에서 생활권 안전사업을 실시하고 있으며, 이를 통해 도시부 이면도로의 차량속도를 효과적으로 억제하고 있다. 이들 사업은 주로 지방자치 단체가 사업주체가 되어 실시하고 있으며, 대체로 30km/h 이하로 속도를 제한하고 있다.

<표 6-7> 각국의 생활권 안전 사업

사업	교통안전 시설 사업		속도 제한 사업		
	Woonerf (네덜란드)	Community Road/Zone (일본)	Taempo 30 (독일)	Zone 30 (네덜란드)	20mph Zone (영국)
근거 법령	'76. 도로교통법 RV	'83. 교통안전시설 등 정비사업에 관한 긴급 조치법	'82 도로교통법 (VwV-StVO)	'83. 도로교통법	'01. Transport Act 2000
사업 주체	지방자치단체	지방자치단체 경찰청	지방자치단체	지방자치단체	지방자치단체
속도 제한	보행자 속도 이하 (스위스:20km이하)	30km/h 이하	30km/h 이하	30km/h 이하 (기존 50km/h)	20mph(32km/h) 이하
속도 관리 권한	지방자치단체	지방자치단체 경찰청	지방자치단체	지방자치단체	지방자치단체
도로 이용 형태	보차공존	보차분리	보차공존	보차공존	보차공존
세부 설계	-진입구 표시 인식 -25m간격 도로 불연속 설치 -50m 간격 감속 시설 설치 -주차허용지역 "P"로 표기 -나무와 볼라드를 이용한 보차 분리 -조명 설치	-차도폭 3m (나머지 보도 확보) -보차도 경계 명시 하는 선형 표시 -차량 통로 지그 재그 -볼라드 설치	-진출입구 표시 -물리적 장치 필수	-진출입구 표시 -차로폭 축소	-진출입구 표시 -물리적 장치 필수
비고	-	-	물리적 규제장치 부재시 존30 구역 설정은 무효	-	'90. 국가보조사업

자료: 교통안전문화연구소, 2008. 도시부 생활도로 안전도 제고방안 연구

일본에서는 존30 지구에서 제한 속도를 30km로 제한한 결과, 그렇지 않은 곳보다 눈에 띄는 사고 감소율을 가져왔다.

<표 6-8> 존 30 정비지구의 교통사고 감소효과 사례(일본 가와구치시)

구분		정비 전(2010년)	정비 후(2011년)	증감	증감율
정비지구	인명사고	51	40	-11	-21.6%
	물적 피해사고	189	160	-29	-15.3%
가와구치시 전체	인명사고	1,514	1,317	-197	-13.0%
	물적 피해사고	4,769	4,702	-67	-1.4%

주: 사이타마현 가와구치경찰서 관내 시비지구 1.85km²의 사례

자료: 일본 (사)교통공학연구회. 2013. 지구교통계획매뉴얼-생활도로의 존 대책-. 계명대학교 출판부

프랑스 파리에서는 2013년부터 전 도심의 1/3에 해당하는 지역에 제한속도 30km/h를 적용하고 있으며, 향후 간선도로를 제외한 모든 도로에 대해 확대할 예정이다(서울연구원, 2014). 그러나 이러한 속도 제한에도 불구하고 파리에서 심각한 교통혼잡 현상이 일어나지 않았다는 점은 시사하는 바가 크다.

② 주민참여형 지구단위交通安全대책 사례

주민이 참여하는交通安全 개선대책은 과거부터 있어 왔으나, 최근 스마트폰의 보급으로 양방향 피드백이 가능해짐에 따라, 해외에서는 스마트폰 어플리케이션을 이용한 도로이용자의交通安全대책 참여가 활성화 되고 있다. 일본 교토부의 히야리햇 토지도 작성, 미국 뉴욕의交通安全지도 작성 등 일반 시민들이 스마트폰을 통해 지자체에 정보를 제공하고 있다.

① 일본의 히야리햇토 지도

히야리햇토(ヒヤリハット)란 실제 사고로 이어지지는 않았으나, 사고가 날뻔한 상황을 말하는 것으로 하인리히의 법칙에 기반한다. 일본에서는 이러한 히야리햇토를 안전공학, 노동재해, 의료사고, 의료과실, 방재 등 다양한 분야에서 적용하고 있으며, 교통분야에서는 주민이 느끼는 위험구간에 대한 지도를 작성하여 활용하고 있다.

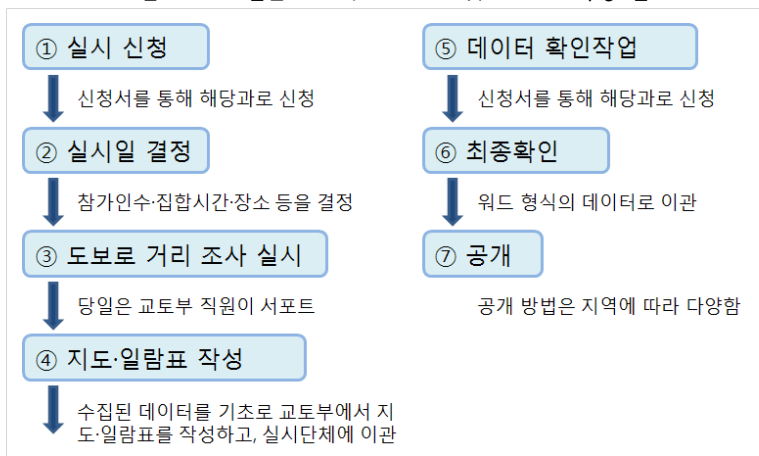
<그림 6-10> 히야리हत 지도의 작성 예(홋카이도 다테시)



자료: 히야리हत. 다테시 홈페이지(<http://www.city.date.hokkaido.jp>). [2014.10.01]

최근 일본의 일부 지자체는 히야리हत 지도 작성을 위한 스마트폰 어플리케이션을 개발하여 주민에게 배포하고, 전용 ID를 통해 접속하여 간단히 위험구간을 등록하도록 장려하고 있다. 또한, 주민들에게 히야리हत지도 작성을 위한 스마트폰을 무료로 대여하고 있으며, 수집된 정보에 대해서는 담당자를 파견하는 등 히야리हत 지도 작성을 활성화시키기 위해 노력하고 있다.

<그림 6-11> 일본 교토부의 히야리हत 지도 작성 절차



자료: 히야리हत. 교토부 홈페이지(<http://www.pref.kyoto.jp>). [2014.10.01]

또한 스마트폰의 보급 등으로 이용자가 스마트폰 어플리케이션 등을 이용하여, 스스로 교통안전 개선 프로그램에 참여하도록 하는 방법이 점차 증가하고 있다. 일례로, 일본은 수도고속도로 주식회사에서 ‘Tokyo Smart Driver’라는 어플을 개발하여 도로 이용자(동승자)가 스스로 승차감을 평가하도록 하고 있다.

<그림 6-12> Tokyo Smart Driver 앱 구동 화면



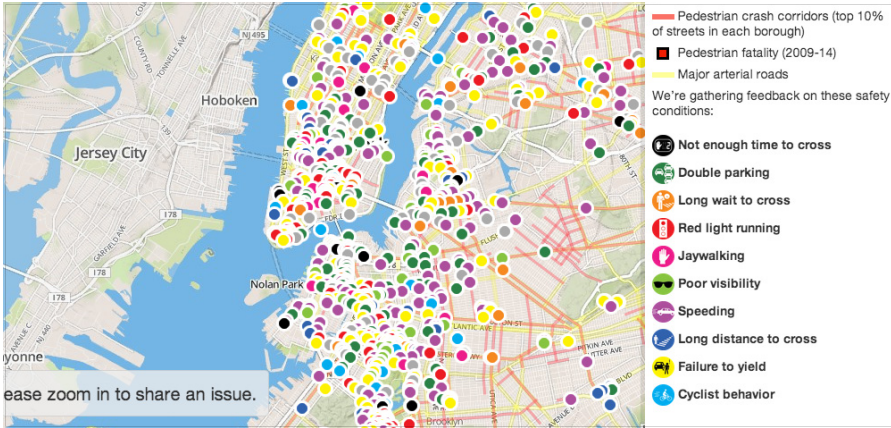
자료: 김정화. 2014. “커뮤니케이션을 통한 고속도로 교통안전 정책”. 도로정책브리프 No.76. 국토연구원

② 미국의 교통안전 맵 작성

뉴욕시 교통국과 뉴욕경찰청, 택시 및 리무진 협회는 Vision Zero⁴³⁾를 실현하기 위한 도구로, 교통안전위험지도를 작성하고 있다. 이는 비영리 단체인 OpenPlans에 의해 설계되었으며, 스마트 폰 어플리케이션을 통해 사용자가 도로상에 위험지역을 표시할 수 있게 하였다. 이 어플리케이션에서는 신호위반, 이중주차, 끼어들기, 과속 등을 아이콘으로 제공하여, 이러한 행위가 많이 일어나는 지역을 표시한다. 또한, 홈페이지를 통해, 사용자가 올리는 코멘트를 게재하고 있으며, 도시의 블록별 교통위험에 대한 세부적 뷰(View)를 제공하고 있다.

43) ‘Vision Zero’는 1997년 스웨덴이 교통사고를 줄이기 위해 처음 도입한 교통안전정책으로 EU와 미국, UN, 호주, 일본 등 주요 선진국으로 확산 중에 있으며, 우리나라에서도 2013년 2월 ‘교통사고 Zero화 실천 결의안’이 국회 본회의를 통과했다.

<그림 6-13> 뉴욕의 교통안전위험 지도

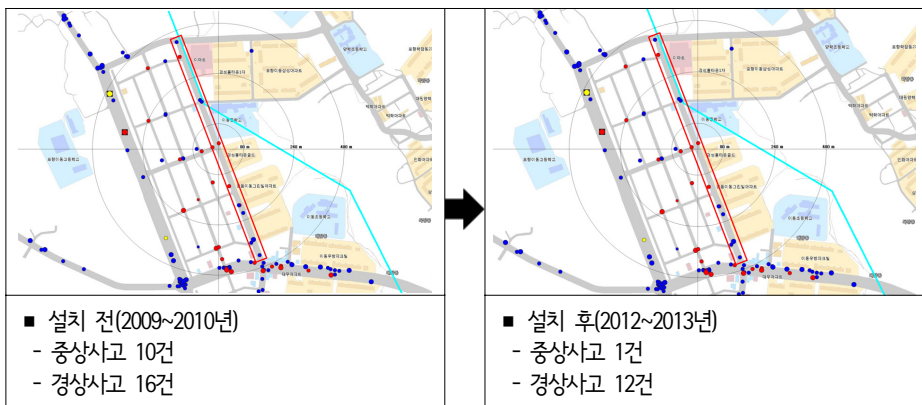


자료: Traffic Hazards map in New York, 미국의 시사잡지 The Atlantic의 CityLab 홈페이지 (<http://www.citylab.com>). [2014. 06.10]

(3) 우리나라의 생활도로구역 현황

우리나라의 생활도로 구역은 2011년 2개소에서 시범사업을 실시하였고, 이후 2012년부터 전국 61개소로 확대할 예정이었으나, 지역주민 등의 반대로 사업이 지지부진한 실정이다. 그러나 생활도로 구역을 시범적으로 설치한 포항시 이동의 경우 눈에 띄는 교통사고 감소효과를 나타내고 있어 주목할 필요가 있다.

<그림 6-14> 포항시 생활도로구역 설치 전후 비교



자료: 생활도로, 도로교통공단 교통사고분석시스템 홈페이지(<http://taas.or.kr>). [2014.10.14.]

<그림 6-15> 포항시 생활도로구역 표시예



<노면 생활도로구역 표시>

<단속경고 표시판>

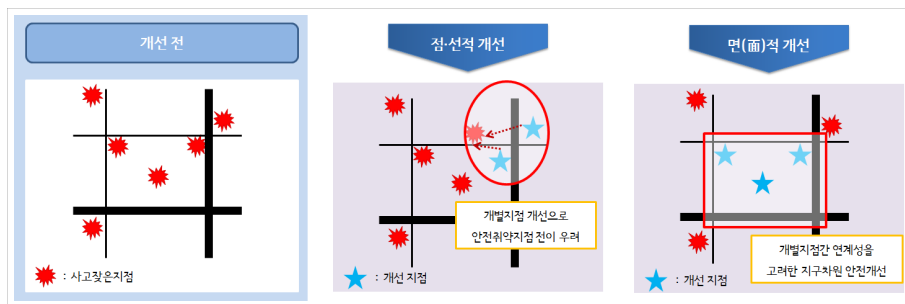
(4) 도입방안 제시

도시부 간선도로에서는 도로 기능에 따른 엄격한 속도제한을 실시하는 한편, 이면도로에서는 기존의 점(點), 선(線) 개선 위주의 대책에서 벗어나 생활도로구역 등 면(面)적 개선 도입을 활성화함으로써, 효과적으로 차량 속도를 제어하고 교통사고 사망률을 저감할 수 있다. 교통사고가 많이 일어나는 교차로(점) 및 도로(선)의 지점 위주의 교통안전 개선은 사고 발생 위치가 이전되는 현상(풍선효과)을 발생시키므로 지구단위의 면(面)적 대책 도입으로 보완할 수 있다.

도로가 동일한 조건일지라도 도로주변의 공간특성에 따라 교통사고 위험은 달라지기 때문에 지구 전체를 고려한 안전대책 수립이 필요하다. 주변 환경을 고려한 생활구역 단위 교통안전 개선대책을 추진하고, 교통사고가 잦은 도시부 내 교통안전 개선지점을 개별 지점 간 연계성을 고려하여 통합적으로 관리함으로써, 교통사고 저감효과를 제고할 수 있다.

또한, 스마트기기 등을 이용한 주민참여형 교통안전 개선대책 도입을 통해 주민들이 실제로 느끼는 교통사고 위험지역의 정보를 사전에 확보함으로써 효과적인 개선을 도모할 수 있다. 이를 위해 정부, 지자체 차원에서 애플리케이션을 개발하고, 주민참여를 유도하는 등 적극적인 활동이 필요하며, 실제 취합된 정보를 활용한 데이터베이스 구축과 다양한 수단을 통해 주민들에게 제공할 수 있는 시스템 개발이 필요하다.

<그림 6-16> 면 단위 교통안전 대책 개념도



한편, 시범사업에서 나타난 바와 같이 지역주민들이 생활도로구역 지정에 따른 지구단위 교통안전 대책을 반대하는 이유와 이로 인해 사업 추진이 어려운 원인을 파악하고 개선할 필요가 있다. 생활도로구역으로 지정될 경우 주정차 단속이 심해지고 험프 등의 설치로 인한 통행이 불편하며, 30km/h의 속도 제한이 생기는 등 주민 입장에서는 생활이 불편해진다고 생각할 여지가 있기 때문이다. 따라서 생활도로구역 설치에 따른 안전도 개선효과를 홍보하고, 험프, 시게인, 과속 및 주정차 단속 카메라 등 주민에게 거부감을 줄 수 있는 물리적 시설물 설치보다는 속도제한 표지판 설치, 중앙선 삭제, 횡단보도의 유형이나 구조 변화, 노면 도색의 패턴이나 디자인적 개선, 교통신호 주기 등의 활용을 검토할 필요가 있다.

4) 중기 : 주차문제 해결 방안 모색

(1) 필요성

서울시 생활도로에서의 불법 주정차를 비롯한 주차문제는 어디서나 쉽게 볼 수 있는 일상적인 모습이나, 인적 요인 분석결과 많은 보행자가 이러한 불법주차를 위험요인으로 느끼고 있다. 이러한 생활도로의 불법 주차는 화재·교통사고 등 유사시 긴급 구난 차량의 진입을 불가능하게 하여, 막대한 인명피해를 불러올 우려가 있으며, 코너 불법주차의 경우, 운전자 및 보행자의 신호를 방해하여 대형 사고로 이어질 수 있다.

<그림 6-17> 불법주차 사례



<주택가 불법 주차>

<코너 불법 주차>

자료: 김황배, 2007. 수원시 그린파크 사업의 추진 방향. 남서울대학교

‘주차장법’ 및 ‘서울특별시 주차장 설치 및 관리 조례’는 각각의 건축물이 부설 주차장을 확보하도록 되어 있으나, 효과적으로 주차문제를 해결하지 못하고 있다 (이광훈 외, 2013). 따라서 도로공간을 주민들에게 돌려주고, 안전한 보행환경을 조성하기 위해서는 이러한 생활공간의 주차문제 해결 방안을 제시할 필요가 있으며, 특히 스쿨존 등 보행자가 우선시 되는 도로에서 불법주차 문제에 대한 강력한 단속이 필요할 것으로 판단된다. 최근에는 이를 위해 IT 기술을 활용한 주민신고제도를 도입하고자 하는 시도가 있으므로 이러한 제도의 성공적 정착을 위한 사회적 공감대 형성 및 법·제도적 뒷받침이 수반되어야 할 것이다.

車 중심 정책에 불안·불편…

걷기 꺼려지는 보행路

<전략>보도에 불법 주차된 차량도 보행권을 방해한다. 작년 서울시는 보도 위 불법 주정차 차량을 15만1396건 단속했지만, 올해는 이미 9월(15만1631건)에 이를 넘어섰다. 불법 주정차를 막기 위해 보도에 세운 볼라드도 문제다.<하락>

불법주차 스마트폰 신고…

대전 서구 10월 1일부터 시행

대전 서구가 시내 5개 구청 중 처음으로 10월 1일부터 ‘불법주차 스마트폰 신고제’를 운영한다. 불법주차 스마트폰 신고제는 보도, 횡단보도, 버스정류장, 교차로, 자전거도로, 어린이보호구역 등의 불법주차 현장을 직접 스마트폰으로 촬영해 신고하는 제도다.<하락>

자료 1. 광창열·송원형·김효인, 2014. “[도시사, 걸어야 산다] [1] 車 중심 정책에 불안·불편… 걷기 꺼려지는 보행路”. 조선일보, 10월 24일자

2. 이기진, 2014. “불법주차 스마트폰 신고… 대전 서구 10월 1일부터 시행”. 동아일보, 9월 30일자

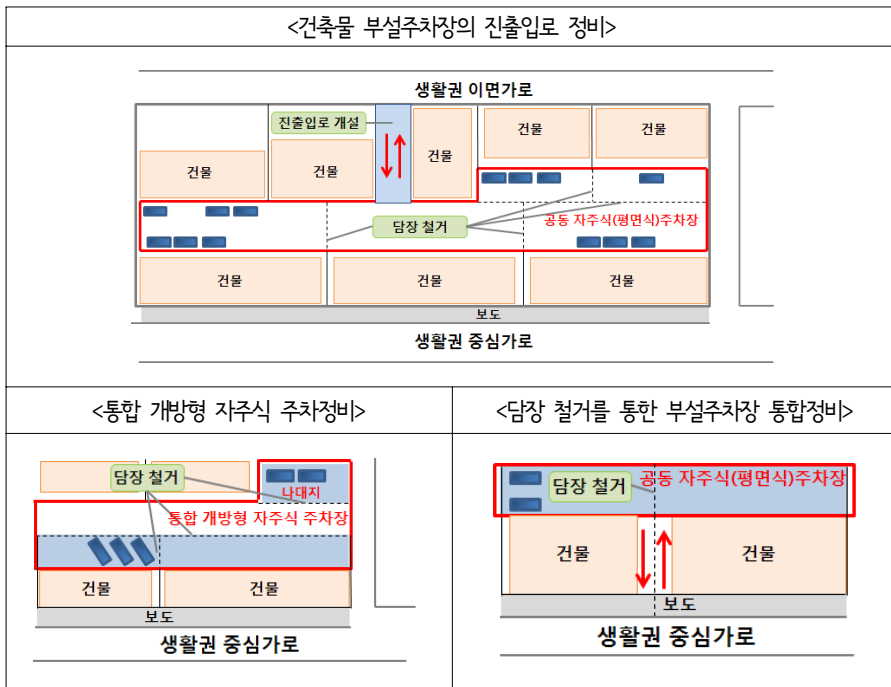
(2) 개선방안

① 근린생활시설 건축물 부설주차장 활성화⁴⁴⁾

주차문제 해결을 위해 기존 건축물 부설주차장을 재정비하는 방안을 고려할 수 있다. 기존 건축물 부설주차장은 대부분 자체 통로 확보가 어려워 건축물과 접한 도로를 이용해 직접 부지 내 주차장으로 진출입하므로 보도를 점용하게 되고, 동일 장소에서 진출입 해야 한다.

따라서 기존 건축물 부설주차장을 효율적으로 정비하기 위해서는 진입구와 진출구를 분리하고, 담장 철거 등을 통해 인접한 건축물 부설주차장을 동일공간으로 통합하는 것이 필요하다. 또한, 주차장 부지 뒷면의 이면도로에 대한 진출입로 연결을 실시하고, 나대지, 지구도로 등도 함께 이용해야한다.

<그림 6-18> 기존 건축물 부설주차장의 효율적 사용을 위한 정비사례(성북구)



자료: 이광훈, 2013. 공유주차를 통한 근린생활 건축물 부설 주차장 활성화 방안. 서울연구원

44) 본 내용은 이광훈(2013)의 내용을 재구성하였음

건축물 리모델링 등 구조 변경을 통한 재정비 방안으로 1층부 일부를 필로티로 개조하는 방법을 비롯하여 지평식 주차장을 기계식 주차장으로 대체하는 것을 고려할 필요가 있다. 또한, 담장 허물기 사업 등을 통해 주차장 확보가 가능하다.

<그림 6-19> 담장허물기사업 시행사례(서대문구 홍은3동)



자료: 김항배, 2007. 수원시 그린파킹 사업의 추진 방향. 남서울대학교

한편, 근린생활지역 특유의 주차수요 특성에 대응하기 위해서는 각각의 건축물이 보유한 부설주차장과 해당 지역에 위치한 공공·공영 주차장을 공동으로 이용하는 공유주차제 도입을 적극적으로 고려할 필요가 있다. 이러한 공유주차제는 주차장 정비 단계에서 공공 지원이나 인센티브 제공 조건으로 참여를 권장해야 하며, 지역 전체, 또는 주야간 주차 특성이 유사한 건물들을 소그룹화하여 시행할 수 있다(이광훈 외, 2013).

최근에는 빌라, 단독주택 밀집구역을 중심으로 스마트폰을 통해 주차공간을 공유하는 ‘거주자 우선주차장 공유사업’을 추진하는 지자체도 등장하고 있다. 서울 광진구의 경우, 우선주차장 배정자가 스마트폰으로 주차 가능 위치와 가능시간을 입력하면 주차 희망자가 일정 요금을 내고 그 곳에 주차하며, 주차공간 제공자는 일정 인센티브를 받는 방식이다⁴⁵⁾.

② 주차위반단속의 민간위탁 방안

일본의 주차단속 민간 위탁⁴⁶⁾제도를 살펴보면, 일본은 해당 차량의 운전자가

45) 최진혁. 2014. “광진구, 거주자우선주차장 공유사업 추진”, 헤럴드경제뉴스. 9월 17일자

46) 주차단속 민간 위탁. 일본 경찰청 홈페이지(<http://npa.go.jp>). [2014. 9.24]

차량을 떠나 당장 이동할 수 없는 차량에 대해 ‘방치차량’으로 정의하고, 이에 대한 “확인사무”를 민간에 위탁할 수 있도록 법률을 개정하였다(2006년 6월 1일 시행, 도로교통법 51조 4). ‘방치차량’으로 확인하는 즉시 단속을 실시하며, ‘방치차량 확인 표시증’이라는 스티커를 부착한다. 이와 같은 내용의 주차위반단속 제도 실시 후 효과를 검증한 결과 위법 방치차량이 59.5% 감소하였으며, 통행시간은 12.2% 감소한 것으로 나타났다.

〈표 6-9〉 일본의 주차위반단속 민간위탁 이후 효과

구분	조사구간	1km당 효과	증감
위법 방치주차대수 변화	전국 405구간 (1,694km)	24.2대 → 9.8대	59.5% 감소
여행시간 변화	전국 105구간 (564km)	3분19초 → 2분54초	12.2% 감소

주: 2005년 10월과 2006년 10월의 월간 자료를 비교한 결과임

자료: 주차단속 민간 위탁. 일본 경찰청 홈페이지(<http://npa.go.jp>). [2014. 9.24]

이러한 해외사례를 참고하여 우리나라도 주차단속 민간위탁 제도를 고려할 수 있다. ‘주차감시원’제도를 도입하여, 일정한 강습과 시험을 치르면 자격증을 주고, 지자체나 경찰과 계약을 맺고 주차단속 업무를 시행하도록 하는 것이다.

5) 장기 : 교통안전과 교통계획의 통합분석모형 개발

(1) 필요성

교통계획과 교통안전은 이론적으로 상호 의존적이고 순환적 관계에 있으나, 이제까지의 교통안전계획은 기 수립된 교통계획 하에서 혹은 교통사고(특히, 사망사고)가 이미 발생한 이후에 사후대처식의 처방으로 수립되어 왔다. 그러나 토지이용을 감안한 교통계획단계에서 교통안전을 고려하지 않을 경우 사후적인 교통안전 개선대책은 제한적일 수밖에 없고 또 이러한 제약 하에서는 실질적인 교통안전 개선효과를 담보하기 어렵다. 따라서 사전 예방적 차원에서 교통안전과 교통계획을 통합한 분석모형의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

또한 도시 및 교통분야에서도 공간데이터를 활용하는 사례가 증가하고 있고, 정부에

서도 데이터 공개의 허용범위를 높이고 있기 때문에 이러한 변화를 반영하여 교통계획 과정에 교통안전 분석을 추가하고 그 결과를 반영하는 것은 기술적 차원의 문제가 아닌 정책 결정자의 의지 여부에 달린 문제이다.

(2) 해외사례 고찰

미국에서는 최근 교통사고분석에 최적화된 공간 집계단위를 탐색하는 연구가 시도되고 있는데, 궁극적으로 거시적 수준에서 수립되는 장기 교통계획과의 연계를 염두에 두고 있다.

Mohamed et al.(2013)은 통계적 집계단위의 크기와 교통사고 심각도 수준에 따라 각각 3가지의 모형을 분석하고 결과를 제시하였다. 주요 결과는 공간적 집계단위가 달라질 경우에도 종속변수인 사고심각도가 동일하다면 변수의 방향은 그대로 유지되며, 통계적으로 유의한 설명변수의 개수는 사고심각도와 집계단위의 크기에 영향을 받는다는 것이다. TAZ 수준에서의 교통사고 분석결과가 이보다 더 작은 집계단위(Block group, census tract 등)를 기반으로 했을 때의 결과와 유사하다는 것은 장기 교통계획 수립시 TAZ가 교통안전을 점검시킬 수 있는 공간적 집계단위로서의 역할을 할 수 있다는 의미로 해석이 가능하다. 또 다른 주요 결과로는 Block group 수준의 교통사고 분석모형에는 통근 특성 변수가 더 많이 포함된 반면, TAZ 수준의 모형에는 도로 및 교통특성 관련 변수가 더 많이 포함된다는 점이다. 따라서 교통사고 분석 연구는 결과의 활용 목적에 따라 집계단위의 크기를 고려하는 것이 매우 중요할 것으로 예상된다.

TAZ는 다른 집계단위와 달리 간선도로, 강과 같은 물리적 여건에 의해 구분되므로 상대적으로 동질적인 토지이용활동이 이루어진다고 할 수 있다. 이러한 특징 때문에 전통적인 교통계획 4단계 모형 역시 행정동 크기의 TAZ를 기반으로 한다.

우리가 Mohamed et al.(2013) 연구의 결과에 주목하는 이유는 우리나라 통계 DB의 집계단위가 행정동에 국한되어 있는 열악한 상황에도 불구하고 TAZ를 기반으로 교통계획과 교통안전을 점검시키는 방안을 고려할 수 있기 때문이다.

(3) 교통안전-교통계획 통합분석모형 개발방안

도시 또는 토지이용과 교통모형과의 통합 노력은 현재까지도 여전히 진행 중이다. 최근에는 저탄소 녹색성장을 위해 탄소배출량, 오존량 등 환경영향까지 고려한 모형을 개발하려는 연구가 시도되고 있다(양충현, 2014). 이러한 통합모형의 기본 구조는 단순한데, 우선 도시공간에 존재하는 객체를 정의하고 이들간 영향관계를 정립한 후, 영향의 크기를 정량화하고 이를 다시 피드백하는 과정을 반복하여 최적의 도시구조를 결정하는 것이다. 궁극적인 목적은 교통혼잡에 의한 사회적 비용이 최소화되고 환경적으로 쾌적한 도시를 구현하는 것이다.

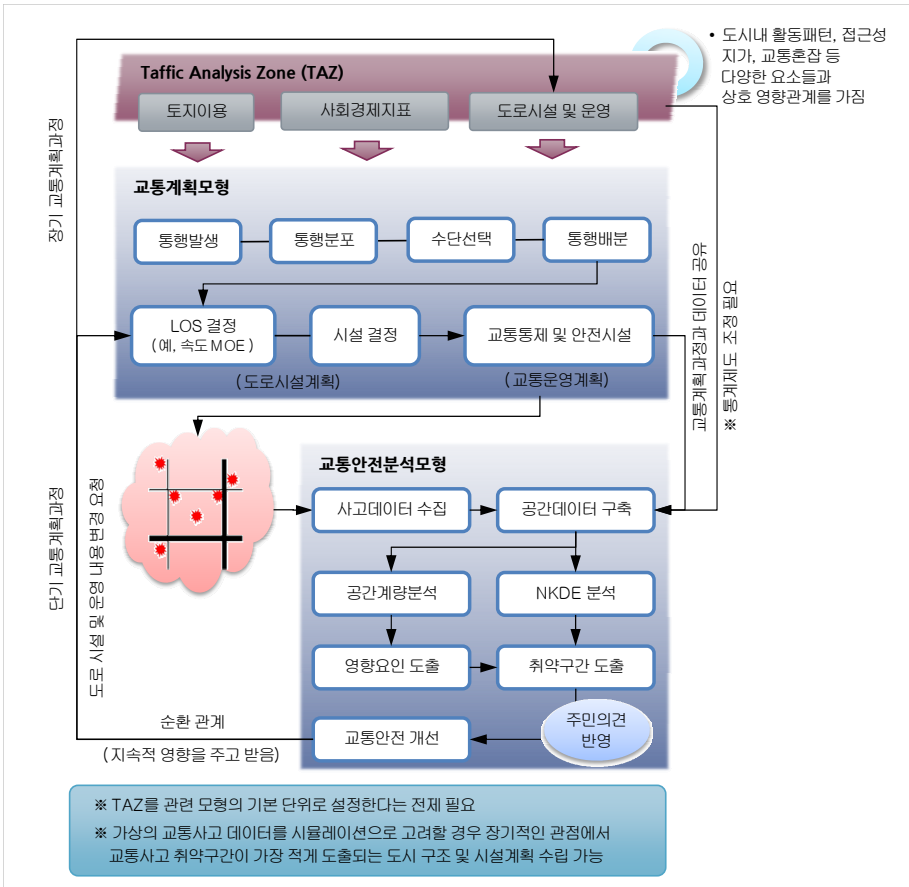
교통사고는 시·공간상에 이미 야기된 결과적 상황이나 본 연구에서 분석한 바와 같이 교통사고는 도시 구조(도로망) 및 도시내 활동에 의해 영향을 받는다. 따라서 도시구조 및 활동이 달라지면 교통안전이 영향을 받게 되며, 교통사고를 가장 적게 발생시키는 안전한 도시구조가 존재할 것이다. 따라서 교통안전분석은 환경분석과 마찬가지로 도시교통 통합 모형에 개별적 객체로 수용할 수 있다.

본 연구에서 제시하는 공간분석을 기반으로 한 교통안전-교통계획 통합분석 모형이란 장기 교통계획시 교통안전에 미치는 다양한 공간 요인을 고려할 수 있는 모형을 의미한다. 공간데이터를 기반으로 한 통합 시뮬레이션을 통해 사전에 교통사고 위험도 및 취약지점(HOT SPOT)을 파악하고 이를 최소화할 수 있는 교통계획을 수립하는 것이 목적이며, 교통계획은 결국 도시 구조를 결정하게 된다.

〈그림 6-20〉은 교통계획과 교통안전분석과정과 연계방안을 도식화하여 나타낸 것으로 교통계획 및 교통안전 통합모형의 개발을 위한 초기단계의 개념도(Concept map)라고 할 수 있다.

국내 교통안전에 대한 공간분석이 초기 단계이긴 하나 향후 컴퓨터 기술의 발달로 활발한 적용이 예상되므로 교통계획 단계에서 교통안전을 고려하기 위해서는 동일한 분석 또는 집계단위의 이용을 장려하는 제도적 배려가 필요하다. 또한 최근 빅데이터 시대의 도래로 개별적으로 흩어져 있는 정보들을 토대로 새로운 가치를 지닌 정보를 창조해내려는 시도가 활발히 이루어지고 있으므로, 수집기관간 정보 공개 및 융합의 필요성에 대한 인식이 더욱 확산되어야 할 것이다.

<그림 6-20> 교통계획 및 교통안전 통합모형 개발 개념도



chapter VII

결론 및 향후 과제

결론 및 향후 과제

본 연구에서는 우리나라 교통사고를 분석하여 문제점을 도출하였으며, 인적·심리적 내부요인과 공간적 외부요인에 대한 분석을 통해 다양한 교통사고 영향요인을 제시하였다. 이를 교통사고 취약 사례지역에 적용하여 교통안전 개선방안을 제시하였고, 안전한 국토 구현에 필요한 다양한 정책적 개선방안을 제안하였다. 또한 공간데이터를 활용한 연구가 아직 초기단계인 국내 연구여건 하에서 본 연구가 가지는 학술적·정책적 성과와 본 연구를 초석으로 한 향후 관련 연구들이 개선해 나가야 할 방향을 제시하였다.

1. 연구의 결론 및 정책제언

1) 결론

(1) 인적 영향 요인 분석

설문조사 및 사고보고서 분석을 통해 교통사고에 영향을 미치는 인적·심리적 영향요인을 분석하였다.

사람들이 느끼는 교통사고 위험요인에 대한 주요 설문조사 결과를 살펴보면, 첫째, 통행주체가 이용하는 수단에 따라 느끼는 위험요인이 상충하는 경우가 있는 것으로 나타났고, 둘째, 교통안전에 대한 인식과 실천 간에 괴리가 존재하는 것으로 나타났으며, 셋째, 교통법규를 잘 지키는 사람일수록 위험요인을 느끼는 빈도가 증가하였으며,

넷째, 교통량 감소, 차로수 증가 또는 도로의 시야가 확보될 때 사람들은 통행속도를 증가시키는 것으로 나타났다.

사고가 날 뻔한 상황에 영향을 미치는 요인에 대한 분석한 결과를 살펴보면, 첫째, 초등학교 100m 주변일 경우, 둘째, 집주변 또는 도로 주행시 화물교통량이 증가할 경우, 셋째, 집주변 또는 도로 주행시 불법 주정차가 있을 경우, 넷째, 도로 조명의 조도가 감소할 경우, 다섯째, 도로 주행시 신호등 없이 접속되는 이면도로 증가할 경우 사고가 날 뻔한 상황을 경험할 경향이 증가하는 것으로 나타났다.

2008~2010년간 전국의 국도에서 발생한 총 130,915건의 교통사고 보고서를 토대로 인적 요인을 나타내는 대표 단어를 추출하고 이를 통해 인적 요인에 의한 교통사고의 특성을 살펴본 결과, 첫째, 신호 위반, 중앙선 침범은 신체 및 심리적 요인에 의한 사고 비율이 높으며, 둘째, 운전자의 연령대가 높을수록 운전 부주의에 의한 사고 비율이 증가하였으며, 셋째, 사고 심각도가 높을수록 운전 부주의에 의한 사고 비율이 증가하였으며, 넷째, 차량단독, 차대사람 사고는 운전 부주의에 의한 사고비율이 높은 것으로 나타났다.

(2) 공간적 영향 요인 분석

교통사고에 미치는 공간적 영향 요인을 분석하기 위해 선행연구 검토를 통해 총 57개의 후보변수를 설정하였고 이에 대한 기반데이터 구축 가능성을 검토하여 총 17개 분석변수를 정립하고 데이터를 구축하였다. 이를 인구통계학적 특성변수 11개, 사회경제적 특성변수 13개, 교통특성변수 9개, 도로환경 특성변수 24개로 세분화하여 후보변수를 설정하였다.

공간분석모형의 기준모형으로 일반회귀모형(OLS)을, 대안모형으로 공간오차모형(SEM)과 공간시차모형(SLM), 지리적가중회귀모형(GWR)을 적용하였다. 다만 모형 적용 시 통계적 검증을 거쳐 모형의 종속변수를 총 사고건수, 사망 및 심각한 부상 사고건수, 경미한 부상 사고건수로 구분하여 분석을 수행하였다.

모형분석의 주요 결과를 살펴보면, 모든 모형에서 중앙버스전용차로 연장이 높은 TAZ일수록 교통사고가 증가하고, 제한속도가 30kph 이하인 도로연장이 증가할수록

교통사고는 감소하며, 지하철역/정류장 등 대중교통결절점과 제한속도 차이가 30kph 이상인 도로와의 결절점 등 도시공간내 이동객체간 상충지점이 증가할수록 교통사고는 증가하는 것으로 나타났다.

또한 분석모형에서는 공간오차모형과 지리적 가중회귀모형이 가장 적합한 것으로 나타났으며, 일반 회귀분석이 아닌 공간분석을 수행했음에도 불구하고 사고데이터의 이분산성이 완전히 제거되지 않은 것으로 나타나 교통사고 분석시 교통사고의 공간적 이질성 검토가 반드시 필요할 것으로 판단된다.

(3) 취약지점(HOT SPOT) 및 개선사례 분석

기존 교통사고 취약지점 분석방법의 한계를 극복하고 도시부의 도로 특성을 고려할 수 있는 새로운 분석기법인 NKDE를 제시하고, 이를 토대로 실제 중랑구 일부 지역을 대상으로 위험구간을 도출하였다. 분석결과 활용도와 교통안전 개선방안의 실효성을 높이기 위해 대상지역 주민을 대상으로 설문조사를 시행하여 일상생활에서 위험하다고 느끼는 지점과 그 이유에 대해서 조사하고 개선사례 분석시 반영하였다. 또한 이를 교통사고 통계자료와 사고 다발지점, NKDE분석에 의한 결과와 비교하여 시사점을 마련하였다. 개선사례 분석의 전문성을 확보하기 위해 교통안전공단과의 현장 안전진단을 토대로 교통사고의 인적·공간적 영향요인 결과를 함께 고려하여 개선방안을 도출하였다.

이러한 일련의 과정 통해 교통안전 개선대책 수립을 위해서는 반드시 대상지역 주민의 의견을 수렴하는 과정이 반드시 필요함을 재확인하였다. 왜냐하면, 교통사고 관련 통계로 나타난 사고다발지점과 주민들이 실제 느끼는 위험지역과 대체로 일치하였으나, 실제로 주민들은 이보다 훨씬 많은 지점에서 교통안전에 대해 위험을 느끼고 있는 것으로 나타났기 때문이다. 따라서 해외 일부 사례와 마찬가지로 주민을 대상으로 하거나 전문가 안전진단을 통해 해당지역의 위험지점을 위험지도로 나타내는 작업이 필요할 것으로 판단된다.

〈표 7-1〉은 교통사고의 인적·공간적 영향요인에 대한 분석결과를 정책적 시사점과 연계하여 정리한 것으로 이를 토대로 정책 제언을 제시하였다.

<표 7-1> 교통사고 요인별 분석결과 및 정책적 시사점 요약

교통사고 요인		분석 결과	정책적 시사점 요약
공간적 환경요인		① 중앙버스전용차로 연장의 증가는 교통사고를 증가시킴	- 중앙버스전용차로의 가하구조 및 안전시설물에 대한 개선방안 연구 및 개선 사업 필요 - 기본 원칙은 운전자 기대(Driver's Expectancy)에 어긋나는 도로환경을 최소화하는 것임
		② 제한속도가 30kph 이하인 도로연장의 증가는 교통사고를 감소시킴	- 도로의 제한속도를 제한하는 정책이 교통사고에 안전한 도시환경을 조성하는데 기여할 수 있음을 제시
		③ 도시공간의 객체간 상충지점의 증가는 교통사고를 증가시킴 - 지하철역/정류장 등 대중교통결절점 - 제한속도 차이가 30kph이상인 도로와의 결절점	- 도시공간 내에 이러한 결절지점에서 나타나는 운전자와 보행자에 대한 미시적 행태분석을 통해 교통안전에 담보할 수 있는 물리적 디자인 개선 필요
		④ 교통사고의 공간적 이질성 검토 필요	- 교통사고건수는 동일하다고 하더라도 잠재적 위험도는 주변 환경에 따라 달라지기 때문임 - 이를 통해 안전개선 효과 및 예산 투자의 효율성 제고
인적 요인	위험 요인 분석	① 보행자와 자전거 이용자가 느끼는 위험 요인 상충	- 이용하는 교통수단의 특성에 따라 느끼는 위험요인이 달라지는 것으로 나타나 교통안전 개선시 통행주체별 차이에 대한 고려 필요
		② 교통안전에 대한 인식과 실천 간에 괴리 존재	- 교통 법규와 관련된 인적 특성에 근거하여 올바른 교통문화와 인식이 정착될 수 있도록 지속적인 교육과 홍보가 필요
		③ 교통법규를 잘 지키는 사람일수록 위험 요인을 느끼는 빈도 증가	- 운전자에 대한 올바른 운전 지식 습득 및 교통법규 준수를 위한 교육 필요
		④ 교통량이 적고, 차로수가 많으며, 전방 시야 확보시 통행속도 증가	- 교통계획시 교통안전과의 접목을 통해 도시교통환경에 대한 점진적 개선 필요
	사고가 날 뻔한 상황 증가 요인 분석	① 초등학교 100m 주변	- 어린이 보호구역(School Zone)에 대한 홍보 및 교육강화
		② 집주변 또는 도로 주행시 화물교통량 증가	- 화물차 운전자 대상 교육 강화 및 대형차량 사각지대 방지를 위한 기술 개발 필요
		③ 집주변 또는 도로 주행시 불법 주차차	- 지속적인 단속과 교육 필요
		④ 도로조명 조도 감소	- 에너지 절약을 고려하여 교통사고 취약지점을 중심으로 도로 조명 조도 향상
		⑤ 도로 주행시 신호등 없이 접속되는 이면 도로 증가	- 공간적 모형 분석 결과 일치 - 교통계획 측면에서 주요 간선도로의 접근관리를 통해 통행주체 간 상충지점 최소화 방안 필요
	인적 요인에 의한 사고 특성 분석	① 신호 위반, 중앙선 침범은 신체 및 심리적 요인에 의한 사고비율 높음	- 인적요인에 의한 사고 특성에 따른 맞춤형 대책 수립 필요 - 인적요인에 의한 사고 감소에 필수적인 교통안전 교육강화를 위한 구체적인 정책대안 수립 필요
		② 연령대가 높을수록 운전부주의에 의한 사고비율 증가	
		③ 사고 심각도가 높을수록 운전 부주의에 의한 사고비율 증가	
		④ 차량단독, 차대차립 사고는 운전 부주의에 의한 사고비율 높음	

(4) 교통안전정책 수립

인적·공간적 교통사고 요인 분석결과를 토대로 17개의 정책적 시사점을 도출하였다. 이를 통해 중앙버스전용차로 개선, 도시부 제한속도 하향 조정, 지구단위 교통안전 대책 수립, 주차문제 해결방안 모색, 교통안전 교육 및 홍보 강화, 안전과 교통계획의 통합분석모형 개발 등 6개의 교통안전정책을 영향요인의 특성과 정책 도입 시기를 감안하여 단·중·장기로 구분하여 제안하였다. 교통안전정책을 제안하는데 두 모형 분석 결과를 모두 반영하였는데, 이는 첫째, 인적 요인 분석 결과와 공간 요인 분석 결과간에 차이가 있는 것으로 나타났으며, 둘째, 자료의 제약으로 공간분석에서 활용하지 못한 변수들이 인적 요인 분석에서 제시되었기 때문이다.

2) 정책 제언⁴⁷⁾

(1) 차량속도 하향 조정방안 제언

현재 「도로교통법 시행규칙」(제19조 자동차의 속도)에 따르면 시가지 편도 1차로 도로는 최고속도로 60km/h까지 운행이 가능한 것으로 명시되어 있어 교통안전의 위험요소가 되고 있다. 따라서 도로여건에 따라 생활도로에서는 최고속도를 하향조정하여 교통안전을 제고할 필요가 있다. 우리나라는 지방부 도로와 도시부 도로의 최고속도 기준(60~80km)에 차이가 없으나, 교통선진국 사례를 참고하여 최고속도를 하향 적용함으로써 교통사고 위험 저감을 기대할 수 있다. 또한, 도로의 최고속도 기준과 설계속도 기준이 일치하지 않으므로 일치시킬 필요가 있다.⁴⁸⁾

47) 본 절에서는 본 연구의 결과로 제안한 교통안전정책 수립 및 제도 개선방안 중 법·제도와 관련된 내용만을 언급하였음

48) 도로는 설계속도를 기준으로 건설되나, 도로의 최고제한속도 기준(도로교통법 시행령 제19조)과 도로의 설계속도 기준(도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침)이 일치하지 않아 도시부의 일반도로는 60km/h까지 운행 가능

<표 7-2> 최고속도 관련 도로교통법 개선(안)

개선 전		개선 후
1. 일반도로(고속도로 및 자동차전용도로 외의 모든 도로를 말한다)에서는 매시 60킬로미터 이내. 다만, 편도 2차로 이상의 도로에서는 매시 80킬로미터 이내	⇒	1. 일반도로(고속도로 및 자동차전용도로 외의 모든 도로를 말한다)에서 도시부의 주간선도로와 보조간선도로는 매시 70킬로미터 이내, 그 외 도로는 매시 50킬로미터 이내, 단 보차구분이 안된 편도1차로 도로는 매시 30킬로미터 이내로 하며, 지방부의 주간선도로와 보조간선도로는 매시 80킬로미터 이내, 그 외는 60킬로미터 이내
2. 자동차전용도로에서의 최고속도는 매시 90킬로미터, 최저속도는 매시 30킬로미터		2. 자동차전용도로에서의 최고속도는 매시 100~90킬로미터, 최저속도는 매시 30킬로미터

(2) 교통안전 교육 의무화

현재 「어린이·노인 및 장애인 보호구역의 지정 및 관리에 관한 규칙」에서는 시장 등이나 경찰서장이 교통안전교육을 실시할 수 있게 하였으나, ‘필요하다고 인정하는 경우’로 한정함으로써 정기적인 교육이 이루어지지 않고 있는 실정이다.

어린이·노인 및 장애인 보호구역의 지정 및 관리에 관한 규칙

제10조(어린이·노인 및 장애인에 대한 교통안전교육 등) ① 시장 등이나 경찰서장은 관할 구역 내 보호구역으로 지정된 시설의 장이 요청하여 필요하다고 인정하는 경우에는 해당 시설을 방문하여 어린이·노인 또는 장애인을 대상으로 보행안전 등에 관한 교통안전교육을 실시한다.

도로교통법에서는 운전면허를 받으려고 하는 자는 교통안전교육을 받아야 하며(제

도로유형	최고속도(km/h)	구분		설계속도(km/h)		
일반도로	- 편도 1차로: 60 이내 - 편도 2차로 이상: 80 이내			지방		도시
		평지	산지			
자동차전용도로	- 90	고속도로		120	100	100
고속도로	- 편도1 차로: 80 - 편도2 차로 이상: 100~120	일반 도로	주간선도로	80	60	80
			보조간선도로	70	50	60
			집산도로	60	40	50
			국지도로	50	40	40

자료: 도로교통법 시행규칙 제19조

자료: 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침(2012)

73조), 면허 갱신시 적성검사를 받도록 명시하고 있다(제87조). 그러나 불특정 다수를 대상으로 하는 교통안전 교육은 법제화 되어있지 않으며, 교통안전 담당기관의 캠페인 및 비정기적인 활동에 크게 의존하고 있다.

따라서 이를 보완하기 위해서 학교 등 교육기관에서는 ‘교통안전교사’ 제도를 도입하여 일정한 교육을 이수한 직원이 학생들에게 교통안전교육을 특별활동 형식으로 교육하도록 할 필요가 있다. 또한 이들을 노인회관, 장애인복지관 등에 파견함으로써 이용자 특성에 맞는 정기적인 교통안전 교육을 실시하는 것도 가능할 것이다.

<표 7-3> 교통안전교사제도 도입을 위한 도로교통법 개정(안)

00조(교통안전교사) ① 초·중등교육법 제21조(교원의자격)에서 정한 교사 자격을 가진 자로 대통령령이 정하는 교육을 이수한자는 ‘교통안전교사’자격증을 취득할 수 있다.

(3) 불법주차 단속의 민간 위탁방안 제언

불법주차 단속을 민간에 위탁하기 위해서는 도로교통법 등 관련 법의 정비가 필요하다. 즉, 주차에 관한 차량의 사용자 의무를 강화하고, 방치차량의 확인 및 스티커 부착에 관한 업무를 민간에 위탁할 수 있는 법적 근거를 마련해야 한다.

현재 우리나라는 도로교통법 35조에 주차위반에 대한 조치를 규정하고 있으며, 36조를 준용하여 차의 견인 및 보관업무를 대행하게 할 수 있다. 따라서 일본의 도로교통법⁴⁹⁾ 등을 참고하여 불법주차(방치차량)에 대한 스티커 부착 등의 업무를 민간에 위탁할 수 있는 법적 조항을 도로교통법 36조에 추가하는 방안을 고려해 볼 필요가 있다.

49) 일본의 경우 도로교통법 제 51조의 8(확인사무의 위탁)에 의해 경찰서장은 제51조의 4제1항에 규정한 방치차량의 확인 및 표장의 부착에 관한 사무의 전부 또는 일부를公安위원회의 등록을 받은 법인에 위탁하는 것이 가능하다.

우리나라의 도로교통법

제35조(주차위반에 대한 조치) ① 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사람은 제32조·제33조 또는 제34조를 위반하여 주차하고 있는 차가 교통에 위험을 일으키게 하거나 방해될 우려가 있을 때에는 차의 운전자 또는 관리 책임이 있는 사람에게 주차 방법을 변경하거나 그 곳으로부터 이동할 것을 명할 수 있다.

제36조(차의 견인 및 보관업무 등의 대행) ① 경찰서장이나 시장 등은 제35조에 따라 견인하도록 한 차의 견인·보관 및 반환 업무의 전부 또는 일부를 그에 필요한 인력·시설·장비 등 자격요건을 갖춘 법인·단체 또는 개인으로 하여금 대행하게 할 수 있다.

(4) 생활도로구역 법적 근거 마련

현재 어린이·노인·장애인 보호구역은 각각 「도로교통법」(12조⁵⁰⁾ 및 12조의(251), 「어린이·노인 및 장애인 보호구역의 지정 및 관리에 관한 규칙」⁵²⁾ 등을 근거로 하고 있다. 그러나 주민들의 근린생활이 이루어지는 생활도로에서의 교통안전을 위한 법적 근거는 미비한 실정이다.

또한 현재 경찰청에서는 「생활도로 속도 관리 및 교통시설 설치 운영지침」⁵³⁾을 마련하고 이에 따라 교통안전시설심의위원회 의결을 통해 생활도로를 지정하고 있으나, 법적 근거가 미비하여 주민들의 저항에 부딪히고 있는 실정이다. 따라서 「도로교통법」의 개정을 통해 ‘생활도로구역’ 지정을 위한 법적 근거 마련이 필요하다.

50) 어린이보호 구역의 지정 및 관리

51) 노인 및 장애인 보호구역의 지정 및 관리

52) 안전행정부령 제189호, 2011.1.21 제정

53) 경찰청, 2010. 10. 1 시행

<표 7-4> 생활도로구역 지정을 위한 도로교통법 개정(안)

제00조(생활도로구역의 지정 및 관리) ① 시장 등은 교통사고의 위험으로부터 주민을 보호하기 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 시설의 주변도로 가운데 일정 구간을 생활도로구역으로 지정하여 자동차등의 통행속도를 시속 30킬로미터 이내로 제한할 수 있다. 1. 주택 또는 상가밀집지역으로 낮 시간대 유동인구가 많은 지역 2. 내부 도로 폭 12미터 이하의 도로 연장율이 높은 지역 3. 도로 편측 또는 양측에 노상주차가 허용되는 지역 4. 보행자 통행을 유발하는 학교, 근린공원, 편의시설 등 교통유발시설이 설치되어 있는 지역 5. 타 지역 대비 상대적으로 보도와 차도의 분리가 미비하고 보도정비 이력이 낮은 지역 6. 최근 3년간의 교통사고 통계를 기준으로 보행자 교통사고 발생건수 및 심각도가 높은 지역 ② 제1항에 따른 생활도로구역의 지정절차 및 기준 등에 관하여 필요한 사항은 안전행정부 및 국토교통부의 공동부령으로 정한다.〈개정 2013. 3.23.〉 ③ 차마의 운전자는 생활도로구역에서 제1항에 따른 조치를 준수하고 주민의 안전에 유의하면서 운행하여야 한다.

자료: 생활도로구역 관련 도로교통법, CBN 뉴스 홈페이지(<http://www.cbnnews.com>). [2014.11.12]

2. 향후 연구과제

2011년 우리나라의 교통안전수준은 32개 OECD국가 중 최하위권인 30위이고, 교통사고에 의한 보행자 사망자수의 비율은 OECD 국가 중 가장 높으며, 최근 세월호 사건으로 인해 대내외적으로 국가안전에 대한 신뢰도 저하가 우려되고 있다. 안전한 국토 구현을 위한 범정부적·대국민적 노력과 실천이 필요할 때이다.

1) 연구의 범위 및 과정

본 연구의 궁극적인 목적은 안전한 국토 구현을 위해 교통사고에 영향을 미치는 다양한 요인들을 살펴보고 이에 대한 정책을 제언하는 것이다. 그러나 공간데이터의 취득과 생성 및 데이터 구축에 소요되는 제약여건을 고려할 때 서울시가 다각적 측면에서 가장 효율적인 연구범위로 판단되어 이를 공간적 범위로 연구가 진행되었다. 따라서 향후 연구에서 연구범위를 지방부(또는 고속도로)로 확대하고 지방지역의

교통사고 특성이 도시부와 어떠한 차이를 가지는지를 살펴볼 필요가 있다. 이를 통해 안전한 국토를 구현하는데 고려해야 할 요인들과 필요한 정책들을 빠짐없이 살펴볼 수 있을 것으로 기대된다.

또한 본 연구에서는 교통계획에서 사용되는 TAZ를 공간단위로 분석하였으며, 교통안전계획과 교통계획의 통합을 고려할 때 TAZ가 바람직하지만, 다양한 연구를 활성화시키는 차원에서 서울시 교통사고의 특성을 나타내는데 어느 정도 크기의 집계단위가 적합한지에 대한 향후 연구가 필요할 것으로 예상된다.

과학적이고 합리적인 근거에 기반하여 교통사고 취약지점을 도출해내는 과정이 일반적인 절차로 정립되어야 할 것이다. 충분히 많은 데이터의 이용이 가능함에도 불구하고 교통사고 건수만으로 교통사고 취약지점을 선정하는 과거의 방법을 그대로 답습하는 것은 오히려 예산 낭비와 행정력 소모를 자처하는 것이다. 본 연구에서 제시한 일련의 과정을 발전시켜 네트워크 차원에서의 교통사고 취약지점을 도출해내는 연구가 필요할 것이다.

2) 분석변수 및 모형

서울시의 토지이용이 조밀하게 이루어지면서 전반적으로 고밀화되어 있고, 혼재되어 있는 현황을 반영하기 위해 복합용도지수를 변수로 적용하였다. 복합용도지수는 해당 TAZ의 토지이용이 동질적인지 이질적인지를 파악하는 지수로서 본 연구의 분석결과, TAZ의 토지이용이 복합적일수록 교통사고가 증가하는 것으로 나타났다. 이는 TAZ내 토지이용의 다양성을 고려한 것이므로 향후 연구에서는 TAZ간 유사한 토지이용의 군집을 고려할 수 있는 변수를 모형에서 분석하는 것도 정책적으로 유의한 결과를 도출하는데 의미가 있을 것으로 판단된다. 예를 들어, 상이지수(Dissimilarity Index)는 어떤 특정 그룹이 다른 그룹과 비교하여 얼마나 고르게 분포되었는지를 나타내는 지수로서 사회계층별 거주지 분리현상을 정량적으로 분석하기 위해 개발된 지수이다. 이와 같이 TAZ의 공간 특성을 반영한 변수를 활용함으로써 도심 및 부도심과 같이 거주자 특성보다 종사자 특성이 강한 지역의 사고영향을 반영할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서는 일반회귀모형을 기준모형으로 하고 이에 대한 대안모형으로서 공간회귀분석을 전역적·국지적으로 분석하였다. 따라서 향후 연구에서는 다양한 모형분석을 시도해보는 것이 연구결과를 풍부하게 도출하는데 도움이 될 것으로 기대된다. 예를 들어 빈도분석(Frequency Analysis)이나 SAC(Spatial Autoregressive Confused), Mixed GWR, 또는 미시적 측면에서의 NKDE 분석을 통해 더욱 풍부한 연구결과와 정책적 시사점을 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

또한 본 연구는 데이터 구득이 어려워 교통사고의 인적 영향분석에서 사고가 일어날 뻔한 일을 경험한 사람과 실제로 교통사고를 당했거나 일으킨 사람이 일치하지 않는 한계가 있었으므로 향후 연구에서는 사전 데이터 수집기간을 통해 이를 최대한 일치시킨 후 연구를 진행하는 것이 바람직할 것으로 기대된다.

이와 같이 별도의 데이터 수집이 어려울 경우 경찰청이나 보험회사와 공조할 수 있는 방안을 고려하는 것도 필요한데 현재로서는 개별기관별 정보는 많은 수준에서 공개가 허용되고 있으나, 융합된 데이터는 많지 않기 때문이다. 따라서 각 기관별로 좌표체계, 수집단위가 달라 유기적 활용이 어려운 통계항목이나, 교통사고 발생시 추가적으로 조사가 필요한 항목에 대해서는 유관기관의 의견을 수렴하고 통합해나가는 과정이 필요할 것으로 판단된다.

필요한 데이터가 잘 갖추어지고, 이를 토대로 학술적 연구가 활발히 진행된다면 이를 토대로 우리나라 실정에 맞는 Highway Safety Manual(AASHTO, 2010) 개발 연구도 필요할 것으로 판단된다. 해외 유사사례를 토대로 필요한 변수나 파라메타를 결정하는 절차도 때로 합리적이고 효율적일 수 있으나, 이 경우 사회적 공감대나 문화는 정착되지 않은 상태에서 정책이 먼저 수립됨으로써 국민이 체감하는 정책의 실효성과 기대효과를 담보할 수 없기 때문이다.

참고문헌

- 경찰청. 2010. 생활도로 속도 관리 및 교통시설 설치 운영지침(10. 1 시행)
_____. 2013. 교통사고 통계
- 교통안전공단. 2010. 교통안전정책 기여도 산출에 관한 연구
_____. 2013. 전국 국도 위험도로 개량 5단계기본계획 최종보고서
- 교통안전문화연구소. 2008. 도시부 생활도로 안전도 제고방안 연구
- 국민권익위원회. 2011. 중앙버스전용차로 교통사고 방지를 위한 제도 개선
- 국립국어원. 2004. '신어' 자료집
- 국토해양부. 2011. 교통안전 시범도시 사업실행계획 수립 연구
_____. 2012. 2012년도 국가교통안전시행계획
_____. 2012. 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침 개정
- 국토교통부. 2012. 도로의 구조시설기준에 관한 규칙 해설집
_____. 2013. 도로안전성 분석기법 개발 연구(1차 년도)
_____. 2013. 교통안전시범도시 주민참여 매뉴얼
- 김광구. 2003. “공간자기상관의 탐색과 공간회귀분석의 활용”. 정책분석평가학회보 제13권 제1호, 서울 : 정책분석평가학회, pp.273-294.
- 김성우·정건섭. 2010. “공간계량모형에서의 실제 거리를 반영한 공간가중행렬에 관한 연구: 부산아파트 실거래가를 중심으로”. 주택연구 제18권 제4호, 안양 : 한국주택학회, pp.59-80
- 김은정·강민규. 2011. “공간회귀모형을 활용한 도시환경이 지역사회 비만도와 자가건강

- 도에 미치는 영향 분석 : 수도권을 중심으로”, 국토연구 제68권, 안양 : 국토연구원, pp.85-98.
- 김정화. 2014. “커뮤니케이션을 통한 고속도로 교통안전 정책”. 도로정책브리프 NO.76. 안양 : 국토연구원
- 김정현·박병정. 2001. 도로의 안전성 평가제도 개선 방안. 고양 : 교통개발연구원
- 김진희·박일섭·정진혁. 2011. “공간가중회귀분석을 이용한 통행발생모형”. 대한교통학회지 제29권 제2호, 서울 : 대한교통학회, pp.101-109.
- 김항배. 2007. 수원시 그린파크 사업의 추진 방향. 천안 : 남서울대학교
- 도로교통공단. 2008. 교통사고 잦은 곳 기본개선계획 및 효과분석
_____. 2013. 서울특별시 교통사고 특성분석
도로교통연구원. 2012. 고속도로 교통사고 조사·분석 및 정보제공 체계 개선
- 박기호. 2004. “근린가중치행렬이 공간적 자기상관 추정에 미치는 영향”, 서울도시연구 제5권 제3호, 서울 : 서울연구원, pp.67-83
- 한국교통연구원. 2005. 도로교통안전공학 편람. 박병정 역.
- 박신형. 2010. “고속도로 사고취약구간 판별을 위한 공간분석기법 연구”. 서울대학교 박사학위 논문
- 박원일·전상민. 2014. 해외 사례를 기반으로 한 버스 교통문화 정착방안, 서울 : 한국운수 산업연구원
- 박정욱·유정복. 2013. 생활권 도로의 기능성을 고려한 다양한 이동수단 간의 공존성에 관한 연구, 고양 : 한국교통연구원
- 박준태·장일준·손의영·이수범. 2012. “토지이용 및 교통특성을 반영한 교통사고 예측모형 개발 연구”. 대한교통학회지 제29권 제6호, 서울 : 대한교통학회, pp. 39-56
- 박준환. 2010. 고령사회를 대비한 고령운전자의 교통안전대책. 서울 : 국회입법조사처
- 변필성. 2007. “공간계량경제모델링: 지리학의 제1법칙과 공간회귀모델”. 월간국토 2007년 2월호, 안양 : 국토연구원, pp.111-119
- 삼성교통안전문화연구소. 2013. 교통사고 예방의 달인 시리즈 제5호
- 서울특별시 교통운영과. 2013. 중앙버스차로 관련 설계기준

- _____. 2014. 『교통사고사상자 줄이기』 종합대책
 서울연구원. 2014. 시민 안전을 위해 30km 통행제한속도 도심 전역으로 확대 추진.
 세계도시동향 제337호. pp.15-16
- 손정렬. 2013. “한국 도시들의 공간집적 패턴에 대한 계량분석”. 대한지리학회지 제48권
 제1호. 서울 : 대한지리학회. pp.56-71
- 심준석·김호용·남광우·이성호. 2013. 지리가중회귀모델을 이용한 역세권 공간구조 특성
 분석, 한국지리정보학회지, 제16권 제1호, 공주 : 한국지리정보학회. pp. 67-79
- 안전행정부. 2011. 안전행정부령 제189호. 어린이·노인 및 장애인 보호구역의 지정 및
 관리에 관한 규칙(1.21 제정)
- 이건학. 2003. “GIS와 공간 데이터마이닝을 이용한 교통사고의 공간적 패턴분석-서울시
 강남구를 대상으로”. 서울대학교 석사학위논문
- 이금숙·김정민·송애나. 2010. “복합용도개발과 교통이 아파트 가격에 미치는 영향”.
 한국경제지리학회지 제13권 제4호. 서울 : 한국경제지리학회. pp.515-528
- 이광훈. 2013. 공유주차를 통한 근린생활 건축물 부설 주차장 활성화 방안. 서울연구원
- 이광훈·홍우식. 2013. 서울시 생활권 교통개선사업 추진방안. 서울연구원
- 이성우·윤성도·박지영·민성희. 2006. 공간계량모형 응용. 서울 : 박영사
- 이희연·노승철. 2012. 고급통계분석론. 파주 : 법문사
- 임인규. 2014. 7. 17. “Development of Virginia’s HSIP Using Safety Performance
 Functions”. 국토연구원. Infra21 세미나. 안양 : 국토연구원
- 정연식·엄기종·원민수. 2013. 소셜 네트워크 서비스 기반 주민참여형 교통안전 개선
 프로그램. 고양 : 한국교통연구원
- 양충현. 2014. “토지이용-교통활동-환경영향에 대한 연계 사례”, 도로정책브리프 No.61.
 안양 : 국토연구원
- 일본 (사)교통공학연구회. 2013. 지구교통계획매뉴얼-생활도로의 존 대책-. 정병두·
 권영인·정현정 역. 계명대학교 출판부
- 진창종·이향숙·추상호. 2012. “공간회귀분석을 활용한 통행발생모형 추정 연구: 서울특
 별시를 중심으로”. 국토연구 제73권, 안양 : 국토연구원. pp.131-143

- 조동기. 2009. “지역단위 조사연구와 공간정보의 활용” 조사연구 제10권 제3호, 서울 : 한국조사연구학회. pp.1-19
- 정우현. 2011. “공간종속성·공간이질성을 고려한 통근통행발생모형 개발”. 아주대학교 박사학위 논문
- 최명섭·김의준·박정욱. 2003. “공간종속성을 고려한 서울시 아파트 가격의 공간 영향력”. 지역연구 제19권 제3호, 서울 : 한국지역학회. pp.61-80
- 한상진·김근정. 2006. “도로안전진단을 통한 중앙버스전용차로 안전도 향상방안”. 교통정책브리프 2006-04. 한국교통연구원
- 한상진·박병정·이점호·강규동. 2003. 네트워크 차원의 교통안전개선사업을 통한 안전성 제고방안 연구. 교통개발연구원
- 홍지연. 2013. “공간계량분석을 통한 도시교통사고 예측모형”. 서울시립대학교 박사학위 논문
- AASHTO. 2010. Highway Safety Manual. 1st Edition
- Abdel-Aty, M., Lee, J., Siddiqui, C., Choi, K., 2013. Geographically unit based analysis in the context of transportation safety planning. Transportation Research Part A, Vol. 49, pp. 62-75.
- Agüero-Valverde, J., and Jovanis, P. P. , 2006. Spatial Analysis of Fatal and Injury Crashes in Pennsylvania. Accident Analysis and Prevention, Vol. 38 (3), pp. 618-25.
- Agüero-Valverde, J., 2013. Multivariate spatial models of excess crash frequency at area level : Case of Costa Rica, Accident Analysis and Prevention Vol. 59, pp.365-373
- Anastasopoulos, P.C., Mannering, F.L., 2009. A note on modeling vehicle accident frequencies with random-parameters count models. Accident Analysis and Prevention Vol. 41 (1), pp.153-159.
- Anselin, L., Griffith, D. A., 1988. Do spatial effects really matter in regression analysis?

- Papers of the Regional Science Association, Vol. 65, pp. 11–34.
- Charlton, M., Fotheringham, A. S., 2009. Geographically Weighted Regression: White Paper. National Centre for Geocomputation, National University of Ireland Maynooth. http://gwr.nuim.ie/downloads/GWR_WhitePaper.pdf/. Accessed on July 27, 2014.
- Chung K. H., Ragland D. R., 2007. A method for generating a continuous risk profile for highway collisions, TRB 2007 Annual Meeting, CD-ROM 07–2935
- Cottrill, C. D. , Thakuria, (Vonu) P. , 2010. Evaluating pedestrian crashes in areas with high low-income or minority populations, Accident Analysis and Prevention Vol. 42, pp. 1718–728
- Couto, A., Ferreira, S., 2011. A note on modeling road accident frequency: A flexible elasticity model, Accident Analysis and Prevention Vol. 43, pp. 2104–2111
- Hadayeghi, A., Shalaby, A. S. , Persaud, B. N. , 2010. Development of planning level transportation safety tools using Geographically Weighted Poisson Regression, Accident Analysis and Prevention Vol. 42, pp.676–88
- Siddiqui, C., Abdel-Atya, M., Huang, H., 2012. Aggregate nonparametric safety analysis of traffic zones, Accident Analysis and Prevention Vol. 45, pp.317–325
- Congdon, P., 2003. Modelling spatially varying impacts of socioeconomic predictors on mortality outcomes. Journal of Geographical Systems, Vol. 5 (2), pp. 161 – 184.
- Dai, D., Taquechel, E., Steward, J., Strasser, S., 2010. The Impact of Built Environment on Pedestrian Crashes and the Identification of Crash Clusters on an Urban University Campus. West J Emerg Med Vol. 11 (3), pp. 294–301
- de Guevara, F. L. Washington, S. P. Oh, J., 2004. Forecasting crashes at the planning level: simultaneous negative binomial crash model applied in Tucson, Arizona. In Transportation Research Record, Journal of the Transportation Research Board, No. 1897, Transportation Research Board of the National Academies,

- Washington, D.C., pp. 191–199.
- DeMers, M. N., 2004. *Fundamental of Geographic Information Systems*. 3rd ed., John Wiley and Sons Ltd, West Sussex, England.
- Dragutinovic, N., Twisk, D., 2006. The effectiveness of road safety education. *SMOV*. R-2006-6
- El-Basyouny, K., and Sayed, T. A., 2009. Urban Arterial Accident Prediction Models with Spatial Effects, In *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2102, Transportation Research Board of the National Academies, pp. 27–3.
- GWR4 User Manual, Tomoki Nakaya, 2009. GWR4 Development Team
- Gross, F., Persaud, B., and Lyon, C., *A Guide to Developing Quality Crash Modification Factors*, FHWA, 2010
- Frank, L., Andresen, M., Schmid, T. 2004. “Obesity Relationships with Community Design, Physical Activity, and Time Spent in Cars”, *American Journal of Preventive Medicine*, Vol. 27 (2), pp. 87–96.
- Fotheringham, A. S., Brundson, C. Charlton, M. E., 2002. *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships*. John Wiley and Sons Ltd, West Sussex, England.
- Hadayeghi, A., Shalaby, A. S. Persaud., B. N., 2003. Microlevel Accident Prediction Models for Evaluating Safety of Urban Transportation Systems. In *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1840, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., pp. 87–95.
- Huang, H., Abdel-Aty, M. A., Darwiche, A. L., 2010. County-level Crash Risk Analysis in Florida. In *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2148, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., pp. 27–37.

- Hurvich, C. M., Simonoff, J. S., Tasi, C. L., 1998. Smoothing Parameter Selection in Nonparametric Regression Using an Improvement Akaike Information Criterion. *Journal of Royal Statistical Society (Series B)*, Vol. 60, pp. 271–293.
- Johansson, M., V., Heldt, T., Johansson, P., 2006. The Effects of Attitudes and Personality Trait on Mode Choice, *Transportation Research Part A* Vol. 40, pp. 507–525.
- Karim, M. A., Wahba, M. M. , and Sayed, T., 2013. Spatial Effects on Zone-Level Collision Prediction Models, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2398, Transportation Research Board of the National Academies, pp. 50–59.
- Karlaftis, M. G., Tarko, A. P., 1998. Heterogeneity considerations in accident modeling. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 31 (1), pp. 425–433.
- Khondakar, B., Sayed, T., Lovegrove, G., 2010. Transferability of Community-Based Collision Prediction Models for Use in Road Safety Planning Applications, *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 136 (10), October 1, pp.871–880
- Kim, J. K., Kim, S., Ulfarsson, G. F., Porrello, L. A., 2007. Bicyclist injury severities in bicycle–motor vehicle accidents, *Accident Analysis and Prevention* Vol. 39, pp. 238–251
- Kockelman, K. M., 1997. Travel behavior as function of accessibility, land use mixing, and land use balance: Evidence from San Francisco Bay Area. In *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1607, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., pp. 116–125.
- Kwon et al., 2013. Evaluating the performance of network screening method for detecting high collision concentration location on highways, *Accident Analysis & Prevention*, Vol. pp. 141–149
- LaScala, E. A., Gerber, D., Gruenewald, P. J., 2000. Demographic and environmental

- correlates of pedestrian injury collisions: a spatial analysis, *Accident Analysis and Prevention* Vol. 32, pp.651–658
- LaScala, E.A., Gruenewald, P.J., Johnson, F.W., 2004. An ecological study of the locations of schools and child pedestrian injury collisions. *Accident Analysis and Prevention* Vol. 36 (4), pp. 569–76.
- LeGates, H., 2005. *Think Globally, Act Regionally: GIS and Data Visualization for Social Science and Policy Research*. ESRI Press.
- LeSage, J. P., 1998. *Spatial Econometrics*. University of Toledo. <http://www.spatial-econometrics.com/html/wbook.pdf/>. Accessed on July 29, 2014.
- Levine, N., Kim, K. Nits, L., 1995. Spatial Analysis of Honolulu Motor Vehicle Crashes. II. Zonal Generators. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 27 (5), pp. 675–685.
- Lo, C. P. Yeung, A. K. W., 2002. *Concepts and Techniques in Geographic Information Systems*. Prentice Hall.
- Lord, D., Mannering, F., 2010. The statistical analysis of crash-frequency data: A review and assessment of methodological alternatives, *Transportation Research Part A*. Vol. 44, Transportation Research Board of the National Academies, pp. 291–305.
- Loukaitou-Sideris, A., Liggett, R., Sung, H., 2007. Death on the crosswalk: A study of pedestrian-automobile collisions in Los Angeles. *Journal of Planning Education and Research*, Vol. 26 (3) pp. 338–351.
- Luc Anselin, L., 2005. *Exploring Spatial Data with GeoDaTM : A Workbook*. Center for Spatially Integrated Social Science.
- McFadden, D. L, 1974. Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior, In *Frontiers in Econometrics* (P. Zarembka, ed.), Academic Press, New York
- Moran, P., 1950. Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika*, Vol. 37, pp. 17–23.

- Naderan, A., Shahi, J., 2010. Aggregate crash prediction models: Introducing crash generation concept, *Accident Analysis and Prevention* Vol. 42, pp.339–346
- Noland, R. B., 2003. Traffic fatalities and injuries: the effect of changes in infrastructure and other trends. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 35, pp. 599–611.
- Noland, R. B., Oh, L., 2004. The effect of infrastructure and demographic change on traffic-related fatalities and crashes: a case study of Illinois county-level data. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 36 (4), pp. 525–532.
- Noland, R.B., Quddus, M.A., 2004. A spatially disaggregated analysis of road casualties in England. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 36 (6), pp. 973–984.
- Norusis, 2007. M, *SPSS 15.0 Advanced Statistical Procedures Companion*. Prentice Hall Press, Upper Saddle River.
- OECD & ECMT. 2006. *Speed Management*
- Okabe, A., Satoh, T., Sugihara, K. 2009. A Kernel density estimation method for networks, Its computational method and a GIS-based tool. *International Journal of Geographical Information Science*, Vol. 23 (1), pp. 7–32
- Ord, J., 1975. Estimation methods for models of spatial interaction. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 70 (349), pp. 120–126.
- Park, H., Lee, Y. J., Shin, H. C., Sohn, K, 2001. Analyzing the time frame for the transition from leisure-cyclist to commuter-cyclist. *Transportation*, Vol. 38 (2), pp. 305–319
- Quddus, M. A., 2008. Modeling Area-wide Count Outcomes with Spatial Correlation and Heterogeneity: An Analysis of London Crash data. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 40 (4), pp. 1486–1497.
- Rangel, T.F.L.V.B, Diniz-Filho, J.A.F and Bini, L.M., 2010. SAM: a comprehensive application for Spatial Analysis in Macroecology. *Ecography*, Vol. 33, pp. 46–50.
- SANET. A Spatial Analysis along Networks (Ver.4.1). Atsu Okabe, Kei-ichi Okunuki

- and SANET Team, Tokyo, Japan
- Scheiner, J., Holz-Rau, C., 2011. A residential location approach to traffic safety: Two case studies from Germany, *Accident Analysis and Prevention* Vol. 43, pp.307–22
- Shefer, D., Rietveld, P., 1997. Congestion and Safety on Highways: Towards an Analytical Model. *Urban Studies*, Vol. 34 (4), pp. 679–692.
- Siddiqui, C., Abdel-Aty, M. Huang, H., 2012. Aggregate nonparametric safety analysis of traffic zones. *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 45, pp. 317–325.
- Ulfarsson, G.F., Shankar, V.N., 2003. An accident count model based on multi-year cross-sectional roadway data with serial correlation. *Transportation Research Record* 1840, pp.193–197.
- Venkataraman, N. S., Shankar, V. N., Ulfarsson, G. F., and Deptuch, D., 2014. A heterogeneity-in-means count model for evaluating the effects of interchange type on heterogeneous influences of interstate geometrics on crash frequencies. *Analytic Methods in Accident Research*. Vol. 2, pp. 12–20.
- Venkataraman, N., Ulfarsson, G. F., and Shankar, V. N., 2013. Random parameter models of interstate crash frequencies by severity, number of vehicles involved, collision and location type. *Accident Analysis and Prevention*. Vol. 59, pp. 309–318.
- Venkataraman, N. S., Ulfarsson, G. F., Shankar, V. N., Oh, J., and Park, M., 2011. Modeling the relationship between interstate crash occurrence and geometrics: Exploratory insights from a random parameters negative binomial approach. In *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2236, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., pp. 41–48.
- Washington, S. P., van Schalkwyk, I., Mitra, S., Meyer, M. D., Dumbaugh, E., Zoll, M., 2006. Incorporating Safety into Long-Range Transportation Planning.

- NCHRP Report, No. 546, NCHRP Project 8-44, CRP-CD-62. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C.
- Wheeler D., Tiefelsdorf, M., 2005. Multicollinearity and correlation among local regression coefficients in geographically weighted regression. *Journal of Geographical Systems*, Vol. 7 (2), pp. 161 – 187.
- Witherspoon, R. E. et al., 1976. *Mixed-use Development: New Ways of Land Use*, Washington, D.C.: ULI.
- WHO, FIA Foundation, Global ROAD SAFETY Partnership, THE WORLD BANK, 2008. *Speed Management*
- Wang, X., Wu, X., Abdel-Aty, M., Tremont, P. J., 2013. Investigation of road network features and safety performance, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 56, pp.22–31
- Xie, Z., Yan, J., 2008. Kernel Density Estimation of Traffic Accidents in a Network Space. *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 32, pp. 396–406
- Xu P., Huang, H., Dong, N., Abdel-Aty, M., 2014. Sensitivity analysis in the context of regional safety modeling: Identifying and assessing the modifiable areal unit problem, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 70, pp.110–120
- Zeedyk, M. S., Wallace, L., Carcary, B., Jones, K. & Larter, K., 2001. Children and road safety : Increasing Knowledge does not improve behaviour. *British journal of educational psychology*, Vol. 71, pp. 573–594
- 大谷亮. 2012. 交通安全生涯教育プログラムの開発. タカタ財団
- 日本 警察庁. 2013. 交通事故抑止に資する取締り・速度規制等の在り方に関する提言. 交通事故抑止に資する取締り・速度規制等の在り方に関する懇談会

강동효. 2014. 교통사고 부채질하는 중앙버스차로제. 한국일보. 10월 12일자
 김예진. 2014. “서울 초·중·고 체험형 안전교육 의무화”. 세계일보. 10월 2일자
 김현지. 2014. “교통안전공단 오천만 안심 프로젝트”. 동아일보. 10월 29일자
 김효인. 2014. “사고 끊이지 않는 중앙버스차로”. 조선일보. 10월 13일자
 박재명. 2014. “서울 ‘이면도로’ 제한시속 60 → 30km 낮춘다”. 동아일보. 9월 3일자
 신민재. 2011. “인천시 중앙버스전용차로 도입 백지화”. 연합뉴스. 9월 22일자
 정재학. 2014. ““중앙 버스전용차로 즉각 폐지해주세요”. 국민일보. 11월 28일자
 최진혁. 2014. “광진구, 거주자우선주차장 공유사업 추진”, 헤럴드경제뉴스. 9월 17일자
 황인찬. 2014. “편도 1차로 이하 도로 ‘제한속도 30km 하향’ 공청회”. 동아일보. 9월 4일자

교통정온화. 국토교통부 보행우선구역사업 홈페이지(<http://walk.mltm.go.kr>). [2014.10.08.]

복합용도. 서울도시계획포털 (<http://urban.seoul.go.kr>). [2014.12.4]

서울시 재정자립도, 지방재정의 참고 홈페이지(www.lofin.mospa.go.kr). [2014.10.08]

수단별 사망자. 일본 교통사고종합분석센터 홈페이지(www.itarda.or.jp). [2014.11.12.]

생활도로, 도로교통공단 교통사고분석시스템 홈페이지(<http://taas.or.kr>) [2014.10.14.]

생활도로구역 관련 도로교통법. CBN 뉴스 홈페이지(<http://www.cnbnews.com>).
 [2014.11.12.]

연령별 사망자. 일본 교통사고종합분석센터 홈페이지(www.itarda.or.jp). [2014.11.12.]

주차단속 민간 위탁. 일본 경찰청 홈페이지(<http://npa.go.jp>). [2014. 9.24]

히야리하토. 교토부홈페이지(<http://www.pref.kyoto.jp>). [2014.10.01.]

히야리하토. 다테시 홈페이지(<http://www.city.date.hokkaido.jp>). [2014.10.01.]

Traffic Hazards map in New York. 미국의 시사잡지 The Atlantic의 CityLab 홈페이지
 (<http://www.citylab.com>). [2014. 06.10]

SUMMARY

Keywords: spatial crash analysis, traffic crashes

In this study, it is identified the effects of spatial characteristics on traffic crashes in Seoul with spatial regression models: global spatial regression models and local spatial regression models

This study has important and direct implications for policy. The largest marginal effect to increase the number of crashes of all severity types was the increasing ratio of a central bus-only lane. This has important implications, since these lanes are being installed in Seoul to improve bus transit in congested corridors. The implication is that these installments need to be locally investigated and mitigation strategies developed to reduce the number of crashes in these areas.

The effect of road length with speed limit below 30 km/h was also important and reduced the number of crashes as could be expected. This supports the use of 30 km/h zones for traffic crash frequency reduction. The mixed land use was linked with a larger number of crashes and this may be linked to the type of mixed use in Seoul and the increased points of conflict between various vehicles, bicycles, and pedestrians. This suggests that in the mixed use areas, additional local-level research is needed to develop treatments to improve safety.

Assigning risk to areas based on the number of traffic crashes alone will lead to error in policy decision making. A variable that has an overall effect on a large region may be negligible at a local level. The spatial environment and its interaction may vary significantly within local regions. In other words, although the number of crashes may be the same in two areas, their potential risk may differ depending on the environment. Therefore, to determine high-risk regions, it is necessary to capture local effects using a multivariate approach and to account for the spatial heterogeneity of traffic crashes in addition to the number of crashes that occurred.

Spatial analysis of traffic safety is still in its early stages and it will be more actively applied with further developments in data collection and computer technology. As methods advance, it will be helpful to achieve institutional standardization of the unit of analysis in order to harmonize traffic safety analysis and transportation planning. Recent studies have focused on optimizing the spatial aggregation unit with the aim to not only address traffic safety policy in a retrospective manner but to establish a system that integrates safety analysis with the transportation planning stage in order to provide proactive guidance. To this end, this work has analyzed traffic crashes at the TAZ level, which is the spatial unit used in transportation planning. Further study is required to identify the optimal aggregation unit for analyzing the characteristics of traffic crashes in Seoul and elsewhere, and how this unit can be integrated with transportation planning.

부록

- 부록 1. 교통사고 인적 영향 요인 조사를 위한 설문지
- 부록 2. 운전자의 행태 및 심리적 성향
- 부록 3. 사고가 일어날 뻔한 상황 데이터 기초 통계 정리
- 부록 4. 선행연구 변수 검토
- 부록 5. 공간분석모형의 이론적 검토
- 부록 6. 분석데이터의 기초통계량 및 공간적 분포 현황
- 부록 7. OLS 통계량 및 기본 가정에 대한 통계 검정
- 부록 8. 후보변수의 통계적 유의성 검토 결과
- 부록 9. GWR 분석결과
- 부록 10. 에 따른 그룹별 기초통계량 분석결과
- 부록 11. 내재된 위험도의 차이에 대한 검토
- 부록 12. Highway Safety Manual(HSM)
- 부록 13. 교통사고 잦은 곳 선정기준 및 자치구별 교통사고 잦은 곳 지점수
- 부록 14. 주차단속 민간위탁을 위한 일본의 법령 정비
- 부록 15. 국제세미나 개최 개요 소개

<부록 1> 교통사고 인적 영향 요인 조사를 위한 설문지

Type **서울시 주민**

서울시 주민 대상 **교통사고 위험요인에 관한 조사** ID **A**

[A] 지역 구분 : 서울시 ()구

안녕하십니까?

국토연구원에서는 통행시 교통사고 위험요인에 대하여 조사하여, 안전한 통행을 실현하기 위한 기초자료로 활용하고자 합니다. 이러한 목적 하에 본 조사에서는 통행 중 활동에 관한 귀하의 소중한 의견을 묻고자 합니다. 귀하가 답변해 주시는 내용은 맞고 틀림이 없으며 다만 생각하시는 대로 솔직하게 답변해 주시면 됩니다. 응답하신 내용은 통계적 분석 목적에만 이용할 것이며, 그 외 목적에는 절대 사용하지 않을 것입니다. 귀중한 시간을 내어주셔서 감사합니다.

2014년 5월



431-712 경기도 안양시 동안구 시민대로 254 / Tel 031-380-0285 / <http://www.krihs.re.kr>
국토연구원 김준기 책임연구원

A. 개인 및 통행 특성

귀하의 나이	만 세	귀하의 성별	☐ ① 남 ☐ ② 여
귀하 가구의 월평균소득 ※ 세금공제 전 소득	☐ ① 100만원 이하 ☐ ② 100~199만원 ☐ ③ 200~299만원 ☐ ④ 300~399만원 ☐ ⑤ 400~499만원 ☐ ⑥ 500~599만원 ☐ ⑦ 600만원 이상		
직업형태	☐ ① 회사원 ☐ ② 자영업 ☐ ③ 학생 ☐ ④ 주부 ☐ ⑤ 무직 ☐ ⑥ 기타 ()		
실제 운전 경력	()년		
평소 통행시 주로 이용하는 교통수단	☐ ① 자가용 ☐ ② 버스 ☐ ③ 지하철/전철 ☐ ④ 기타 ()		
본인이 생각하시는 운전 숙달 정도	☐ 매우 서툰	☐ 서툰	☐ 잘함
본인이 생각하시는 전반적인 교통법규 준수 정도	☐ 전혀 안 지킴	☐ 안 지킴	☐ 잘 지킴

B. 귀하는 운전 중 다음 사항에 대해 어느 정도 잘 지키십니까?

구분	전혀 안 지킴	안 지킴	잘 지킴	매우 잘 지킴
정지선 준수	☐ ①	☐ ②	☐ ③	☐ ④
제한속도 준수	☐ ①	☐ ②	☐ ③	☐ ④
일시정지 준수	☐ ①	☐ ②	☐ ③	☐ ④
음주 운전 하지 않음	☐ ①	☐ ②	☐ ③	☐ ④
휴대폰을 사용하지 않음	☐ ①	☐ ②	☐ ③	☐ ④
DMB를 시청하지 않음	☐ ①	☐ ②	☐ ③	☐ ④
안전벨트 착용	☐ ①	☐ ②	☐ ③	☐ ④
어린이보호구역 등 속도 제한 구역에서 속도 준수	☐ ①	☐ ②	☐ ③	☐ ④
앞차와의 안전거리 유지	☐ ①	☐ ②	☐ ③	☐ ④

C. 다음은 통행수단 이용시 위험요인에 대한 조사입니다.

C-1. 자동차 이용시

평소 탑승 형태	① 직접 운전 ② 동승			
자동차 이용 빈도	① 거의 매일 ② 자주 이용(주 2,3회정도) ③ 가끔 이용(주 1회 정도) ④ 매우 가끔 이용 (월 2,3회 정도) ⑤ 거의 이용하지 않음(월 1회 이하)			
자동차를 이용하는 주요 목적	① 출퇴근 ② 통학(자녀 포함) ③ 쇼핑 ④ 여가취미생활 ⑤ 업무 ⑥ 친구/친지 방문 ⑦ 기타()			
최근 일년간 운전시 사고 유무	① 없음 ② 1회 ③ 2회 ④ 3회 ⑤ 4회 이상			
최근 일년간 운전시 사고가 날뻐한 상황	① 없음 ② 1회~2회 ③ 3~5회 ④ 6~9회 ⑤ 10회 이상			
운전시 위협을 느끼는 요인 (복수선택 가능)	도로구조	① 급커브 도로 ② 급경사 도로 ③ 포트홀(도로에 난 구멍) 등 포장 불량 ④ 갑자기 차로 줄어들 ⑤ 보도·차도 미분리 ⑥ 교차지점 회전 반경 좁음 ⑦ 기타() ⑧ 없음		
	도로운영	① 알기어려운 교통신호·표지판 ② 도로 불량구간 정보 미제공 ③ 지나친 정보 제공으로 혼란 ④ 코너에 불법 주차가 많음 ⑤ 도로변에 불법 주차가 많음 ⑥ 교차로에 신호등 미설치 ⑦ 버스중앙차로 분리시설 미설치 ⑧ 갑작스러운 단속카메라 ⑨ 교차로에서 진행방향 알기 어려움 ⑩ 우천시 차선이 잘 안보임 ⑪ 도로변에 불법으로 쌓아둔 물건 ⑫ 전신주, 교각 등 도로 지장물 ⑬ 처리되지 않은 동물 사체 ⑭ 도로에 떨어진 화물 등 ⑮ 도로 빙판 ⑯ 기타() ⑰ 없음		
	상대방	① 갑작스러운 끼어들기 ② 갑작스러운 정차 ③ 신호위반 차량 ④ 과속차량 ⑤ 대형화물차 혼입 ⑥ 보행자의 무단횡단 ⑦ 택시/버스 승차를 위해 차도에 서있는 사람 ⑧ 자전거의 무단횡단 ⑨ 자전거의 차도 주행 ⑩ 다른차에 비해 너무 느리게 운행하는 차량 ⑪ 대로에 접속된 골목에서 갑자기 차량 진입 ⑫ 안전거리 미준수 ⑬ 기타() ⑭ 없음		
귀하는 운전시 위의 요소 중 무엇에서 가장 위협을 느끼십니까?	① 도로구조 요소 ② 도로운영 요소 ③ 상대방 요소 ④ 모두 비슷함			
자신의 운전시 교통법규 준수 정도	☐	☐	☐	☐
	전혀 안 지킴	안 지킴	잘 지킴	매우 잘지킴
귀하가 생각하는 타인의 운전시 교통법규 준수 정도	☐	☐	☐	☐
	전혀 안 지킴	안 지킴	잘 지킴	매우 잘지킴

C-2. 보행시

평소 보행에 가장 많은 시간을 할애하는 활동		① 출퇴근 ② 통학(자녀 포함) ③ 쇼핑 ④ 여가취미생활 ⑤ 업무 ⑥ 친구/친지 방문 ⑦ 운동 목적 ⑧ 기타()											
최근 일년간 보행시 사고 유무		① 없음 ② 1회 ③ 2회 ④ 3회 ⑤ 4회 이상											
최근 일년간 보행시 사고가 날뻔한 상황		① 없음 ② 1회~2회 ③ 3~5회 ④ 6~9회 ⑤ 10회 이상											
보행시 위협을 느끼는 요인 (복수선택 가능)	도로구조	① 보도·차도 미분리 ② 보도에 자전거도로가 있음 ③ 보도블럭 등 보도 상태 불량 ④ 가로수 등 보도 지장물 ⑤ 횡단보도가 너무 깊 ⑥ 인도와 보행섬 사이 횡단보도 ⑦ 보도폭 협소 ⑦ 기타() ⑧ 없음											
	도로운영	① 신호등 미설치 ② 도로 공사 등 보도 위험구간 정보 미제공 ③ 보행신호가 너무 짧음 ④ 도로변 불법 주차 차량이 시야를 가림 ⑤ 보도 위 불법주차 차량 ⑥ 가로등이 적어 어두움 ⑦ 상점 등의 보도 불법 점유 ⑧ 횡단보도가 적음 ⑨ 눈 올 때 보도 빙판 ⑩ 우천시 물웅덩이 ⑪ 자전거를 탄채 횡단보도 횡단 ⑫ 기타() ⑬ 없음											
	상대방	① 운전자 신호위반 ② 생활도로에서 차량의 과속운전 ③ 운전자의 정지선 무시 ④ 보도(보행전용 도로 등)에 진입한 자동차 ⑤ 보도의 자전거 운행 ⑥ 보도의 오토바이 운행 ⑦ 보행신호를 무시한 우회전 차량 ⑧ 기타() ⑨ 없음											
귀하는 보행시 위의 요소 중 무엇에서 가장 위협을 느끼십니까?		① 도로구조 요소 ② 도로운영 요소 ③ 상대방 요소 ④ 모두 비슷함											
자신의 보행시 교통법규 준수 정도		<table> <tr> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>전혀 안 지킴</td> <td>안 지킴</td> <td>잘 지킴</td> <td>매우 잘지킴</td> </tr> </table>				☐	☐	☐	☐	전혀 안 지킴	안 지킴	잘 지킴	매우 잘지킴
☐	☐	☐	☐										
전혀 안 지킴	안 지킴	잘 지킴	매우 잘지킴										
귀하가 생각하시는 타인의 보행시 교통법규 준수 정도		<table> <tr> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>전혀 안 지킴</td> <td>안 지킴</td> <td>잘 지킴</td> <td>매우 잘지킴</td> </tr> </table>				☐	☐	☐	☐	전혀 안 지킴	안 지킴	잘 지킴	매우 잘지킴
☐	☐	☐	☐										
전혀 안 지킴	안 지킴	잘 지킴	매우 잘지킴										

C-3. 자전거 이용시

자전거 이용 빈도		① 거의 매일 ② 자주 이용(주 2,3회정도) ③ 가끔 이용(주 1회 정도) ④ 매우 가끔 이용 (월 2,3회 정도) ⑤ 거의 이용하지 않음(월 1회 이하)											
평소 자전거 이용에 가장 많은 시간을 할애하는 행동		① 출퇴근 ② 통학(자녀 포함) ③ 쇼핑 ④ 여가취미생활 ⑤ 업무 ⑥ 친구/친지 방문 ⑦ 운동 목적 ⑧ 기타()											
최근 일년간 자전거 이용시 사고 유무		① 없음 ② 1회 ③ 2회 ④ 3회 ⑤ 4회 이상											
최근 일년간 자전거 이용시 사고가 날뻔한 상황		① 없음 ② 1회~2회 ③ 3~5회 ④ 6~9회 ⑤ 10회 이상											
자전거 이용시 위협을 느끼는 요인 (복수선택 가능)	도로구조	① 차도 · 자전거도로로 미분리 ② 보도에 자전거도로가 없음 ③ 자전거도로로 포장 불량 ④ 급경사 도로 ⑤ 기타() ⑥ 없음											
	도로운영	① 자전거 · 보행자 미분리 ② 가로등이 없어 어두움 ③ 자전거도로 불법 점유 ④ 눈 올 때 자전거도로 빙판 ⑤ 우천시 자전거도로 물웅덩이 ⑥ 자전거도로에 떨어진 장애물 ⑦ 터널에서 자전거대책 미비 ⑧ 알기 어려운 자전거 신호 ⑨ 자전거 위험구간 정보 미제공 ⑩ 자전거 신호 미설치 ⑪ 기타() ⑫ 없음											
	상대방	① 운전자 신호위반 ② 생활도로에서 차량의 과속운전 ③ 자전거도로를 보행하는 사람 ④ 자전거도로의 오토바이 운행 ⑤ 운전자의 정지선 무시 ⑥ 경적 등 자전거에 대한 위협운전 ⑦ 자전거신호/보행신호를 무시한 우회전 차량 ⑧ 기타() ⑨ 없음											
귀하는 자전거 운전시 위의 요소 중 무엇에서 가장 위협을 느끼십니까?		① 도로구조 요소 ② 도로운영 요소 ③ 상대방 요소 ④ 모두 비슷함											
자신의 자전거 운전시 교통법규 준수 정도		<table border="1" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>전혀 안 지킴</td> <td>안 지킴</td> <td>잘 지킴</td> <td>매우 잘지킴</td> </tr> </table>				☐	☐	☐	☐	전혀 안 지킴	안 지킴	잘 지킴	매우 잘지킴
☐	☐	☐	☐										
전혀 안 지킴	안 지킴	잘 지킴	매우 잘지킴										
귀하가 생각하시는 타인의 자전거 운전시 교통법규 준수 정도		<table border="1" style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>전혀 안 지킴</td> <td>안 지킴</td> <td>잘 지킴</td> <td>매우 잘지킴</td> </tr> </table>				☐	☐	☐	☐	전혀 안 지킴	안 지킴	잘 지킴	매우 잘지킴
☐	☐	☐	☐										
전혀 안 지킴	안 지킴	잘 지킴	매우 잘지킴										

D. 다음은 운전 중 사고가 일어날만한 상황에 대한 질문입니다.

D-1. 집 주변(반경 약 100m 이내) 서 사고가 일어났던 했던 가장 최근의 상황에 대하여 응답해 주시기 바랍니다.

집 주변 환경	지하철 역과 거리	① 100m 이내	② 100~300m	③ 300~500m	④ 500m 이상	
	중양차로의 버스정류장과 거리	① 100m 이내	② 100~300m	③ 300~500m	④ 500m 이상	
	일반버스정류장과 거리	① 100m 이내	② 100~300m	③ 300~500m	④ 500m 이상	
	대형마트와 거리	① 100m 이내	② 100~300m	③ 300~500m	④ 500m 이상	
	백화점과 거리	① 100m 이내	② 100~300m	③ 300~500m	④ 500m 이상	
	영화관과 거리	① 100m 이내	② 100~300m	③ 300~500m	④ 500m 이상	
	아울렛 등 복합쇼핑몰과 거리	① 100m 이내	② 100~300m	③ 300~500m	④ 500m 이상	
	초등학교와 거리	① 100m 이내	② 100~300m	③ 300~500m	④ 500m 이상	
	중고등학교와 거리	① 100m 이내	② 100~300m	③ 300~500m	④ 500m 이상	
	대학교와 거리	① 100m 이내	② 100~300m	③ 300~500m	④ 500m 이상	
	시청구청과 거리	① 100m 이내	② 100~300m	③ 300~500m	④ 500m 이상	
	거주지의 주택 구성	① 고층 아파트단지 ② 저층 아파트단지 ③ 단독주택 밀집지역 ④ 연립주택빌라 위주 ⑤ 상업지역 ⑥ 기타()				
	어린이/보행자 보호구역	① 있음	② 없음			
	연덕길 경사	① 거의 없음	② 약간 있음	③ 심함	④ 매우 심함	
	자동차 교통량	① 거의 없음	② 적음	③ 많음	④ 매우 많음	
	화물차 교통량	① 거의 없음	② 적음	③ 많음	④ 매우 많음	
	과속 차량	① 거의 없음	② 적음	③ 많음	④ 매우 많음	
	보행자 · 차량 분리	① 거의 안됨	② 안됨	③ 잘됨	④ 매우 잘됨	
	과속방지턱 설치	① 거의 없음	② 적음	③ 많음	④ 매우 많음	
	가로 조명	① 매우 어둠	② 약간 어둠	③ 밝음	④ 매우 밝음	
CCTV · 단속카메라 설치	① 거의 없음	② 적음	③ 많음	④ 매우 많음		
보행자	① 거의 없음	② 적음	③ 많음	④ 매우 많음		
자전거 이용자	① 거의 없음	② 적음	③ 많음	④ 매우 많음		
코너 불법주차 차량	① 거의 없음	② 적음	③ 많음	④ 매우 많음		
도로변 불법주차 차량	① 거의 없음	② 적음	③ 많음	④ 매우 많음		
최근 일년간 운전시 사고가 날뻔한 상황		① 없음	② 1회~2회	③ 3~5회	④ 6~9회	⑤ 10회 이상
사고 대상		① 상대 없음(단독사고) ④ 자전거	② 차량 ⑤보행자	③ 2륜차(오토바이) ⑥ 기타()		
사고 원인자		① 본인 ② 사고 상대방 ③ 본인과 상대방이 비슷 ④ 도로구조 및 신호 등 기타 요인 ⑤ 판단할 수 없음(모름)				
사고 원인	신체 및 정신 문제	① 졸음운전 ② 약물운전 ③ 음주운전 ④ 과로운전 ⑤ 갑작스런 질병 ⑥ 정신장애 ⑦ 신체장애 ⑧ 시력장애 ⑨ 기타()				
	운전 부주의	① 주시태만 ② 안전거리미확보 ③ 핸드폰 사용 ④ 내비 사용 ⑤ 음식물 섭취 ⑥ 핸들과대조작 ⑦ 급제동 · 급방향 전환 ⑧ 기타()				
	통행법규 위반	① 속도위반 ② 갓길통행 ③ 급차선변경 ④ 신호위반 ⑤ 무면허운전 ⑥ 불법유턴 ⑦ 역주행 ⑧ 중앙선 침범 ⑨ 후진 주행 ⑩ 기타()				
사고시 주변환경	사고 시간	① 오전 7시~9시 ② 오전 9시~오후6시 ③ 오후 6시~오후8시 ④ 오후8시~오후10시 ⑤ 그 외 시간(오후10시~오전7시)				
	날씨	① 맑음 ② 흐림 ③ 비 ④ 눈				
	교차로사고 유무	① 교차로 사고 ② 비교차로 사고				
	도로 너비	① 단일차로(차로구분없음) ② 왕복 2차로 ③ 왕복 4~6차로 ④ 왕복 8차로 이상				
	주변 지역 현황	① 상업지구 ② 주택지구 ③ 시가지 대로 ④ 비시가지				
중앙부리대 유무		① 있음 ② 없음				

D-2. 직장이나 정기적으로 가시는 목적지 주변(반경 약 100m 이내)에서 사고가 일어났던 했던 가장 최근의 상황에 대하여 응답해 주시기 바랍니다.

직장, 목적지 주변 환경	지하철 역과 거리	① 100m 이내	② 100~300m	③ 300~500m	④ 500m 이상
	중양차로의 버스정류장과 거리	① 100m 이내	② 100~300m	③ 300~500m	④ 500m 이상
	일반버스정류장과 거리	① 100m 이내	② 100~300m	③ 300~500m	④ 500m 이상
	대형마트와 거리	① 100m 이내	② 100~300m	③ 300~500m	④ 500m 이상
	백화점과 거리	① 100m 이내	② 100~300m	③ 300~500m	④ 500m 이상
	영화관과 거리	① 100m 이내	② 100~300m	③ 300~500m	④ 500m 이상
	아울렛 등 복합쇼핑몰과 거리	① 100m 이내	② 100~300m	③ 300~500m	④ 500m 이상
	초등학교와 거리	① 100m 이내	② 100~300m	③ 300~500m	④ 500m 이상
	중고등학교와 거리	① 100m 이내	② 100~300m	③ 300~500m	④ 500m 이상
	대학교와 거리	① 100m 이내	② 100~300m	③ 300~500m	④ 500m 이상
	시청·구청과 거리	① 100m 이내	② 100~300m	③ 300~500m	④ 500m 이상
	직장, 목적지 주변 건물 구성	① 사무실/오피스텔 밀집 지역 ② 근린상업지역(음식점 등) ③ 공장/공구상가 ④ 대형/복합 쇼핑센터 ⑤ 주택지역 ⑥ 기타()			
	어린이/보행자 보호구역	① 있음 ② 없음			
	언덕길 경사	① 거의 없음 ② 약간 있음 ③ 심함 ④ 매우 심함			
	자동차 교통량	① 거의 없음 ② 적음 ③ 많음 ④ 매우 많음			
	화물차 교통량	① 거의 없음 ② 적음 ③ 많음 ④ 매우 많음			
	과속 차량	① 거의 없음 ② 적음 ③ 많음 ④ 매우 많음			
	보행자 · 차량 분리	① 거의 안됨 ② 안됨 ③ 잘됨 ④ 매우 잘됨			
	과속방지턱 설치	① 거의 없음 ② 적음 ③ 많음 ④ 매우 많음			
	가로 조명	① 매우 어두움 ② 약간 어두움 ③ 밝음 ④ 매우 밝음			
	CCTV · 단속카메라 설치	① 거의 없음 ② 적음 ③ 많음 ④ 매우 많음			
	보행자	① 거의 없음 ② 적음 ③ 많음 ④ 매우 많음			
	자전거 이용자	① 거의 없음 ② 적음 ③ 많음 ④ 매우 많음			
코너 불법주차 차량	① 거의 없음 ② 적음 ③ 많음 ④ 매우 많음				
도로변 불법주차 차량	① 거의 없음 ② 적음 ③ 많음 ④ 매우 많음				
최근 일년간 운전시 사고가 나뉘었던 상황	① 없음 ② 1회~2회 ③ 3~5회 ④ 6~9회 ⑤ 10회 이상				
사고 대상	① 상대 없음(단독사고) ② 차량 ③ 2륜차(오토바이) ④ 자전거 ⑤ 보행자 ⑥ 기타()				
사고 원인자	① 본인 ② 사고 상대방 ③ 본인과 상대방이 비슷 ④ 도로구조 및 신호 등 기타 요인 ⑤ 판단할 수 없음(모름)				
사고 원인	신체 및 정신 문제	① 졸음운전 ② 약물운전 ③ 음주운전 ④ 과로운전 ⑤ 갑작스런 질병 ⑥ 정신장애 ⑦ 신체장애 ⑧ 시력장애 ⑨ 기타()			
	운전 부주의	① 주시태만 ② 안전거리미확보 ③ 핸드폰 사용 ④ 내비 사용 ⑤ 음식물 섭취 ⑥ 핸들과대조작 ⑦ 급제동 · 급방향 전환 ⑧ 기타()			
	통행법규 위반	① 속도위반 ② 갓길통행 ③ 급차선변경 ④ 신호위반 ⑤ 무면허운전 ⑥ 불법유턴 ⑦ 역주행 ⑧ 중앙선 침범 ⑨ 후진 주행 ⑩ 기타()			
사고시 주변환경	사고 시간	① 오전 7시~9시 ② 오전 9시~오후6시 ③ 오후 6시~오후8시 ④ 오후8시~오후10시 ⑤ 그 외 시간(오후10시~오전7시)			
	날씨	① 맑음 ② 흐림 ③ 비 ④ 눈			
	교차로사고 유무	① 교차로 사고 ② 비교차로 사고			
	도로 너비	① 단일차로(차로구분없음) ② 왕복 2차로 ③ 왕복 4~6차로 ④ 왕복 8차로 이상			
	주변 지역 현황	① 상업지구 ② 주택지구 ③ 시가지 대로 ④ 비시가지			
	중앙분리대 유무	① 있음 ② 없음			

D-3. 집주변이나 목적지 주변이 아닌, 정기적으로 이동하는 도로 주행 중 사고가 일어났던 했던 가장 최근의 상황에 대하여 응답해 주시기 바랍니다.

사고가 날뻐한 경우의 도로 주변 환경	자동차 교통량	① 거의 없음 ② 적음 ③ 많음 ④ 매우 많음
	화물차 교통량	① 거의 없음 ② 적음 ③ 많음 ④ 매우 많음
	과속 차량	① 거의 없음 ② 적음 ③ 많음 ④ 매우 많음
	과속방지턱 설치	① 거의 없음 ② 적음 ③ 많음 ④ 매우 많음
	교통안전 시설물	① 거의 없음 ② 적음 ③ 많음 ④ 매우 많음
	가로 조명	① 매우 어두움 ② 약간 어두움 ③ 밝음 ④ 매우 밝음
	CCTV · 단속카메라 설치	① 거의 없음 ② 적음 ③ 많음 ④ 매우 많음
	코너 불법주차 차량	① 거의 없음 ② 적음 ③ 많음 ④ 매우 많음
	도로변 불법주차 차량	① 거의 없음 ② 적음 ③ 많음 ④ 매우 많음
	신호등 설치	① 거의 없음 ② 적음 ③ 많음 ④ 매우 많음
	도로안내 표지판 수	① 거의 없음 ② 적음 ③ 많음 ④ 매우 많음
	귀하의 주행속도	① 40km/h 이하 ② 40~60km/h ③ 60~80km/h ④ 80km/h 초과
	다른 차량의 주행속도	① 40km/h 이하 ② 40~60km/h ③ 60~80km/h ④ 80km/h 초과
	어린이보호구역	① 있음 ② 없음
생활도로구역	① 있음 ② 없음	
신호등 없이 접속되는 이면도로	① 거의 없음 ② 적음 ③ 많음 ④ 매우 많음	
최근 일년간 운전시 사고가 날뻐한 상황		① 없음 ② 1회~2회 ③ 3~5회 ④ 6~9회 ⑤ 10회 이상
사고 대상	① 상대 없음(단독사고) ② 차량 ③ 2륜차(오토바이) ④ 차전거 ⑤ 보행자 ⑥ 기타()	
사고 원인자	① 본인 ② 사고 상대방 ③ 본인과 상대방이 비속 ④ 도로구조 및 신호 등 기타 요인 ⑤ 판단할 수 없음(모름)	
사고 원인	신체 및 정신 문제	① 졸음운전 ② 약물운전 ③ 음주운전 ④ 과로운전 ⑤ 갑작스런 질병 ⑥ 정신장애 ⑦ 신체장애 ⑧ 시력장애 ⑨ 기타()
	운전 부주의	① 주시태만 ② 안전거리미확보 ③ 핸드폰 사용 ④ 내비 사용 ⑤ 음식물 섭취 ⑥ 핸들과대조작 ⑦ 급제동 · 급방향 전환 ⑧ 기타()
	통행법규 위반	① 속도위반 ② 갓길통행 ③ 급차선변경 ④ 신호위반 ⑤ 무면허운전 ⑥ 불법유턴 ⑦ 역주행 ⑧ 중앙선 침범 ⑨ 후진 주행 ⑩ 기타()
사고시 주변환경	사고 시간	① 오전 7시~9시 ② 오전 9시~오후6시 ③ 오후 6시~오후8시 ④ 오후8시~오후10시 ⑤ 그 외 시간(오후10시~오전7시)
	날씨	① 맑음 ② 흐림 ③ 비 ④ 눈
	교차로사고 유무	① 교차로 사고 ② 비교차로 사고
	도로 너비	① 단일차로(차로구분없음) ② 왕복 2차로 ③ 왕복 4~6차로 ④ 왕복 8차로 이상
	주변 지역 현황	① 상업지구 ② 주택지구 ③ 시가지 대로 ④ 비시가지
중앙분리대 유무		① 있음 ② 없음

E. 다음은 교통법규 인지 정도 대한 조사입니다. 생각하시는데로 솔직히 대답해 주시기 바랍니다.

E-1. 교통법규 인지 정도

귀하는 교통법규에 대해 어느정도 알고 계신다고 생각하십니까?	☐	☐	☐	☐
	전혀 모름	잘 모름	잘 앎	매우 잘 앎
다른 사람은 교통법규에 대해 어느정도 알고 있다고 생각하십니까?	☐	☐	☐	☐
	전혀 모름	잘 모름	잘 앎	매우 잘 앎

E-2. 교통법규 인지와 실제 통행

구분		인지	실제 통행
회전교차로 통행 방법		① 회전차량에게 우선권이 있다 ② 진입차량에게 우선권이 있다 ③ 교통 상황에 따라 안전하게 운행해야한다 ④ 잘 모른다	① 인지한 대로 행동 ② 상황에 맞추어 행동 ③ 잘 모름
횡색 점멸 신호시 행동		① 다른 교통에 주의하면서 주행 ② 일시정지 후 다른 교통에 주의하면서 주행 ③ 잘 모른다	① 인지한 대로 행동 ② 상황에 맞추어 행동 ③ 잘 모름
적색 점멸 신호시 행동		① 다른 교통에 주의하면서 주행 ② 일시정지 후 다른 교통에 주의하면서 주행 ③ 잘 모른다	① 인지한 대로 행동 ② 상황에 맞추어 행동 ③ 잘 모름
신호등 없는 교차로	진입 시기가 다른 경우 우선권	① 먼저 진입한 차량 ② 대로에서 진입한 차량 ③ 직진하는 차량 ④ 잘 모른다	① 인지한 대로 행동 ② 상황에 맞추어 행동 ③ 잘 모름
	동시 진입시 우선권	① 대로 진입 차량 ② 소로 진입 차량 ③ 잘 모른다	① 인지한 대로 행동 ② 상황에 맞추어 행동 ③ 잘 모름
		① 우회전 차량 ② 좌회전 차량 ③ 잘 모른다	① 인지한 대로 행동 ② 상황에 맞추어 행동 ③ 잘 모름
		① 우측 진입 차량 ② 좌측 진입 차량 ③ 잘 모른다	① 인지한 대로 행동 ② 상황에 맞추어 행동 ③ 잘 모름

E-3. 귀하는 어떤 상황에서 운전 속도를 올리거나 내리십니까?

운전 속도를 올려야겠다고 생각하는 경우 (복수응답 가능)	① 도로의 시야가 좋아짐 ② 차로수 증가 ③ 교통량이 적어짐 ④ 도로에 중앙 분리대가 있음 ⑤ 보행자·자전거가 적음 ⑥ 주택지에서 나옴 ⑦ 길가에 가계가 적음 ⑧ 신호교차로가 적은 도로 ⑨ 보도가 분리되어 있음 ⑩ 기타()
운전 속도를 내려야겠다고 생각하는 경우 (복수응답 가능)	① 도로의 시야가 나빠짐 ② 차로수 감소 ③ 교통량이 많아짐 ④ 도로에 중앙 분리대가 없음 ⑤ 보행자·자전거가 많음 ⑥ 주택지로 들어감 ⑦ 길가에 가계가 많음 ⑧ 신호교차로가 많은 도로 ⑨ 보도가 분리되지 않음 ⑩ 기타()

E-4. 귀하는 다음 교통법규 위반 각각의 중요 정도를 어떻게 판단하십니까?

구분	전혀 중요하지 않음	중요하지 않음	중요함	매우 중요함
정지선 준수	①	②	③	④
제한속도 준수	①	②	③	④
일시정지 준수	①	②	③	④
음주 운전 하지 않음	①	②	③	④
휴대폰을 사용하지 않음	①	②	③	④
DMB를 시청하지 않음	①	②	③	④
안전벨트 착용	①	②	③	④
어린이보호구역 등 속도 제한 구역에서 속도 준수	①	②	③	④
앞차와의 안전거리 유지	①	②	③	④

E-5. 제한속도 인지

현재 속도제한은 도시부와 지방부 구분없이 편도1차로의 경우 시속 60km/h이하, 편도2차로의 경우 80km/h 이하입니다. 알고 계셨습니까?	① 그렇다 ② 아니다
이러한 도시부 속도제한에 대하여 귀하는 어떻게 생각하십니까?	① 제한속도를 올려야한다 ② 제한속도를 내려야한다 ③ 현행대로 유지한다 ④ 상황에 따라 변경해야한다 ⑤ 기타()

F. 다음은 통행행태에 대한 의식 조사입니다.

구분	전혀 아니다	아니다	그렇다	매우 그렇다
나는 교통신호/표지판이 이해하기 쉽다고 생각한다	①	②	③	④
나는 올바른 통행방법 등을 배우기 위해 노력한다	①	②	③	④
나는 교통안전을 위해서라면 다소의 불편은 감수할 수 있다	①	②	③	④
나는 되도록이면 운전시 연료를 절약하기 위해 노력한다	①	②	③	④
나는 낮에도 전조등 등 라이트를 켜고 차량을 운행한다	①	②	③	④
나는 집 밖에서도 분리수거를 철저히 한다	①	②	③	④
나는 교통법규 위반 행위에 더 강한 처벌을 원한다	①	②	③	④
자가용은 나의 사생활(프라이버시)을 보호한다	①	②	③	④
나는 자가용을 운전할 때 안전하다고 느낀다	①	②	③	④
자가용은 나쁜 날씨로부터 나를 보호한다	①	②	③	④
나는 운전하는 것이 재미있다	①	②	③	④
나는 운전하는 것이 취미이다	①	②	③	④
나에게 자가용은 교통수단 이상의 의미를 지닌다	①	②	③	④
나는 소음에 민감하다	①	②	③	④
나는 다른 사람의 차를 보고 그 사람을 판단한다	①	②	③	④
자동차는 내가 누구인지를 보여준다	①	②	③	④
나는 자가용이 사람의 사회적 위치·품위를 나타낸다고 생각한다	①	②	③	④
나는 대기오염을 싫어한다	①	②	③	④
나는 일회용품을 되도록 안쓰기 위해 노력한다	①	②	③	④
나는 교통사고 위험에 대해서 걱정한다	①	②	③	④
나는 항상 횡단보도로 길을 건너며 교통신호를 지켜 길을 걷는다	①	②	③	④
나는 항상 방어운전을 한다	①	②	③	④
나는 교통법규를 지키지 않는 사람을 보면 이해가 안된다	①	②	③	④
나는 과속을 하는 사람들이 이해가 안된다	①	②	③	④
나는 음주운전을 하는 사람들이 이해가 안된다	①	②	③	④
나는 음주운전을 빈번히 한다	①	②	③	④
나는 과속을 빈번히 한다	①	②	③	④
나는 운전할 때 나를 추월하는 사람을 보면 화가 난다	①	②	③	④
나는 운전할 때 내 차량 가까이 붙는 차량을 보면 화가 난다	①	②	③	④
나는 버스나 택시가 과속을 안했으면 좋겠다	①	②	③	④
나는 대중교통수단이 자가용보다 안전하다고 느낀다	①	②	③	④
나는 가능한한 경적을 울리지 않기위해 노력한다	①	②	③	④
나는 끼어들기 하는 차량에 양보를 잘한다	①	②	③	④
나는 항상 지시등을 켜고 차선을 바꾼다	①	②	③	④
나는 사람/차량이 없는 도로에서도 횡단보도 신호를 준수한다	①	②	③	④
나는 한적한 도로에서도 제한속도를 준수한다	①	②	③	④
나는 교통안전에 관한 뉴스에 관심이 많다	①	②	③	④
나는 차에서 담배꽂이를 함부로 버리는 사람을 보면 화가 난다	①	②	③	④

※ 바쁘신 중에 귀한 시간을 내주셔서 감사합니다.

<부록 2> 운전자의 행태 및 심리적 성향

구 분 \ 심리성향	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
자동차는 내가 누구인지를 보여준다	0.814										
나는 다른 사람의 차를 보고 그 사람을 판단한다	0.799										
나는 자가용이 사람의 사회위치·품위를 나타낸다고 생각한다	0.782										
자가용은 나의 사생활(프라이버시)을 보호한다		0.725									
나는 자가용을 운전할 때 안전하다고 느낀다		0.655									
자가용은 나쁜 날씨로부터 나를 보호한다		0.646									
나는 운전하는 것이 재미있다		0.537									
나는 끼어들기 하는 차량에 양보를 잘한다			0.634								
나는 대중교통수단이 자가용보다 안전하다고 느낀다			0.621								
나는 한적한 도로에서도 제한속도를 준수한다			0.587								
나는 항상 방어운전을 한다				0.671							
나는 항상 지시등을 켜고 차선을 바꾼다				0.612							
나는 차에서 담배꽂초를 함부로 버리는 사람을 보면 화가 난다				0.590							
나는 교통안전에 관한 뉴스에 관심이 많다				0.554							

<표 계속>

구 분	심리성향	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
나는 올바른 통행방법 등을 배우기 위해 노력한다						0.754						
나는 교통안전을 위해서라면 다소의 불편은 감수할 수 있다						0.726						
나는 교통신호/표지판이 이해하기 쉽고 생각한다						0.673						
나는 교통법규를 지키지 않는 사람을 보면 이해가 안된다							0.766					
나는 과속을 하는 사람들이 이해가 안된다							0.672					
나는 음주운전을 하는 사람들이 이해가 안된다							0.598					
나는 과속을 빈번히 한다								-0.674				
나는 음주운전을 빈번히 한다								-0.606				
나는 버스나 택시가 과속을 안했으면 좋겠다								0.546				
나는 운전할 때 내 차를 추월하는 차를 보면 화가 난다									0.800			
나는 운전할 때 내 차량 가까이 붙는 차량을 보면 화가 난다									0.778			
나는 교통사고 위험에 대해서 걱정한다										0.676		
나는 항상 횡단보도로 길을 건너며 교통신호를 지켜 길을 걷는다										0.595		
나는 낮에도 전조등 등 라이트를 켜고 차량을 운행한다											0.755	
나는 집 밖에서도 분리수거를 철저히 한다											0.534	
나는 대기오염을 싫어한다												0.585

<부록 3> 사고가 일어날 뻔한 상황 데이터 기초 통계 정리⁵⁴⁾

1. 집 주변(100m 이내) 사고가 날뻔한 상황

1) 개인특성

구 분		적음(없음, 1~2회/년)		많음(3회/년 이상)		합	
연령	29세 이하	126	(94.7%)	7	(5.3%)	133	(13.7%)
	30~64세	591	(91.8%)	53	(8.2%)	644	(66.3%)
	65세 이상	175	(89.7%)	20	(10.3%)	195	(20.1%)
운전자	여성	351	(90.2%)	38	(9.8%)	389	(40.0%)
	남성	541	(92.8%)	42	(7.2%)	583	(60.0%)
가구 월평균 소득	200만원 미만	59	(83.1%)	12	(16.9%)	71	(7.3%)
	200~500만원	612	(91.1%)	60	(8.9%)	672	(69.1%)
	500만원 이상	221	(96.5%)	8	(3.5%)	229	(23.6%)
운전경력	3년 미만	135	(93.1%)	10	(6.9%)	145	(14.9%)
	3년 이상	753	(91.5%)	70	(8.5%)	823	(84.7%)
	평균	14.5	(11,879)	15	(11,534)		
자동차 이용빈도	거의 매일	310	(93.9%)	20	(6.1%)	330	(34.0%)
	주 2, 3 회 정도	178	(88.6%)	23	(11.4%)	201	(20.7%)
	주 1회 정도	252	(90.6%)	26	(9.4%)	278	(28.6%)
	월 2, 3 회 정도	131	(93.6%)	9	(6.4%)	140	(14.4%)
	월 1회 이하	21	(91.3%)	2	(8.7%)	23	(2.4%)
교통법규를 올바르게 알	회전교차로	512	(92.4%)	42	(7.6%)	554	(57.0%)
	점멸신호, 적색	96	(90.6%)	10	(9.4%)	106	(10.9%)
	점멸신호, 황색	294	(92.2%)	25	(7.8%)	319	(32.8%)
	진입우선권 (비신호교차로)	100	(84.7%)	18	(15.3%)	118	(12.1%)

54) 모형 구축에 사용된 데이터만을 가지고 독립변수에 대한 기초 통계분석 수행 (상관성 등의 문제로 제외된 변수는 기초 통계분석 내용을 기록하지 않음). (-)은 각 변수의 빈도를 열(row)기준으로 %를 계산한 값이며, 합의 경우는 행(column) 기준으로 산출

2) 건조환경 특성

구 분		적음(없음, 1~2회/년)		많음(3회/년 이상)		합	
버스정류장 거리	300m 이내	378	(91.1%)	37	(8.9%)	415	(42.7%)
	300m 초과	514	(92.3%)	43	(7.7%)	557	(57.3%)
대형교통유발시설 (대형마트, 복합쇼핑몰등)	300m 이내	219	(88.0%)	30	(12.0%)	249	(25.6%)
	300m 초과	673	(93.1%)	50	(6.9%)	723	(74.4%)
초등학교와의 거리	100m 이내	69	(85.2%)	12	(14.8%)	81	(8.3%)
	100m 이상	823	(92.4%)	68	(7.6%)	891	(91.7%)
주택 유형	아파트	523	(90.8%)	53	(9.2%)	576	(59.3%)
	아파트가 아님	369	(93.2%)	27	(6.8%)	396	(40.7%)
시청·구청과 거리	300m 이내	86	(83.5%)	17	(16.5%)	103	(10.6%)
	300m 초과	806	(92.8%)	63	(7.2%)	869	(89.4%)

3) 도로 특성

구 분		적음(없음, 1~2회/년)		많음(3회/년 이상)		합	
언덕길 경사 심함	예	168	(90.8%)	17	(9.2%)	185	(19.0%)
	아니오	722	(92.2%)	61	(7.8%)	783	(80.6%)
보행자차 량 분리	예	567	(90.9%)	57	(9.1%)	624	(64.2%)
	아니오	324	(93.4%)	23	(6.6%)	347	(35.7%)
가로조명 밝음	예	571	(92.1%)	49	(7.9%)	620	(63.8%)
	아니오	317	(91.1%)	31	(8.9%)	348	(35.8%)
중앙분리 대 유무	있음	233	(92.1%)	20	(7.9%)	253	(26.0%)
	없음	652	(91.6%)	60	(8.4%)	712	(73.3%)
도로너비	단일차로	255	(95.1%)	13	(4.9%)	268	(27.6%)
	왕복 2차로	413	(91.2%)	40	(8.8%)	453	(46.6%)
	왕복 4~6차로	175	(93.6%)	12	(6.4%)	187	(19.2%)
	왕복 8차로 이상	47	(75.8%)	15	(24.2%)	62	(6.4%)

4) 교통 특성

구 분		적음(없음, 1~2회/년)		많음(3회/년 이상)		합	
화물차 교통량 많음	예	266	(85.8%)	44	(14.2%)	310	(31.9%)
	아니오	626	(94.6%)	36	(5.4%)	662	(68.1%)
보행자 많음	예	638	(91.7%)	58	(8.3%)	696	(71.6%)
	아니오	254	(92.0%)	22	(8.0%)	276	(28.4%)
자전거 이용자 많음	예	448	(88.7%)	57	(11.3%)	505	(52.0%)
	아니오	444	(95.1%)	23	(4.9%)	467	(48.0%)
불법주차 차량 많음	예	532	(88.8%)	67	(11.2%)	599	(61.6%)
	아니오	360	(96.5%)	13	(3.5%)	373	(38.4%)

5) 사고 특성

구 분		적음(없음, 1~2회/년)		많음(3회/년 이상)		합	
사고 시간	오전7시~9시	144	(90.6%)	15	(9.4%)	159	(16.4%)
	오전9시~오후6시	321	(92.0%)	28	(8.0%)	349	(35.9%)
	오후6시~오후8시	197	(90.8%)	20	(9.2%)	217	(22.3%)
	오후8시~오후10시	98	(94.2%)	6	(5.8%)	104	(10.7%)
	오후10시~오전7시	129	(92.1%)	11	(7.9%)	140	(14.4%)
날씨	맑음	229	(95.4%)	11	(4.6%)	240	(24.7%)
	흐림	371	(89.4%)	44	(10.6%)	415	(42.7%)
	비	210	(91.7%)	19	(8.3%)	229	(23.6%)
	눈	77	(92.8%)	6	(7.2%)	83	(8.5%)

2. 정기적으로 이용하는 도로 주행 중 사고가 날뻔한 상황

1) 개인특성

구 분		적음(없음, 1~2회/년)		많음(3회/년 이상)		합
연령	29세 이하	124	(89.2%)	15	(10.8%)	139 (14.0%)
	30~64세	577	(88.2%)	77	(11.8%)	654 (65.9%)
	65세 이상	176	(88.4%)	23	(11.6%)	199 (20.1%)
운전자	여성	346	(87.2%)	51	(12.8%)	397 (40.0%)
	남성	531	(89.2%)	64	(10.8%)	595 (60.0%)
가구 월평균소득	200만원 미만	57	(80.3%)	14	(19.7%)	71 (7.2%)
	200~500만원	595	(87.9%)	82	(12.1%)	677 (68.2%)
	500만원 이상	208	(92.0%)	18	(8.0%)	226 (22.8%)
운전경력	3년 미만	141	(93.4%)	10	(6.6%)	151 (15.2%)
	3년 이상	736	(87.5%)	105	(12.5%)	841 (84.8%)
	평균	14.2	(10.713)	14.7	(0.09632)	
자동차 이용빈도	거의 매일	307	(91.4%)	29	(8.6%)	336 (33.9%)
	주 2, 3 회 정도	170	(82.5%)	36	(17.5%)	206 (20.8%)
	주 1회 정도	241	(86.1%)	39	(13.9%)	280 (28.2%)
	월 2, 3 회 정도	136	(94.4%)	8	(5.6%)	144 (14.5%)
	월 1회 이하	23	(88.5%)	3	(11.5%)	26 (2.6%)
교통법규를 올바르게 알	회전교차로	505	(90.0%)	56	(10.0%)	561 (56.6%)
	점멸신호, 적색	94	(87.9%)	13	(12.1%)	107 (10.8%)
	점멸신호, 황색	289	(88.7%)	37	(11.3%)	326 (32.9%)
	진입우선권 (비신호교차로)	106	(86.2%)	17	(13.8%)	123 (12.4%)

2) 건조환경 특성

구 분		적음(없음, 1~2회/년)		많음(3회/년 이상)		합
어린이 보호구역	예	170	(89.0%)	21	(11.0%)	191 (19.3%)
	아니오	705	(88.2%)	94	(11.8%)	799 (80.5%)
신호등 없이 접속되는 이면도로 많음	예	143	(71.9%)	56	(28.1%)	199 (20.1%)
	아니오	734	(92.6%)	59	(7.4%)	793 (79.9%)

3) 도로 특성

구 분		적음(없음, 1~2회/년)		많음(3회/년 이상)		합
CCTV·단속카메라 설치	예	426	(89.3%)	51	(10.7%)	477 (48.1%)
	아니오	448	(87.5%)	64	(12.5%)	512 (51.6%)
가로조명 밝음	예	573	(90.5%)	60	(9.5%)	633 (63.8%)
	아니오	304	(84.7%)	55	(15.3%)	359 (36.2%)
중앙분리대 유무	있음	402	(87.8%)	56	(12.2%)	458 (46.2%)
	없음	474	(88.9%)	59	(11.1%)	533 (53.7%)
교차로	예	322	(90.2%)	35	(9.8%)	357 (36.0%)
	아니오	541	(88.1%)	73	(11.9%)	614 (61.9%)
도로너비	단일차로	175	(93.1%)	13	(6.9%)	188 (19.0%)
	왕복 2차로	312	(89.4%)	37	(10.6%)	349 (35.2%)
	왕복 4차로	300	(84.7%)	54	(15.3%)	354 (35.7%)
	왕복 8차로 이상	87	(88.8%)	11	(11.2%)	98 (9.9%)

4) 교통 특성

구 분		적음(없음, 1~2회/년)		많음(3회/년 이상)		합
화물차 교통량 많음	예	415	(85.2%)	72	(14.8%)	487 (49.1%)
	아니오	462	(91.5%)	43	(8.5%)	505 (50.9%)
불법주차 차량 많음	예	551	(85.4%)	94	(14.6%)	645 (65.0%)
	아니오	326	(93.9%)	21	(6.1%)	347 (35.0%)

5) 사고 특성

구 분		적음(없음, 1~2회/년)		많음(3회/년 이상)		합
차량 속도	60km/h 미만	266	(91.1%)	26	(8.9%)	292 (29.4%)
	60km/h 이상	611	(87.3%)	89	(12.7%)	700 (70.6%)
사고 시간	오전7시~9시	110	(90.2%)	12	(9.8%)	122 (12.3%)
	오전9시~오후6시	305	(88.4%)	40	(11.6%)	345 (34.8%)
	오후6시~오후8시	215	(86.7%)	33	(13.3%)	248 (25.0%)
	오후8시~오후10시	139	(85.8%)	23	(14.2%)	162 (16.3%)
	오후10시~오전7시	107	(93.9%)	7	(6.1%)	114 (11.5%)
날씨	맑음	252	(93.0%)	19	(7.0%)	271 (27.3%)
	흐림	354	(83.9%)	68	(16.1%)	422 (42.5%)
	비	211	(92.5%)	17	(7.5%)	228 (23.0%)
	눈	59	(84.3%)	11	(15.7%)	70 (7.1%)

<부록 4> 선행연구 변수 검토

관련 선행 연구에서는 교통사고와 관련된 다양한 공간변수들을 제시하고 있다.

연구가 수행된 지역이나 공간적 단위의 크기와 무관하게 일부 변수들은 교통사고에 대해 일관된 방향성을 가지는 것으로 나타났다. 주로 인구와 교통관련 변수들인데 예를 들면, AADT(Venkataraman et al., 2013), VMT(de Guevara et al., 2004; Augero-Valverde and Jovanis, 2006; Hadayeghi et al., 2003; Karlaftis and Tarko, 1998; Quddus, 2008)는 사고에 대한 노출빈도를 나타내는데, 교통사고의 빈도를 증가시키는 것으로 나타났다.

또한 도로연장이 증가하는 경우에도 사고 발생이 증가하는 것으로 나타났다.(Levine et al., 1995; de Guevara et al., 2004; Augero-Valverde and Jovanis, 2006; Hadayeghi et al., 2003; Karlaftis and Tarko, 1998; Quddus, 2008; Venkataraman et al., 2014).

그러나 일부 변수들은 일관된 방향성을 나타내지 않는데, 교통혼잡의 대리변수인 도시화정도(Noland and Quddus, 2004)와 V/C비(Hadayeghi et al., 2003)의 경우 교통사고를 감소시키는 것으로 나타났다. Shefer and Rietveld (1997)는 교통혼잡감소정책이 교통안전측면에서는 바람직하지 않은 결과를 나타내기도 한다고 지적하였으며, 이외 많은 연구에서도 도로기하구조 개선이 교통사고와 사망사고에 영향을 미치는 것으로 나타났다.(Noland, 2003; Noland and Quddus, 2004; Noland and Oh, 2004; Venkataraman et al., 2011)

또한 Siddiqui et al.(2012)는 높은 제한속도가 교통사고 건수를 증가시킨다고 지적하였다.

인구 통계학적 관점에서 인구밀도 높은 지역에서 더 많은 사고가 발생하는(de Guevara et al., 2004; Levine et al., 1995; Hadayeghi et al., 2003) 반면, 인구밀도가 낮은 지역에서는 심각한 부상으로 이어지는 교통사고의 비율이 높게 나타났다.(Noland and Quddus, 2004) 이 결과를 이해하기 위해서는 인구밀도, 교통량, 교통사고간의 관계에 대한 이해가 필요하다. 일반적으로 인구밀도가 높을수록 교통량은 많아지며, 이는 결국 교통상충을 증가시켜 결과적으로 교통사고를 증가시키게

된다.

그러나 증가된 교통량은 혼잡을 유발시키고 혼잡은 차량간 속도차이를 감소시켜 사망사고를 감소시킬 수 있다. 인구밀도와 교통량이 적은 지역의 경우 교통사고건수는 적은 반면, 사고 심각도는 훨씬 더 커질 수 있는데, 이는 인구밀도 또는 교통량 변수가 교통사고 위험도를 결정하는 단일변수로 사용될 수 없음을 의미한다.

일부 연구에서 사용된 사회통계학적 변수로는 인구의 연령대별 비율, 성비, 교육수준 등이 있다. 연령변수의 경우 일부 연구에서는 75세 이상의 인구비율이 높아질수록 교통사고 건수는 낮아진다고 한 반면, 다른 연구에서는 사고의 심각도는 증가한다고 제시하였다.(Karim et al., 2013; Huang et al., 2010; Noland and Quddus, 2004; Augero-Valverde and Jovanis, 2006)

젊은 운전자와 관련한 변수의 경우 연구별로 다양한 결과를 제시하고 있으며, 통행발생과 관련된 변수는 각 분석단위별 통행목적에 따른 발생량과 유입량 변수로 모형에 포함되었다.(Naderan and Shahi, 2010) 그러나 모든 통행발생량과 유입량변수가 항상 교통사고를 증가시키는 방향으로 나타나는 것은 아니다.

선행연구에서 검토된 주요한 사회경제적 변수로는 소득수준, 차량을 보유하지 않은 가구 비율, 실업률 등이다. 빈곤한 지역일수록 교통사고 발생빈도가 높은 반면 보행자와 관련된 사고는 청년층의 비율이 높은 지역에서는 더 많이 발생하고, 소득수준이 높거나 고용율이 높은 지역에서는 상대적으로 덜 발생하는 것으로 나타났다.

Noland(2003)는 개인의 소득수준이 높은 지역일수록 사망 또는 부상사고가 증가한다고 주장한 반면, Loukaitou-Sideris et al. (2007)는 다른 위험요인이 통제될 때 보행자 관련 교통사고의 위험은 소득수준이 낮은 지역에서 증가한다고 주장하였다.

Augero-Valverde and Jovanis (2006)도 마찬가지로 높은 빈곤층 비율은 교통사고가 많음을 나타내는 지표라고 제시하였다. 다만, 이러한 연구결과를 이해하는데 있어 Noland and Quddus (2004)와 Quddus (2008)는 분석단위로서 센서스 단위(ward)를 사용하였으며, Noland (2003)는 미국의 50개 주를 분석단위로 사용하였음을 참고할 필요가 있다.

Huang et al. (2010)는 여전히 교통안전이 확보되지 못하는 이유는 명백하게

설명되지 않았다고 비판하면서 일반적으로 부유한 지역의 거주자는 상대적으로 위험한 활동을 하게 될 가능성이 낮기 때문에 다른 지역에 비해 더 안전한 환경을 가지게 된다고 예측하였다.

<표> 국내외 선행연구의 집계단위에 따른 변수 및 모형 비교

구분	집계단위		고려 변수		주요 분석모형	
	국외	국내	국외	국내	국외	국내
미시적 분석	네트워크(Network)		도로 지하구조 변수		음이향 회귀 모형, 패널 모형, 혼합 모형	음이향 회귀 모형, 패널 모형
	- 도로구간 - 교차로 - 간선 축	- 교차로	곡선반경, 길어깨폭, 포장상태, 경사구간	차로폭, 차로수, 교차로 면적, 회전차로		
			교통특성 변수			
			AADT, 중차량비율, VKT 등	ADT, 중차량비율		
거시적 분석	존(Geographical zone)		인구통계학적 변수		공간 회귀 모형, 빈도 모형	공간 회귀 모형
	- TAZ - CT - BG	- 구(區) - TAZ	인구, 가구수, 고용자수, 저소득층 비율 등	인구, 고용자수		
			사회경제적 변수			
			가구소득, 공시지가, 연상면적, 복합용도, 교육수준별 인구비율	승용차등록대수, 건축물의 연상면적, 개발지역면적		
			도로 및 교통특성 변수			
			제한속도별 및 도로등급별 도로연장, AADT, VKT, 중차량 비율 등	도로연장, 횡단보도수, 어린이보호구역수, 과속방지턱, 단속지점수		

주) TAZ : Traffic Analysis Zone, CT : Census Tract, BG : Block Group

AADT : 연평균일교통량(Annual Average Daily Traffic)

ADT : 평균일교통량(Average Daily Traffic)

VKT : 차량통행거리(Vehicle Kilometer Traveled)

<부록 5> 공간분석모형의 이론적 검토

1) General Spatial Model

공간적 상관성은 서로 다른 지점에서 발생한 현상(events)이 서로 관련되어 있을 때 발생하며, 공간계량경제에서 공간적 자기상관성은 공간적 종속성과 공간적 이질성으로 구분된다. 공간적으로 자기상관된 데이터들에 대해 일반적인 회귀분석을 적용해 서는 안되는데, 왜냐하면 회귀분석의 기본가정에 위배되기 때문이다.

공간회귀분석은 오차를 최소화하기 위해 공간가중행렬과 최대우도추정법을 이용 한다.(Anselin and Griffith, 1988; Lesage, 1998, 1999)

이러한 공간적 의존성은 다음 식과 같이 표현된다.

i 지역과 j 지역은 근린지역의 값들에 영향을 받음을 의미하며, 일반적인 시계열분석 모형에서 영향의 방향은 단방향이나, 공간분석에서는 영향의 방향이 양방향이 된다.

$$Y_i = f(Y_j) \quad \text{where } i, j = 1, \dots, n ; i \neq j$$

공간적 이질성은 다음 식과 같이 표현되는데, 이는 독립변수에 대한 종속변수의 회귀계수가 i 에 따라 변함을 의미한다.(Lesage, 1998)

$$Y_i = X_i \beta_i + \epsilon_i \quad \text{where } i = 1, \dots, n$$

공간모형의 일반적인 형태는 다음 식과 같다.(Anselin and Griffith, 1988)

이 식에서 오차항의 공간가중행렬(W_2)이 0이 되면 공간시차모형(spatial lag model)이 되고, 종속변수항의 공간가중행렬(W_1)이 0이 되면 공간오차모형(spatial error model)이 된다.

$$Y = \rho W_1 Y + X\beta + \mu, \\ \mu = \lambda W_2 \mu + \epsilon \quad \text{where } \epsilon \sim MVN(0, \sigma^2 I_n)$$

공간시차모형에서는 특정지역 i 의 Y_i 가 주변지역 j 의 Y_j 에 의한 영향에 종속적이 되는데, 주변지역에 의한 영향은 공간가중행렬(W_1) 형태로 계량화된다.

종속변수 Y 는 $(n \times 1)$ 행렬, 설명변수 X 는 $(n \times k)$ 행렬, ρ 와 λ 는 공간자기회귀계수, W_1 과 W_2 는 $(n \times n)$ 의 공간가중행렬이며, MVN은 다변량 정규분포를 의미한다.

공간분석은 GeoDa1.5.37beta 프로그램을 사용하였으며, 공간가중행렬은 Anselin and Griffith(1988)이 제안한 인접방식행렬(spatial contiguity matrix) 중 ROOK방식을 통해 도출하였다.

ROOK 방식에서 두 TAZ가 인접하는 경우 W_{ij} 는 1이 되고, 인접하지 않는 경우 0의 값을 가진다.

2) 공간적 상관성의 검정

교통사고가 공간적으로 군집되어 나타나는지 여부는 Moran(1950)이 제시한 I 지수를 통해 판단하였다. Moran's I는 전역적(global) 공간통계량과 국지적(local) 통계량으로 구분되는데, 전역적 공간통계량은 연구대상지역 전체를 대상으로 유사한 값을 가진 지역의 군집경향을 정량적 지표로 요약하여 나타내는 지표로서 다음 식을 통해 산출된다.

$$I = \frac{N \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (Y_i - \bar{Y})(Y_j - \bar{Y})}{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}) \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \Rightarrow Z = \frac{I - E(I)}{S_e(I)}$$

여기서, N : 지역단위 수, Y_i : i 지역의 속성
 Y_j : j 지역의 속성, $\bar{Y}$: 평균값, w_{ij} : 가중치

여기서
 $E(I) = -1/(n-1)$

전역적 Moran's I의 값은 -1과 1사이의 값을 갖게 된다. (+)1에 가까울수록 유사한 값이 공간적으로 인접해 있는 경향이 높다는 것을 나타내며, (-)1에 가까울수록 공간적으로 높은 값과 낮은 값을 가지는 지역들이 규칙적으로 섞여서 분포하는 패턴이라고 판단할 수 있다.

그러나 전역적 Moran's I는 분석지역 전체에 대해 공간적 자기상관성을 하나의

값으로 나타내기 때문에 분석지역별 공간적 상관성에 대한 국지적 구조는 파악할 수 없다.

이에 Anselin(1995)은 국지적 차원의 공간적 상관성을 나타내는 LISA(Local Indicator of Spatial Autocorrelation)를 개발하였다. 국지적 Moran's I는 특정 지역의 값과 주변 지역의 값을 가중평균한 값이 유사하게 나타나면 정적인 자기상관, 반대인 경우는 부정적 자기상관으로 판단한다.

일반적인 OLS의 단점을 극복하기 위해 적용한 공간시차모형(spatial lag model)과 공간오차모형(spatial error model)에서 공간적 자기상관성이 효과적으로 제거되었는지를 검증하기 위해 라그랑지 승수(Lagrange Multiplier) 방법을 적용하였다. 이때 귀무가설(H_0)은 $\rho = 0$ (공간적 시차가 없다) 또는 $\lambda = 0$ (공간적 오차가 없다)이며, 검정 통계량은 자유도가 1일때의 χ^2 검정을 따른다.

$$LM_{lag} = \left[\frac{e' W Y}{e' e N} \right]^2 / D \quad \sim \chi^2(1),$$

$$\text{where } D = [(W X \beta)' (I - X'(X'X)^{-1}X') / (W X \beta)' \sigma^2] + \text{tr}(W^2 + W'W);$$

$$LM_{error} = \frac{[e' W e / (e' e / N)]^2}{[\text{tr}(W^2 + W'W)]} \quad \sim \chi^2(1)$$

3) Geographically Weighted Regression

OLS는 설명변수의 회귀계수가 분석지역의 모든 지역에서 동일하다고 가정하나 서울과 같이 고밀도에 복합적 용도를 가진 지역에서 공간적 다양성이 발생하는 것은 필연적이므로 이를 반영할 수 있는 분석방법에 대한 고민이 필요하다.

이러한 공간적 변이를 설명하는 방법 중 하나가 지리가중회귀분석(Geographically Weighted Regression, Fotheringham et al., 2002)이다.

GWR의 핵심은 분석단위에 따라 동일한 상수값을 가정하지 않고 TAZ i 에 대한 위치함수로 간주한다는 점이다. 즉, 회귀분석이 TAZ별로 이루어져 TAZ마다 회귀계수 값이 모두 달라지게 된다.

GWR은 다음 식과 같이 나타낼 수 있으며, 여기서 i 는 TAZ를 의미한다. GWR은 추정된 계수값이 해당 TAZ에서만 의미를 갖는다는 점에서도 일반 회귀식과 차이가 있다.

$$Y_i = \beta_{0i} + \sum_{k=1}^m \beta_{koi} X_{ki} + \epsilon_i$$

$$\hat{\beta}_i = (\hat{\beta}_{i0}, \beta_{i1}, \beta_{i2}, \dots, \beta_{im}) = (X' W_i X)^{-1} (X' W_i Y)$$

TAZ i 에 따른 변수 k 에 대해 각 TAZ별로 개별적인 회귀계수($\hat{\beta}_{ik}$)를 추정하며, 지리가중회귀 계수 $\hat{\beta}_{ik}$ 는 가중회귀최소제곱에 의해 산출된다. 이는 두 TAZ간 거리로 측정된 공간행렬(W)과 결합되기 때문에 TAZ i 에 더 가까운 TAZ들의 영향이 보다 먼 TAZ의 영향보다 크게 고려된다.

W_i 는 i 번째 TAZ와 다른 모든 TAZ 값들간의 거리를 반영하는 공간행렬로 i 번째 TAZ의 거리에 기초한 가중치 d_i 벡터를 포함하는 $n \times n$ 대각행렬이다.

GWR 회귀계수는 가중함수인 kernel에 따라 계산되며, kernel은 다양한 형태를 가질 수 있으나 일반적으로 Gaussian 형태가 이용된다.

$$w_i(u) = e^{-0.5(d_i(u)/h)^2}$$

또한 일반적으로 대역폭(bandwidth)을 결정하는데 다음 식이 이용되며, 대역폭은 모든 회귀점이 동일한 개수의 샘플 회귀점을 포함하도록 설정된다.

$$w_i(u) = (1 - (d_i(u)/h)^2)^2 \quad \text{where } w_i(u) = 0 \text{ if } d_i(u) > h$$

GWR은 Kernel함수 보다는 bandwidth에 더 많은 영향을 받는다고 알려져 있다 (Fotheringham et al., 2002).

가장 적절한 bandwidth를 찾는 방법으로 Cross Validation 값을 최소화하는 방법이 있는데, 여기서, CV값은 관측치와 예측치간 차이를 의미하며, 두 번째 방법으로 AICc를 최소화하는 방법이 있는데, 이 경우 복잡한 모형을 고려할 수 있다는 장점이 있다.

OLS와 비교하여 상대적으로 GWR에서는 잔차가 훨씬 작아지고, 공간적 의존성도

작게 나타나며, 자료와의 부합도가 높다는 장점이 있다. 또한 최근 GIS 기술의 발달을 통해 GWR 분석결과에 대한 공간적 변이를 시각적으로 분석할 수 있다(DeMers 2004; LeGates 2005; Lo and Yeung, 2002). 본 연구에서는 GWR분석을 위해 GWR 4.0 software package(Nakaya, 2009)를 이용하였다.

4) 모형의 적합도

본 연구에서 분석한 일반적인 회귀모형, 공간회귀모형, GWR 모형의 적합도를 비교하기 위해 AICc(Hurvich et al., 1998)를 사용하였으며, AICc는 다음 식을 통해 산정된다.

$$AICc = 2n \ln(\hat{\sigma}) + n \ln(2\pi) + n \left(\frac{n + \text{tr}(S)}{n - 2 - \text{tr}(S)} \right), \quad \text{here } S = \hat{Y}/Y$$

여기서 n 은 관측치 개수, Y 는 종속변수, $\hat{Y}$ 는 종속변수의 예측치, $\hat{\sigma}$ 는 잔차의 표준오차를 나타낸다. AICc는 동일한 종속변수에 서로 다른 설명변수를 가지는 분석모형을 비교하는데 유용하며 전역적 모형과 국지적 모형을 비교하는데도 적용된다.

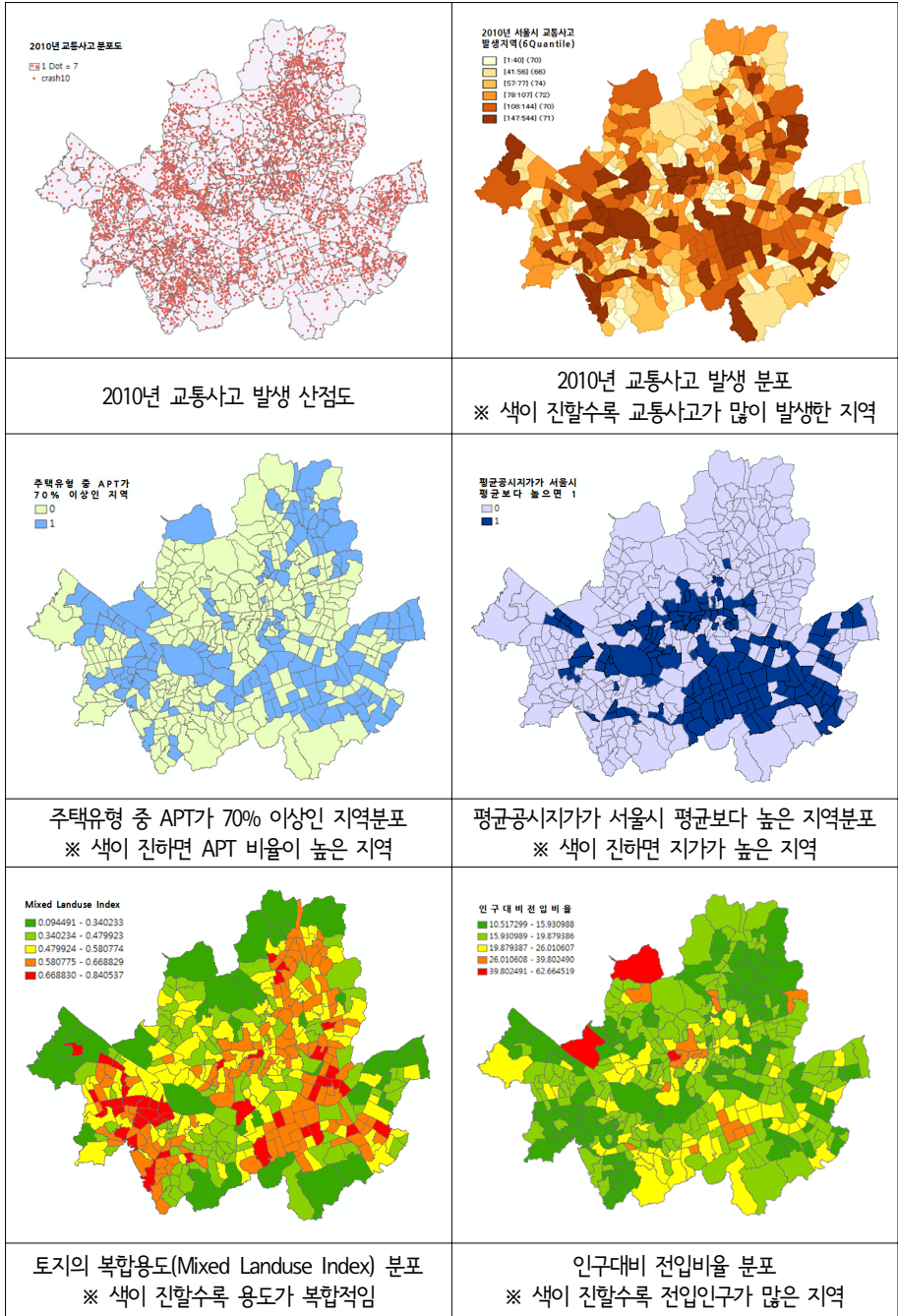
일반적으로 두 모형을 비교할 때 두 모형의 AICc값의 차이가 4보다 작은 경우 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 간주한다. (Charlton and Fotheringham, 2009)

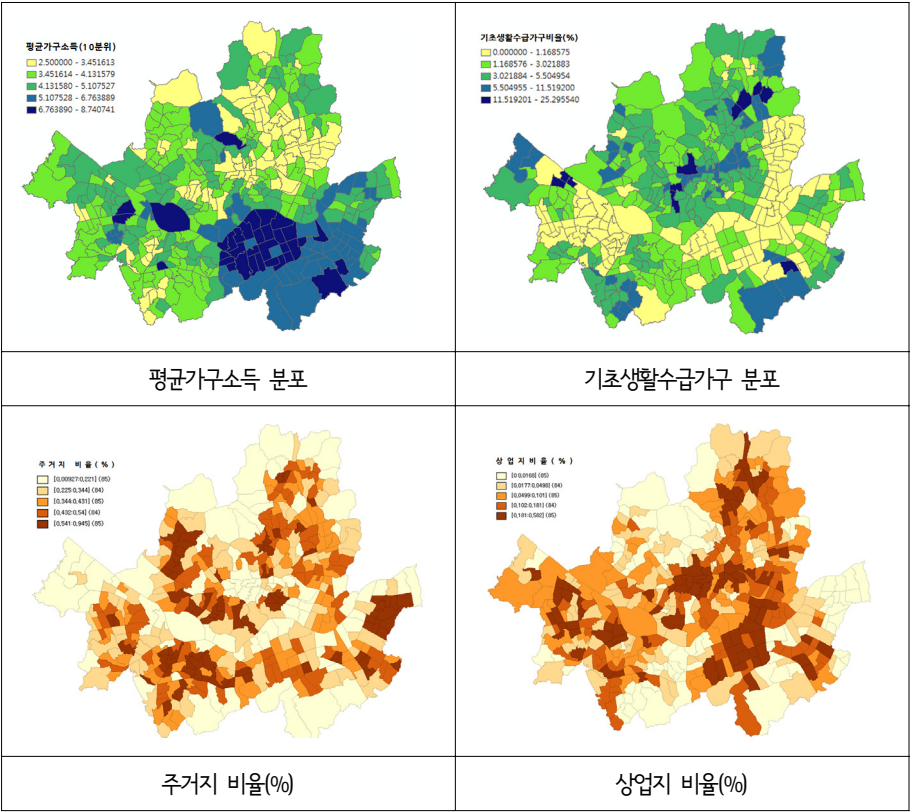
<부록 6> 분석데이터의 기초통계량 및 공간적 분포 현황

1) 기초통계량

변수 (기준년도 : 2010년)		평균	최소값	최대값	표준편차
교통 사고	총 사고건수	93,96	1	544	67.18
	사망 및 심각한 부상 사고건수	34.95	0	179	23.96
	경미한 부상 사고건수	59,01	1	365	44.32
교통 환경	행정구역 면적(km ²)	1.43	0.23	12.69	1.59
	총 차량주행거리(VKT)	208,878	2,302	3,003,142	267,285
	지하철 역 및 버스정류장 수	23	1	83	13
	자가용 통행발생량(대/일)	12,575	1,631	112,025	10,996
	횡단보도 수	76	1	359	49
	어린이 보호구역 수	2.36	0	8	1.56
도로 환경	도로율(%)	2.74	0.06	7.54	1.37
	제한속도 30 이하인 도로연장(m)	2,461	0	13,521	1,915
	제한속도 50 이하인 도로연장(m)	1,054	0	11,828	2,010
	제한속도 60 이하인 도로연장(m)	3,020	0	18,340	2,314
	중양버스전용차로 연장(m)	627	0	4,302	804
	주간선도로연장(m)	1,342	0	10,458	1,592
	총 차로연장(lane-meter)	24,757	3,756	91,726	12,793
	교차도로간 제한속도의 차이가 30km/h 이상인 접속지점 수	4	0	85	11
	3지 신호교차로 수	10	0	87	10
	4지 신호교차로 수	4	0	25	4
	5지 신호교차로 수	0	0	3	0
인구 통 계 학적 환경	인구(수)	23,139	809	49,837	8,596
	가구(수)	8,277	274	18,924	3,104
	고용자(수)	10,629	700	141,960	16,154
	15세 이하 인구비율(%)	13.68	5.41	21.73	2.83
	65세 이상 인구비율(%)	10.00	5.11	17.79	2.25
	빈곤층 비율(%)	1.68	0	19.54	2.15
	남성인구비율(%)	49.14	42.37	60.52	1.69
	TAZ 인구 대비 전업인구 비율(%)	17.97	10.52	62.66	5.00
사 회 경 제 적 및 근 린 환경	가구 월평균 소득(10분위)	4.36	2.50	8.74	1.28
	어린이집, 유치원, 초등학교 수	19	0	101	12
	복합토지이용지수(0 to 1)	0.33	0.05	0.63	0.10
	주택유형 중 APT 비율(%)	52.24	0	100.00	30.50
	평균 공시지가(천원/m ²)	2,638	40	16,512	1,805

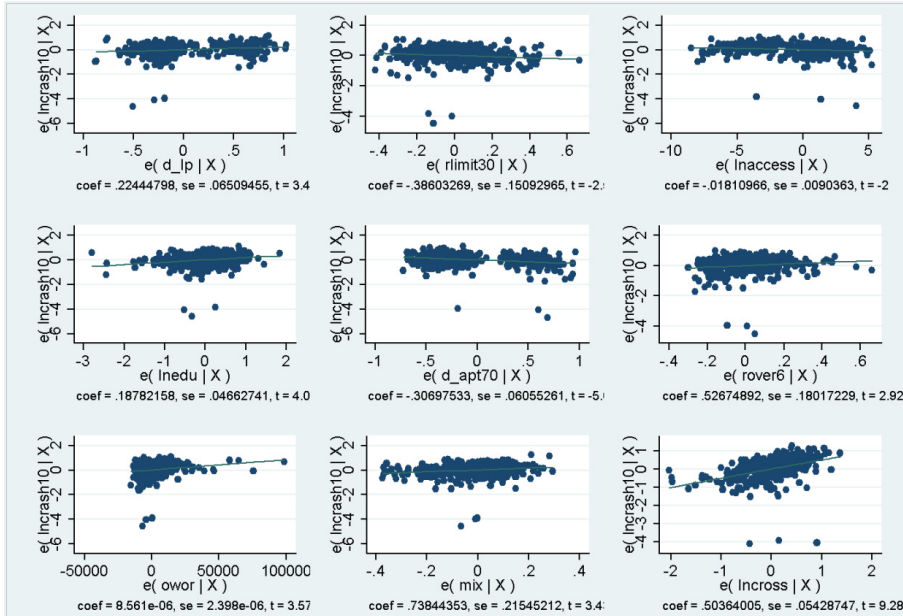
2) 주요 변수의 공간적 분포 현황





<부록 7> OLS 통계량 및 기본 가정에 대한 통계 검정

1) OLS 설명변수와 종속변수간의 관계



2) 회귀모형의 설명력과 유의성 판단

본 연구에서 분석한 회귀모형에 제시된 변수의 영향을 신뢰할 수 있는지를 판단하기 위해서는 회귀모형 분석 이후의 검정 및 진단 과정이 중요하다.

VIF와 R^2 값을 통해 회귀모형의 설명력을 판단한다.

① VIF(Variance Inflation Factor)

VIF는 독립변수간 중복성(Redundancy)을 나타내며, 각 변수의 VIF는 7.5보다 작아야 하며, 숫자가 작을수록 좋은 모형이다.

본 연구에서 제시한 회귀모형의 VIF는 1.29로 검정 결과 설명변수간 다중 공선성 문제는 없는 것으로 판단된다.

② R^2 (Adjusted R^2)과 AICc

총 교통사고에 대한 OLS 분석결과를 보면, 모델의 설명력(R^2)은 49%로서 종속변수 변량의 49%가 독립변수에 의해 설명되고 있는 것으로 나타났다. 다소 낮은 편이나 추정계수가 모두 유의수준 5%에서 통계적으로 유의하게 나타났다.

AICc(corrected Akaike Information Criterion: AICc)는 모형간 비교 및 선택을 위한 통계값으로 값이 작을수록 좋은 모형이다. AICc는 상대적 측도로서 값의 크기 자체보다는 두 모형간에서 나타나는 값의 차이가 중요하다.(Carlton and fotheringham, 2008) 일반적인 관행에 따라 두 모형간 AICc값이 4보다 큰 차이를 나타낼 때 모형이 개선되었다고 간주한다(조동기, 2009).

③ Joint F Statistic(JFS)와 Joint Wald Statistic (JWS)

JFS는 모형 전체의 유의성(Significance), JWS는 모형 전체의 안정성(Stationary)을 평가하는 지표이다. 본 연구에서 제시한 회귀모형의 두 통계량의 p값이 통계적으로 유의하므로 모형 전체가 유의하다고 볼 수 있다.

F 통계량은 Koenker (BP) 통계량이 통계적으로 유의하지 않을 때 가치가 있으며, Koenker (BP) 통계량이 유의하면 Wald 검정량으로 모형 전체의 유의성을 결정해야 한다. 두 검정량의 귀무가설(H_0)은 모형에 포함된 설명변수가 효율적(effective)이지 않다는 것이나, 귀무가설이 기각되어 설명변수가 효율적이라고 판단할 수 있다. 95% 신뢰구간에서 p값이 0.05보다 작아야 통계적으로 유의한 모델이라고 할 수 있다.

3) 회귀모형의 기본 가정 및 가설 검정

회귀분석이란 종속변수와 설명변수들간의 관계를 결정짓는 가장 적합한 최적선(best-fitting line)을 찾기 위해 통계적 방법을 활용하는 것이다. 가장 좋은 회귀선은 잔차($Y_i - \bar{Y}_i$)를 가장 작게 하는 회귀선이다.

회귀모형이 반드시 준수해야 하는 기본 가정은 오차의 정규성, 독립성, 등분산성, 공간적 자기상관의 배제, 공선성 배제이다.

정규성(normality)이란 회귀모형에서 오차(독립변수가 설명하지 못하는 종속변수

의 오차)의 평균값은 0이며, 분산은 정규분포($\epsilon \sim N(0, \sigma^2)$)를 이루어야 한다는 것이다.

독립성(Independence)이란 서로 다른 X_i 에서 나타나는 오차들이 상호 간에 독립적이어야 한다는 가정임. 즉, 특정한 X_i 값에 대응하는 Y_i 값에 대한 오차가 그 추정점에 대응하여 독립적으로 발생한 것이어야 한다는 것이다.

등분산성(homoscedasticity)이란 특정한 X_1 에서 대응하는 Y_1 가 갖는 오차의 분산과 X_2 에서 대응하는 Y_2 가 갖는 오차의 분산이 동일해야 한다는 가정이다. 즉, Y_i 의 평균을 중심으로 한 오차의 분산은 동일해야 한다.

공간적 자기상관성의 배제(no spatial autocorrelation)란 주어진 X_i 에서 회귀식에 의해 설명되지 않고 남은 각각의 오차(ϵ_i)는 공간상에서 서로 독립적이어야 한다는 가정이다.

공선성의 배제(no multi-collinearity)란 설명변수들간의 상관관계가 높을 경우 주요 변수에 대한 종속변수에 대한 영향이 통계적으로 상실될 수 있으며, 설명변수와 종속변수의 관계를 규명하는 것이 곤란해짐을 의미한다.

그러나 만약 이러한 기본가정들이 충족되지 않았을 경우 설명변수의 영향력을 신뢰할 수 없으며, 잘못된 예측 오류를 범할 가능성이 높다. 특히 변수에 공간변수를 포함하고 있을 경우에는 반드시 회귀식의 기본가정에 대한 충족여부를 확인해야 하며, OLS 진단과정에서 도출된 다양한 통계량을 토대로 어떤 공간회귀모형을 사용하는 것이 회귀식의 기본가정을 가장 충실하게 지킬 수 있는지 판단해야 한다.

① Koenker (BP) 통계량 (모형 안정성 평가)

Koenker (BP) 통계량은 설명변수가 독립변수와 consistent한 관계를 가지는지를 나타내는 값이며, 이때 consistent는 연구대상지역내 모든 곳에서 동일한 설명변수로 표현되는 것을 의미하므로 전체 모형에 대해 동일한 영향을 미치는지 여부를 검정한다.

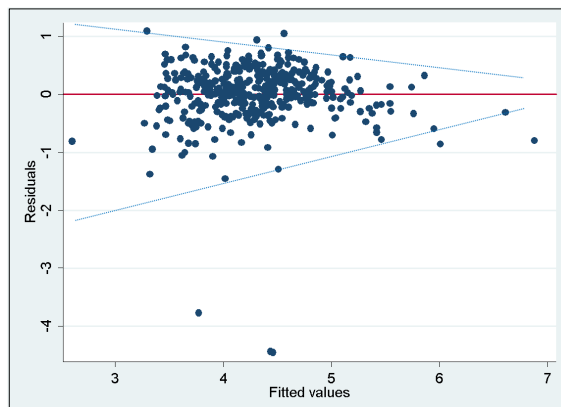
통계적으로 유의한 결과는 non-stationary 관계를 의미하며 이는 GWR모형의 활용 여부를 결정하는 판단기준이 된다. 즉, 지리가중모형(GWR)이 OLS 결과를 개선시킬 수 있는지를 결정하기 위해 Koenker 검정을 시행한다.

② Jarque-Bera 검정 (H_0 : 오차의 정규성(Normality))

Jarque-Bera 검정은 모형의 편기(Bias)를 평가하는 검정으로 이 통계량이 통계적으로 유의하다는 것은 오차에 이분산성이 존재하므로 robust 추정이 필요하다는 것을 의미한다. 본 모형에서도 Jarque-Bera 검정량이 통계적으로 유의하므로 오차에 이분산성이 존재함을 알 수 있으며, 이를 예측치($\hat{Y}$)와 잔차(Residual, $Y_i - \hat{Y}_i$)간 산점도를 통해 확인하였다.

다음 그림과 같이 오차의 등분산성이 상당히 위배되고 있음을 알 수 있는데, 예측치가 작을 경우 잔차의 변이가 크게 비해 예측치가 커질수록 잔차의 변이는 작아지는 특성을 보임으로써 메가폰형태의 이분산성이 나타난다.

그림> OLS 잔차(Residual) 분석



③ Moran's I (잔차의 공간적 자기상관성 평가)

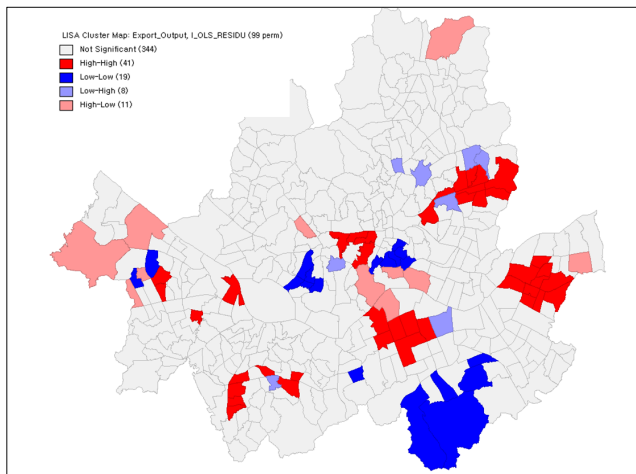
회귀분석 결과 추정된 잔차가 정규분포로부터 얼마나 이격되어 있는지를 통해 공간적으로 상관성을 가지는지 판단한다. 잔차의 Moran's I 값이 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 가지는 경우 잔차가 공간적으로 상관성을 가진다고 판단된다.

이러한 잔차의 공간적 자기상관성을 서울시 수치지도에 투영한 결과 다음 그림과 같이 나타났으며 일부 지역에서 군집형태가 나타난다.

<표> 총 교통사고에 대한 OLS분석의 설명력과 유의성 판단

지표	예시 값	판단
VIF(Variance Inflation Factor)	1.40	7.5보다 작으므로 독립변수간 중복성 문제 없음
R^2	0.49	설명변수가 종속변수 변량의 49%를 설명
AICc	713.523	모형간 비교시 사용, 일반적으로 모형간 AICc차이가 4보다 클때 모형이 개선되었다고 판단
JFS(Joint F Statistic) (H_0 : 설명변수가 효율적이지 않다)	통계적으로 유의	설명변수 효율적(effective)임
Joint Wald Statistic(JWS) (H_0 : 설명변수가 효율적이지 않다)	통계적으로 유의	설명변수 효율적(effective)임
Koenker(BP) 통계량 (모형 안정성 평가)	0.667	통계적으로 유의하지 않음 - 설명변수와 독립변수 관계: stationary
Jarque-Bera 검정 (H_0 : 오차의 정규성(Normality))	통계적으로 유의	오차에 이분산성 존재, Robust 추정 필요
Moran's I	0.146†	잔차의 공간적 자기상관성 있음

<그림> OLS 잔차의 국지적 Moran's I



<부록 8> 후보변수의 통계적 유의성 검토 결과

1) 인구통계학적 변수

후보변수	통계적 유의성	검토 결과
1. 기초생활수급자 가구비율	○	- 소득변수와의 관계가 상식적으로 나타남. 즉, 가구소득변수는 교통사고를 증가, 기초생활수급자비율은 교통사고를 감소시키는 것으로 나타남 - 또한 총가구수나 종사자수에 비해 통계적 유의성 높음 - 그러나 총가구수나 종사자수 변수 고려시 통계적 유의성 사라지는 등 종속변수와의 관계가 불안정하여 모형에서 제외함
2. 총 가구수	○	- 통계적 유의성 높으나 항상 안정적이지 않음 - 총가구수를 포함시키면 기초생활수급변수가 무의해짐 - 가구변수의 경우 노출변수로서 VKT와 같은 역할을 수행하나 본 연구에서 의미있게 포함시킨 ATP변수의 통계적 유의성을 저하시켜 모형에서 배제하였음
3. 종사자수	○	통계적 유의성 존재하나 항상 안정적이지 않음
4. 종사자밀도 (명/km ² , A)	○	통계적 유의성 존재하나 항상 안정적이지 않음
5. 인구밀도 (명/km ² , B)	×	통계적 유의성 없음
6. 인구밀도 대비 종사자밀도 비 (A/B)	×	통계적 유의성 없음
7. 인구	○	- 통계적 유의성과 영향력 모두 높게 나타났으며, 다른 변수의 유의성에도 영향을 미치지 않음 - 그러나 초등교육기관수와 상관성이 50% 이상으로 모형에서 배제하였음
8. 면적	○	- 통계적 유의성 존재하나 항상 안정적이지 않음 - 인구와 함께 모형에 포함시 인구의 영향력이 커서 면적변수의 통계적 유의성 사라짐
9. 15세 미만 인구비율	○	통계적 유의성 높고 종속변수와의 관계가 안정적임
10. 15~64세 인구 비율	×	통계적 유의성 없음
11. 65세 인구비율	×	통계적 유의성 없음
12. 남성비율	×	통계적 유의성 없음
13. 전입인구비율	○	통계적 유의성 높고 종속변수와의 관계가 안정적임

※ 서울시 교통사고분석모형의 기초생활수급자비율 변수에 관한 고찰

- 선행연구(Jonathan et al. 2006)에서는 기초생활수급자 비율(Persons under poverty)의 증가가 교통사고의 증가로 이어진다고 주장하였으나, 서울시의 경우 유의한 변수로 도출되지 않았고, 다른 변수의 영향을 통제했을 때 역시 기초생활수급자가 많아질수록 교통사고는 감소하는 것으로 나타남
- 서울시가 기존 연구결과와 차이를 보이는 이유는 서울시의 특수한 여건 때문인 것으로 판단되는데, 서울시는 인구 및 주거밀도가 높고 이로 인해 토지의 복합용도지수가 높아 평균가구소득이 높은 지역과 기초생활수급자 비율이 높은 지역이 혼재되어 나타나기 때문임
 - 이는 기초통계량 분석에서도 알 수 있는데, 서울시 423개 TAZ 중 기초수급자비율이 높은 10개 지역(평균 17.7%)의 월평균가구소득은 4.03분위(월 403만원)로 나타남
 - 423개 TAZ의 월평균가구소득이 4.36분위임을 감안할 때 서울시는 지역특성상 기초생활수급자비율이 높은 지역과 소득이 낮은 지역이 반드시 일치하지 않는 것을 알 수 있음
- 또한 주거지 비율과 상업지 비율 분포도 명확한 차이를 나타내지 않는 특징 때문에 관련 변수가 교통사고에 미치는 영향이 달라진 것으로 판단됨

2) 사회경제적 변수

후보변수	통계적 유의성	검토 결과
1. 평균가구소득	○	• 통계적 유의성 높고 종속변수와의 관계가 안정적임
2. 시가화지역비율	×	• 통계적 유의성 없음
3. 주거지역비율	×	• 통계적 유의성 없음
4. 상업지역비율	○	• 통계적 유의성 있으나, 복합용도지수와의 상관성이 63%로 설명변수간 다중공선성의 우려가 있어 배제하였음
5. 주요시설물수		
1) 초등학교/중학교/고등학교	×	• 각각 변수로 포함했을 경우 통계적 유의성 없음 • 따라서 교육시설변수로 묶어서 모형에 포함시킴
2) 유치원/어린이집	×	
3) 대규모교통유발시설(병원, 대기업, 코스닥, 대학교)	×	• 병원의 경우 통계적 유의성 높으나, 병원변수 포함시 소득변수의 통계적 유의성 사라짐 • 대기업, 코스닥의 경우 통계적 유의성 없음
6. 평균공시지가	○	• 통계적 유의성 높으나 이 변수 포함시 가구소득변수의 통계적 유의성 사라져 모형에서 배제하였음
7. 용도별 평균공시지가	○	• 주거, 상업지역 공시지가의 경우 통계적 유의성 있으나 가구소득변수의 통계적 유의성에 영향을 미쳐 모형에서 배제하였음 • 공업, 위락지역 공시지가는 통계적 유의성 없음

후보변수	통계적 유의성	검토 결과
8. 용도별 연상면적	○	- 주거, 공업지역의 연상면적은 통계적 유의성 없으나, 상업지역은 통계적 유의성 있음 - 그러나 복합용도지수와 개념이 중복(두 변수간 상관계수 47%)되고 타 변수의 포함 여부에 따라 통계적 유의성이 항상 안정적이지 않아 모형에서 배제하였음
9. 직장인구수	○	통계적 유의성 있으나, 타 변수의 포함 여부에 따라 통계적 유의성이 항상 안정적이지 않아 모형에서 배제하였음
10. 대규모 판매시설 유무 더미	○	복합용도지수변수와 상충되어 모형에서 배제하였음
11. 아파트 비율	○	통계적 유의성을 높이기 위해 더미변수로 변환하는 과정에서 50% 이상에서부터 계속 늘려가다 통계적 유의성이 가장 높은 70%를 기준으로 더미변수를 생성하였음

3) 교통 특성 변수

후보변수	통계적 유의성	검토 결과
1. 승용차/택시/버스 유입 통행량	○ (일부)	- 버스의 경우 다른 변수의 통계적 유의성에 영향을 미치지 않으면서 통계적 유의성 있음 - 승용차와 택시는 소득변수과의 상관성 때문에 모형에서 배제하였음 - 그러나 유입버스량과 유출버스량 모두 모형 추가시 둘다 유의하지 않게 되는 등 종속변수와의 관계가 안정적이지 않아 모형에서 배제하였음
2. 승용차/택시/버스 유출통행량	○ (일부)	- 버스의 경우 다른 변수의 통계적 유의성에 영향을 미치지 않으면서 통계적 유의성 있음 - 그러나 버스의 경우 대중교통결절점 변수와의 상관성이 높아 모형에서 배제하였음 - 또한 승용차와 택시는 소득변수과의 상관성 때문에 모형에서 배제하였음
3. 승용차/택시/버스 내부통행량	○	- 버스, 택시는 통계적 유의성 없음 - 자가용은 통계적 유의성 있으나 소득변수과의 상관성 때문에 모형에서 배제함
4. 수단별 AADT	-	자료 구하지 못함
5. VKT	○	- 통계적 유의성 높고 종속변수와의 관계가 안정적임 - 그러나 자료의 제약으로 수단별로 구분하여 분석하지 못함

4) 도로환경 변수

후보변수	통계적 유의성	검토 결과
1. 차로수별 연장	○ (일부)	6, 8차로 연장은 각각 통계적 유의성 있으며, 이 변수가 증가할수록 교통사고가 증가하나 둘 다 포함시 8차로 연장의 통계적 유의성 낮아짐 - 또한 인구변수와 버스통행발생량 변수를 배제하였더니 이 변수의 통계적 유의성 사라지는 등 종속변수와의 관계가 안정적으로 나타나지 않아 배제함
2. 차로수별 면적	○	종속변수와의 관계가 안정적이지 않아 배제함
3. 차로수별 차로연장	○ (일부)	8차로는 사고를 감소시키고, 10차로는 사고를 증가시키는 것으로 나타났고 통계적 유의성도 5% 이내이나, 회귀 계수의 값이 약 십만분의 2로 그 영향이 매우 미약하여 모형에 포함시키지 않음
4. 노인보호구역수	×	통계적 유의성 없음
5. 교차로수		통계적 유의성 있으나 대중교통결절점 변수의 통계적 유의성에 영향을 미쳐 모형에서 배제함
6. 주간선도로연장	×	통계적 유의성 없음
7. 광로+소로인 교차로수	-	관련 데이터 없음
8. 6차로 이상의 도로와 1~2차로가 만나는 교차로수	×	- 통계적 유의성 없음 10+2, 10+1, 6+1, 8+1로 세분화하여 분석 시행
9. 제한속도가 30km/h 이상나는 접속도로수	○	통계적 유의성 높고 종속변수와의 관계가 안정적임
10. 횡단보도/신호등수	○	통계적 유의성 있으나 대중교통결절점 변수와의 상관성으로 모형에서 배제함
11. 3지 또는 4지 교차로 비율	×	통계적 유의성 없음
12. 버스중앙전용차로연장	○	통계적 유의성 높고 종속변수와의 관계가 안정적임
13. 어린이보호구역수	×	통계적 유의성 없음
14. 지하철역수 15. 버스정류장수	○	지하철역수와 버스정류장 수 모두 통계적 유의성 있어서 두 변수를 합쳐서 하나의 대중교통결절점 변수로 취함
16. 도로등급별 연장	-	관련 자료 없음
17. 8차선 이상의 도로에 무신호 접속지점수	-	관련 자료 없음
18. 도로교차점인데 신호등이 없는 교차로수	-	교차로에 대한 정의가 모호하여 모형분석에서 배제
19. 도로 제한속도별 도로연장 비율	○ (일부)	- 제한속도 30kph 이하 도로연장은 통계적 유의성 높고 종속변수와의 관계가 안정적임 - 제한속도 50kph의 경우 통계적 유의성 10% 이내 - 제한속도 60kph 변수는 통계적 유의성 없음 - 제한속도 70kph 변수는 5% 이내에서 통계적으로 유의하나 아파트 더미변수와의 상관성문제로 모형에서 배제하였음
20. 중앙버스전용차로 정류장수	-	데이터를 구하지 못함

<부록 9> GWR 분석결과

1) 분석요소 결정

지리가중회귀모형은 종속변수와 독립변수는 전역적 모형과 동일하지만 공간적 이질성을 고려하여 추정방법을 달리한 것으로 몇 가지 분석요소의 결정이 필요하다.

교통사고의 발생 지점은 불규칙하게 분포하므로 거리에 따라 해당 지점의 가중치를 추정하는 ‘Adaptive’ 방식을 선택하였다. 표본 위치가 불규칙한 분포를 가질 때 대역폭(bandwidth)을 가변적으로 고려하는데, 즉, 표본점이 조밀한 TAZ에서는 커널(Kernel)을 작게, 표본점이 산발적인 TAZ에서는 커널(Kernel)을 커지게 함으로써 결과적으로 모형의 적합도가 증가하게 된다.

Adaptive 방식은 다음 식(조동기, 2009)을 이용하여 모든 회귀점이 동일 개수의 표본을 포함하도록 대역폭(bandwidth)을 설정하는 방식이다.

$$w_i(u) = (1 - d_i(u)/h^2)^2 \quad (\text{단, } d_i(u) > h \text{ 이면 } w_i(u) = 0)$$

대역폭(bandwidth)이 계산되는 기준은 일반적으로 교차검증(CV) 또는 AIC값에 따라 자동 계산하는 방법과 직접 입력하는 방법이 사용되며, 관련 연구를 통하여 대역폭을 지정할 만한 논리적 타당성이 충분하지 않은 경우에는 자동적으로 계산되도록 하는 방법이 널리 쓰인다.(Charlton & Fotheringham, 2008)

대역폭이 자동으로 계산되도록 하는 경우에 CV 방식은 관찰값과 추정값의 차이만을 고려하는 반면, AICc방식은 모형의 복잡성을 함께 고려하므로 선호되고 있다.

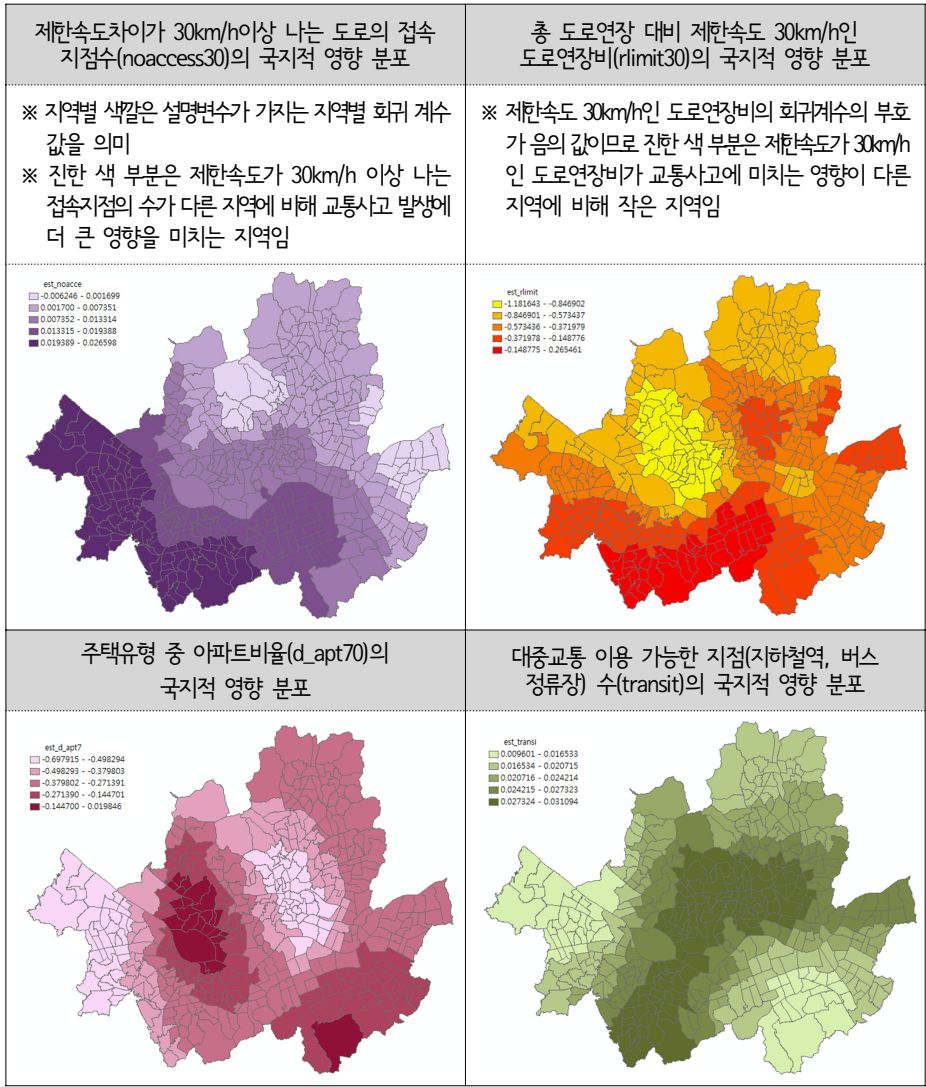
따라서 본 연구에서는 Gaussian 가중치의 GWR모형을 구성하고 AICc를 최소화하는 최적의 bandwidth를 구하였다.

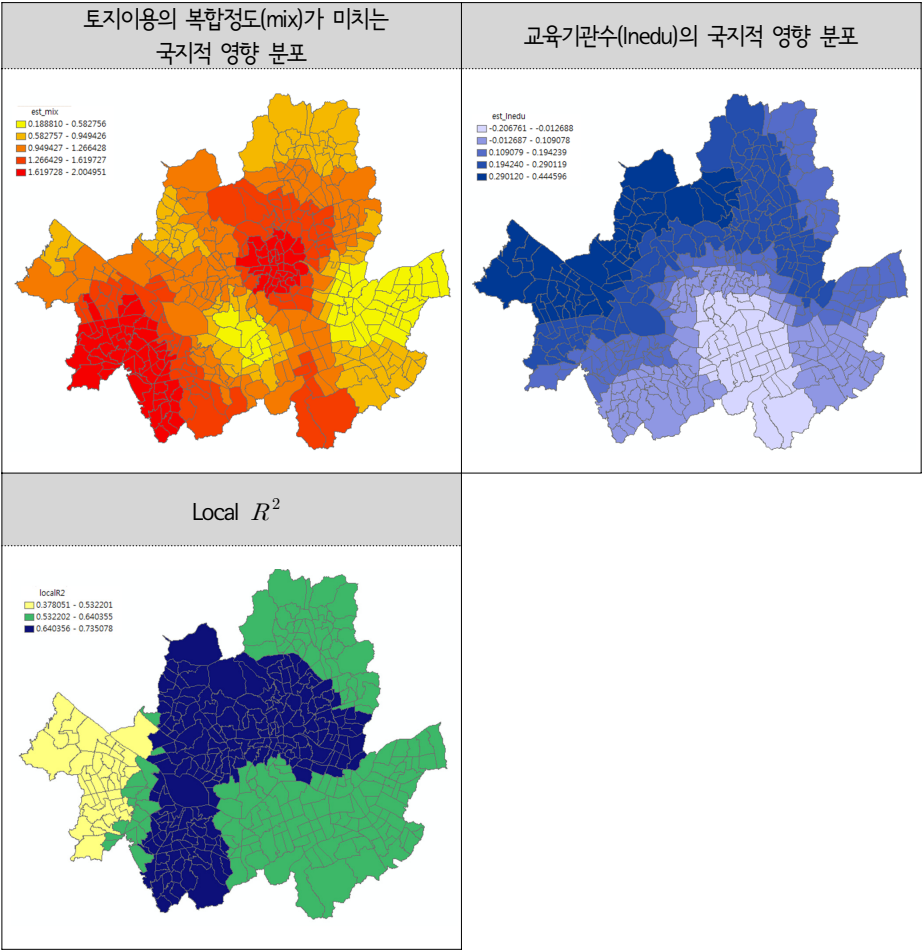
아직까지 지역간 상관관계를 완전하게 설명해주는 특정한 기준이 존재하지 않기 때문에 다양한 가중행렬을 통해 모형의 적합도가 높은 가중행렬을 선택하면 된다. 연구자가 어떠한 가중치를 쓰느냐는 자료가 가진 특성을 모형이 얼마나 잘 설명할 수 있는가에 의해 결정되는 것이며, 어떠한 특정 가중치가 절대적으로 올바른 결과를 보여준다는 결론으로는 사용할 수 없다.(이성우, 2006)

2) GWR 분석결과와 시각화

다음 표는 지리가중회귀분석에 사용된 변수들이 공간적으로 어떠한 계층적 형태를 띠고 있는지를 시각화한 것이며, 시각화된 자료는 행정동별 각 설명변수의 회귀계수값을 의미한다.

<그림> 지리가중회귀(GWR) 분석 결과





<부록 10> PSI_i 에 따른 그룹별 기초통계량 분석결과

PSI_i 에 의해 상대적으로 잠재적 안전도 개선효과가 큰 지역과 낮은 지역으로 구분된 TAZ를 대상으로 기초통계량을 분석한 결과는 다음 표와 같다.

잠재적 안전 개선 효과가 큰 지역으로 구분된 그룹의 경우 총 사고건수 및 모든 심각도 유형의 사고건수 자체가 약 3배 정도 높게 나타났으며, 각 변수별 기초통계량의 차이를 통해 그룹별 공간 환경의 차이를 확인할 수 있다.

<표> PSI_i 에 따른 잠재적 안전개선 지역별 기초통계량 분석 및 비교

변수		안전개선효과가 큰 지역($PSI_i > 0$)				안전개선효과가 낮은 지역($PSI_i < 0$)			
		평균	표준편차	최소값	최대값	평균	표준편차	최소값	최대값
총 속 변 수	총 사고건수(2010년)	123.69	66.83	55	544	42.54	20.55	1	165
	사망사고건수	1.216	1.26	07	9	0.41	0.65	0	3
	중상사고건수	44.28	23.10	16	175	16.30	8.16	0	66
	부상사고건수	5.03	4.45	0	33	1.85	1.70	0	7
	경상사고건수	73.17	41.89	24	352	23.98	12.82	1	98
설 명 변 수	ATP비율 더미	0.32	0.47	0	1	0.38	0.49	0	1
	제한속도 30kph이하인 도로연장비율	0.05	0.04	0	0.26	0.07	0.07	0	0.42
	복합용도지수	0.35	0.10	0.05	0.63	0.29	0.09	0.08	0.47
	ln(VKT)	12.02	0.74	9.83	13.95	11.57	1.03	7.74	14.92
	교육시설수	20.91	12.35	0	101	16.48	10.65	1	80
	전입비율	18.68	5.62	10.52	62.66	16.73	3.34	11.15	33.49
	15세 인구비율	13.36	2.89	5.41	21.73	14.24	2.63	6.16	21.67
	제한속도 30kph이상 차이나는 접속지점수	11.38	12.71	0	93	6.18	7.10	0	33
	중앙버스전용차로 연장비율	0.02	0.02	0	0.12	0.01	0.02	0	0.08
	대중교통 결절점수	26.33	13.92	3	83	16.06	9.36	1	44
	월평균가구소득	4.39	1.36	2.65	8.31	4.31	1.12	2.5	8.74
해당 TAZ수		268				155			
도로율(%)		2.92				2.43			
인구 대비 종사자수 비 (숫자가 클수록 유동인구 많음)		90.40				25.33			
교차로수		17.24				9.79			
신호등수		70.89				38.55			

<부록 11> 내재된 위험도의 차이에 대한 검토

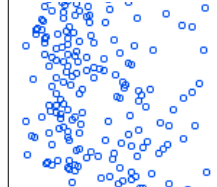
공간적 환경 및 상호작용의 차별성을 인정하지 않고 단순히 교통사고 건수로만 위험지역 여부를 판단했을 경우 교통안전정책의 효용성과 교통안전 개선효과가 저하될 수 있다. 즉, 위험지역을 판단할 때는 결과로 나타난 교통사고 뿐 아니라 그러한 공간적 패턴이 나타나게 된 공간적 이질성(Heterogeneity)도 함께 고려해야 한다.

만일 토지의 복합용도지수(Mixed Landuse Index)가 0인 근교 및 지방지역과 1인 CBD지역에서 동일한 수의 교통사고가 발생했다고 가정할 때 교통건수만을 기준으로 할 경우 두 지역의 위험도는 동일한 것으로 분류된다.

그러나 공간적 속성을 감안했을 때 실질적으로 근교 및 지방지역은 위험도가 훨씬 높은 지역이며, 상대적으로 CBD지역은 덜 위험한 지역일 수 있다.

이는 CBD지역의 경우 복합적 토지이용에 따른 공간적 상호작용이 많기 때문에 교통사고로 발현되기 전의 위험한 상황(사고가 날 뻔한 상황)은 훨씬 많을 것으로 예상되는데 반해 실제 공간상에 투영된 교통사고는 근교지역과 동일하게 나타났기 때문이다. 이 때 이외 다른 공간적 환경에 의한 요소는 통제되었다고 가정한다.

<그림> 교통사고건수를 기준으로 한 위험도 판단의 오류가능성 검토예시

근교지역 (MLI=0, 단일용도지역)		CBD지역 (MLI =1, 복합용도지역)	
공간적 환경	사고 징후 밀도	공간적 환경	사고 징후 밀도
			

주 1) 단위기간동안 발생한 교통사고건수는 두 지역이 동일하다는 전제조건이 있음

2) 여기서 사고 징후 밀도란 교통사고가 발생하기 전까지 공간상에 내재된 이와 관련된 수많은 사고가 날 뻔한 상황 또는 이에 준하는 징후들(하인리히의 법칙)을 의미함

본 연구에서 시행한 공간분석 및 PSI 개념의 도입을 토대로 교통사고건수를 기준으로 한 위험도 판단 오류 가능성을 최소화할 것으로 기대된다.

<부록 12> Highway Safety Manual(HSM)

1) 개요

다차로와 도시부 도로의 안전성 평가를 통한 안전성 확보를 위해 발간되었으며 (AASHTO, 2010), 다양한 등급의 도로를 대상으로 도로안전성을 평가할 수 있으며, 교통사고에 대한 도로계획, 설계, 운영, 유지관리 시 효과를 정량화하여, 사고발생건수와 사고 심각도를 줄이는데 목적이 있다.

도로안전편람(HSM)은 4개의 파트로 구성되는데, Part A는 서론 및 인적요소, Part B는 도로안전관리절차이며, Part C는 교통사고 예측기법, Part D는 사고영향계수로 구성된다.

구 분	내 용
서론, 인적요소 (Part A)	서론 및 개요, 인적요인, 기초사항
도로안전관리절차 (Part B)	네트워크 검사, 안전진단, 대안선택, 경제성 평가, 사업 시행의 우선순위 선정, 안전효과 평가
교통사고 예측기법 (Part C)	지방부 2차 양방향 도로, 지방부 다차로 도로, 도심 및 교외 간선도로
사고수정계수 (Part D)	도로구간, 교차로, 나들목, 특별시설물, 도로망

2) 도로안전성 분석 모형

도로안전편람(HSM) 분석모형은 안전성능함수(SPF)와 사고영향계수(CMF), 지역보정계수(C)로 구성된다.

$$\text{모형식 : } N_{predicted} = SPF_x \times CMF \times C_x$$

SPF_x : 안전성능함수, CMF_{1x} : 사고영향계수, C_x : 지역보정계수

안전성능함수(SPF)는 기하구조 등 다른 위험요소가 없다고 가정하고 구간길이와 교통량만을 고려했을 때 발생이 예상되는 사고건수이다.

사고영향계수(CMF)는 도로의 기본 상태조건이 변할 때, 교통사고에 미치는 영향(사고의 증감)을 계수화한 것이다.

지역보정계수(C)는 지역별 사고편차를 보정하기 위한 계수이다.

<부록 13> 교통사고 잦은 곳 선정기준 및 자치구별 교통사고 잦은 곳 지점수

1) 교통사고 잦은 곳 선정기준

구분		3차, 4차 사업 (’08년 이후)	3차, 4차 사업 (’08년 이전)	1차, 2차 사업
지 역	특별시	5건 이상		10건 이상
	광역시	5건 이상		7건 이상
	일반시	3건 이상		5건 이상
	기타	3건 이상		3건 이상
도 로 형 태	교차로 및 횡단보도		차량 정지선에서 후방으로 30m 이내	차량 정지선 후방으로 30m 이내
	기타 단일로	시가지	반경 100m 이내	반경 100m 이내
		기타 고속도로	반경 200m 이내	반경 100m 이내
	대상사고		인적 피해사고	인적 피해사고

자료: 도로교통공단, 교통사고 잦은 곳 기본개선계획 및 효과분석, pp 6~7, 2008

2) 자치구별 교통사고 잦은 곳 지점수

서울시	지점 수	서울시	지점 수
강남구	125	은평구	66
영등포구	105	강서구	63
송파구	100	강동구	61
동대문구	86	광진구	60
관악구	85	동작구	60
서초구	84	용산구	57
노원구	81	종량구	57
종로구	76	강북구	54
중구	74	성동구	54
성북구	73	서대문구	50
마포구	70	금천구	49
양천구	70	도봉구	45
구로구	68	경부고속도로(서초구)	2

<부록 14> 주차단속 민간위탁을 위한 일본의 법령 정비⁵⁵⁾

제1 위법주차대책의 추진을 피하기 위한 규정의 정비

1 주차에 관한 차량의 사용자의 의무 강화(제74조의2관계)

차량의 사용자는 당해 차량을 적정히 주차할 장소를 확보하는 것 외에 차량의 적절한 사용에 필요한 조치를 강구해야 한다.

2 차량의 사용자에게 방치위반금의 납부를 명하는 제도에 관한 규정의 정비(제51조의 4에서 제51조의 6까지 및 별표제1관계)

- (1) 경찰서장은 경찰관 등에 위법주차로 인정되는 경우의 차량에 대해서, 그 운전자나 그것에서 떨어져 바로 운전하는 것이 불가능한 상태일 것(이하 「방치차량」이라 한다.)의 확인을 시키고, 당해확인을 한 취지 등을 고지하는 표장을 당해차량에 부착시키는 것이 가능하다.
- (2) 차량의 사용자, 운전자, 그 외 당해차량의 관리에 대해 책임이 있는 자를 제외하고 (1)에 의해 차량에 부착된 표장을 파손, 혹은 오손, 또는 그것을 떼어내서는 안된다.
- (3) 경찰서장은 (1)에 의해 차량에 표장을 붙이게 되는 때에는, 당해차량의 주차에 관한 상황을 공안위원회에 고지하여야하고, 보고를 받은 공안위원회는 당해보고에 관한 차량을 방치차량으로 인정할 때는, 당해차량의 사용자에게 대해, 방치위반금의 납부를 명하는 것이 가능하다. 다만, (1)에 의해 차량에 표장이 붙은 날의 익일로부터 기산하여 30일 이내에 당해차량에 관한 위법주차행위를 한 자가 당해위법주차 행위에 대해서 반칙금의 납부를 한 경우, 또는 당해위법주차행위에 관한 사건에 대해서 공소를 제기하거나, 혹은 가정재판소의 심판에 붙인 경우는 이에 한하지 않는 것으로 한다.

55) 일본 경찰청의 「새로운 위법주차대책에 대해서」 중 도로교통법 일부개정을 위한 법률 요강(<http://www.npa.go.jp/koutsuu/kikaku56/houritsuyoko.pdf>) 부분에 대하여 번역·정리한 내용임

- (4)公安위원회는 (3)에 의한 명령(이하 「납부명령」이라 한다.)를 하도록한 때에는 당해차량의 사용자에 대해 미리 당해납부명령의 원인이되는 사실 등을 통지하고, 당해사안에 대해서 변명서 및 유리한 증거를 제출할 기회를 부여하여야한다.
- (5)방치위반금의 한도액을 정하고, 방치위반금의 액은, 그 범위내에서 정령으로 정하는 것으로 한다.
- (6) (4)에 의한 통지를 받은 자는, 방치위반금에 상당하는 금액을 임시로 납부하는 것이 가능하다.
- (7) 납부명령은 (6)에 의한 가납부를 한 자에 대해서는 공시하는 것이 가능한 것으로 하고, (6)에 의한 가납부를 한 자에 대해서 납부명령이 있던 때는 당해방치위반금에 상당하는 금액의 가납부는 당해 납부명령에 의한 방치위반금의 납부로 보는 것으로 한다.
- (8)公安위원회는 (6)에 의한 가납부를 한 자에 대해서, 납부명령을 하지 않는 것으로 했을 때에는, 당해 가납부에 관한 금액을 반환하여야한다.
- (9)公安위원회는 납부명령을 받은 자가 납부 기한을 경과하여도 방치위반금을 납부하지 않았을 때에는, 독촉하여야한다.
- (10) (9)에 의한 독촉을 받은 자가 그 지정기한까지 방치위반금 및 연체금 등(이하 「방치위반금 등」이라 한다.)를 납부하지 않은 때는,公安위원회는 지방세의 체납처분의 예에 따라, 방치위반금 등을 징수하는 것이 가능하다.
- (11) 방치위반금 등은 당해公安위원회가 위치한 도도부현의 수입으로 한다.
- (12)公安위원회는 납부명령을 한 경우에 당해납부명령의 원인이 되는 차량에 관한 위법주차 행위를 한 자가 당해위법주차 행위에 대해서 반칙금의 납부를 하거나, 또는 당해위법주차행위에 관한 사건에 대해서 공소를 제기하거나, 혹은 가정재판소의 심판에 붙였을 때는, 당해 납부명령을 취소하여야하고, 납부명령을 취소한 때는, 그 취지를 당해 납부명령을 받은 자에게 통지하고, 이미 방치위반금 등이 납부 등이 됐을 때에는 당해 방치위반금 등에 상당하는 금액을 반환하여야한다.

- (13) 공안위원회는 (1)부터 (12)까지의 시행을 위해 필요하다고 인정되는 때는, (1)에 의한 표장을 붙이는 차량의 사용자 등에 대해, 당해 차량의 사용에 대해 필요한 보고 또는 자료의 제출을 요구할 수 있다.
- (14) 공안위원회는 (1)부터 (12)까지의 시행을 위해 필요하다고 인정되는 때는 관청, 공공단체, 기타의 자에 조회하고, 또는 협력을 구할 수 있다.
- (15) 그 외 필요 규정을 정비한다.

3 방치위반금 등의 납부 등을 증명하는 서면의 제시에 관한 규정의 정비(제51조의 7관계)

- (1) 자동차검사증의 반납을 받도록 하는 자는 당해자동차에 대해 2의 (9)에 의한 독촉을 받은 것이 있을 때는 국토교통대신 등에 대해서 당해독촉에 관한 방치위반금 등을 납부하는 것 등을 증명하는 서면을 제시하여야한다.
- (2) 국토교통대신 등은 (1)의 서면의 제시가 없을 때는 자동차검사증의 반납을 하지 않는 것으로 한다.

4 자동차 등을 운전하거나, 운전시키지는 않는 취지의 명령에 관한 규정의 정비(제 75조의2 관계)

공안위원회가 차량의 사용자에게 대해 납부명령을 하는 경우에서, 당해사용자가 6월 이내에 당해차량이 원인이 된 납부명령을 받은 것이 있고, 또한, 당해사용자가 당해차량을 사용하는 것에 대해 현저히 교통의 위험을 발생시키거나 현저히 교통의 방해가 될 우려가 있다고 인정될 때는, 공안위원회는 3월을 넘지 않는 범위 내에서 기간을 정하여 당해차량을 운전하거나, 또는 운전시키지 않는 취지를 명하는 것이 가능한 것으로 한다.

5 방치차량의 확인 또는 표장의 부착에 관한 사무 등의 위탁에 관한 규정의 정비(제 51조의8에서제51조의 15까지 관계)

- (1) 경찰서장은 방치차량의 확인 및 표장의 부착에 관한 사무(이하 「확인사무」

라고 한다.)의 전부 또는 일부를 공안위원회의 등록을 받은 법인에 위탁하는 것이 가능하다.

- (2) 경찰서장은 확인사무를 위탁할 때는 그 수탁자(이하 「방치차량확인기관」이라 한다.)의 명칭 및 주 사무소 소재지를 공시하여야한다.
- (3) 방치차량확인기관은 공안위원회로부터 주차감시원자격자증의 교부를 받은 자 중, 선임된 주차감시원 이외의 자에 방치차량의 확인 등을 해서는 안된다.
- (4) 방치차량확인기관은 주차감시원에 제복을 착용시키거나 그 외 방법으로 그 자가 주차감시원인 것을 표시시키고, 일정 기장을 착용시키지 않으면 그 자에 방치차량의 확인 등을 해서는 안된다.
- (5) 주차감시원은 방치차량의 확인 등을 할 때는 주차감시원자격자증을 휴대하고, 경찰관 등으로부터 제시를 요구받았을 때는 그것을 제시하여야한다.
- (6) 방치차량확인기관의 공무원 등은 확인사무에 관해 취득한 비밀을 누설하지 않아야한다.
- (7) 확인사무에 종사하는 방치차량확인기관의 공무원, 주차감시원 등은 형법 기타 벌칙의 적요에 관해서는 법령에 의해 공무에 종사하는 직원으로 본다.
- (8) 공안위원회는 방치위반금에 관한 사무(확인사무, 납부명령, 독촉 및 체납처분을 제외)의 전부, 또는 일부를 회사 기타 법인에 위탁하는 것이 가능하다.
- (9) (8)에 의한 사무의 위탁을 받은 법인의 공무원 등은 당해사무에 관해 취득한 비밀을 누설하지 않아야한다.
- (10) 기타 필요한 규정을 정비한다.

6 경찰서장이 이동보관한 방치차량의 반환에 관한 규정 등의 정비(제51조 및 제72조의 2관계)

- (1) 경찰서장은 방치차량의 소유자에 대해서, 당해방치차량을 신속하게 인수하라는 취지를 고지하거나, 공시한 날로부터 기산하여 1월을 경과하고도 그것을 반환하는 것이 불가능한 경우에 그 보관에 불상당하는 비용을 요구할 때는 당해차량을 매각하고, 그 대금을 보관하는 것이 가능하다.

- (2) (1)의 고지 또는 공시의 날로부터 기산하여 6월을 경과하여도 보관한 차량을 반환하는 것이 불가능한 경우는 당해차량의 소유권은 도도부현에 귀속하는 것으로 한다.
- (3) 그 외 필요한 규정을 정비한다.

<부록 15> 국제세미나 개최 개요 소개

□ 행사명

- 도로교통안전 선진화 방안을 위한 국제세미나

□ 일시 및 장소

- 일시 : 2014년 7월 29일(화) 16:00
- 장소 : 국토연구원 10층 중회의실

□ 주제

- Road Safety Policies Based on the Characteristics of Vehicle Accidents

□ 행사 주요내용

- 주제 1: Extending the Highway Safety Manual (HSM) Framework for Traffic Safety Performance Evaluation
- 주제 2: Methodology for Evaluating the Effectiveness of Advanced Vehicular Technologies for Pedestrian Protection
- 주제 3: Spatial Analysis on Crashes in Urban Area
- 종합토론



국토연 2014-22

교통사고에 안전한 국토 구현

지 은 이 김준기, 김종학, 박종일, 김동한,
최소림, 임영태, 류재영

발 행 인 김경환

발 행 처 국토연구원

출판등록 제25100-1994-2

인 쇄 2014년 12월 31일

발 행 2014년 12월 31일

주 소 경기도 안양시 동안구 시민대로 254

전 화 031-380-0114

팩 스 031-380-0470

ISBN 979-11-85948-17-1

한국연구재단 연구분야 분류코드 D240300

홈페이지 <http://www.krihs.re.kr>

© 2014, 국토연구원

이 연구보고서의 내용은 국토연구원의 자체 연구물로서
정부의 정책이나 견해와는 상관없습니다.