

# 패널분석을 이용한 서울시 교통사고분석 연구

박준태 · 이수범<sup>\*†</sup> · 김도경<sup>\*</sup> · 성정곤<sup>\*\*</sup>

교통안전공단 안전진단처 · \*서울시립대학교 교통공학과

<sup>\*\*</sup>한국건설기술연구원 도로연구실

(2011. 7. 18. 접수 / 2011. 11. 23. 채택)

## Traffic Accident Research Using Panel Analysis - Focusing on Seoul Metropolitan Area -

Jun-Tae Park · Soo-Beom Lee<sup>\*†</sup> · Do-Kyung Kim<sup>\*</sup> · Jung-Gon Sung<sup>\*\*</sup>

Safety Audit Office, Korea Transportation Safety Authority

<sup>\*</sup>Department of Transportation Engineering, University of Seoul

<sup>\*\*</sup>Highway Research Division, Korea Institute of Construction Technology

(Received July 18, 2011 / Accepted November 23, 2011)

**Abstract :** Since out of a lot of traffic problems traffic accidents cause damage to life and properties of people, it stands out as one of traffic problems which needs improvement, and the loss due to traffic accident negatively affects not only the parties to the accident but also the national economy. Thus, continual concern of the government toward traffic safety is getting bigger and lately each local government is preparing a basic plan for traffic safety and vitalizing traffic safety policies. As expanding the responsibility and role of local governments for traffic safety, traffic safety measures which are based on the characteristics of each local government should be studied. Most of analytical methods in the existing traffic accidents prediction models with macroscopic vision focus on socioeconomic variables such as local population and the number of registered vehicles, and present a great deal of prediction error when they are applied in practice. In this context, this study proposed a traffic accident prediction model in respect of macroscopic level for autonomous districts (administrative districts) of Seoul City. The model development was not based on the entire city but on the type of local land usage (development density) whose relationship with traffic accident frequency was analyzed.

**Key Words :** traffic safety, traffic accident prediction, land use, development density, panel analysis

## 1. 서 론

### 1.1. 연구의 배경 및 목적

지금까지 국내에서는 다양한 교통안전정책과 활동을 기반으로 교통사고 감소에 많은 노력을 해오고 있으나, OECD국가를 중심으로 비교하여 보면 여전히 교통사고의 발생 수준이 심각한 수준임을 알 수 있다<sup>1)</sup>. 이에 지속적인 노력이 필요하며 새로운 교통안전 대책 수립의 접근방식이 필요하다고 판단된다. 교통안전대책의 일환으로 교통안전계획 및 도시개발의 사전단계에서 적용할 수 있는 예측력 강한 모형을 개발하는 것이 필요하며, 이를 개발할 경우 교통안전 대책을 효율적으로 추진할 수 있는 기

본적인 틀을 마련할 수 있을 것이다.

이에 본 연구에서는 패널분석을 통해 서울시의 개발밀도에 따른 교통사고의 변동을 분석하여 기존 인구중심의 교통사고예측에서 탈피한 토지이용기반의 교통사고예측방안을 제시하였다. 이는 도시·교통융합연구 교통사고 분석모형의 선형적인 연구가 될 수 있을 것으로 판단된다.

### 1.2. 연구의 내용 및 과정

교통사고(Traffic Accident)는 도시의 활동체계를 대변하는 토지이용(Land-Use), 사회경제지표(Socio-Economic), 교통시설(Transportation Facilities), 정책(Policy) 등과 밀접한 관계를 가지고 전제할 수 있으며, 다음과 같은 개념도를 작성할 수 있다.

다음의 개념도는 교통사고 발생과 도시 활동체계

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed.  
mendota@uos.ac.kr

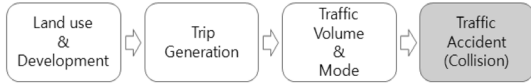


Fig. 1. Concept of relationship(Land use-Traffic accident).

를 대변할 수 있는, 입체개발 특성을 반영하는 연상면적(Floor Area), 사회경제(통행량)현상으로 교통사고를 직접 예측할 수 있다는 개념으로 작성한 것이다.

과거 기존 연구문헌의 추세를 살펴보면 자동차 등록대수, 인구수 등과 같은 1차적 노출변수를 활용하여 존 단위의 사고위험도를 판단하였으나 현재 국내·외 연구 추세는 노출을 발생시키는 도시 및 교통체계 변수와 같은 2차적 변수를 우선 고려하고 있다.

Megan Wier(2009)의 연구에서는 California의 보행자사고를 토지이용과 교통계획에 따라 발생 양상이 다름을 제시하였다. 이와 유사한 연구로 Andrew V. Metcalfe(2006)의 연구에서는 토지이용의 변화에 따른 도로교통사고가 시계열적으로 관련성이 있음을 제시하였다.

본 연구의 주요 내용으로 서울시 교통사고빈도를 관심대상으로, 사회·경제적 요인과 기타 외부 충격 변수를 도입하여 교통사고에 영향을 미치는 변수를 파악하고 그 영향관계를 파악하는 하고자 한다. 또한 분석방법론적 접근에서는 패널분석을 수행하였다. 패널분석은 일반 다중회귀분석이 가지는 한계점인 시간의 특성을 보다 세부적으로 반영하지 못하는, 일정시점이나 전체 기간의 평균값에 의한 횡단면 자료에 의해서만 분석한다는 점을 해결하기 위한 방법론이다. 즉, 횡단면데이터는 특정 시점에서 여러 개체에 대한 조사이기 때문에 변수들 간 정적(Static) 관계만을 추정할 수 있지만 패널데이터에서는 개인이 반복하여 관찰되기 때문에 동적(Dynamic) 관계를 추정할 수 있다.

## 2. 선행 연구 검토

### 2.1. 토지이용과 교통발생의 관계

토지이용의 광의적 개념<sup>2)</sup>은 토지 자체의 자연환경조건, 토지의 이용가능성(기개발지, 개발예정지, 개발유보지 등), 토지이용 규제(용도지역, 용도지구 등)를 포함한다. 토지이용이 도시문제를 야기할 수 있는 요인은 이용주체간의 경합, 난개발 등이 있다. 다양한 토지이용이 이뤄지고 많은 활동들이 밀집되어 있는 도시에서 토지이용은 교통과 매우 밀접한

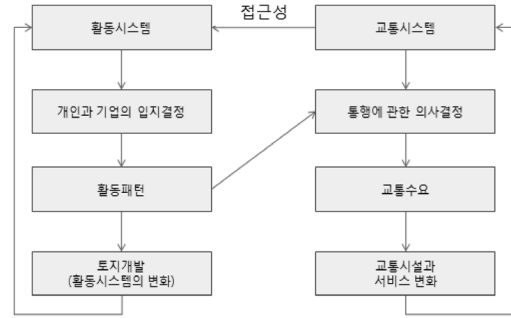


Fig. 2. Land use- Vehicular traffic(Conceptual Diagram).

관계를 가지고 있으며, 이들의 관계를 명백하고 계량적으로 파악한 연구는 많지 않다.

무계획적인 시가지의 확산은 교통비용을 발생시키고 기반시설의 부족을 야기하여 공공의 과중한 비용을 유발한다. 또한 도심 내의 지나친 밀도의 토지이용은 과도한 교통량을 발생시키고 교통 혼잡을 가중시키는 문제점을 야기한다. 여기에서 개발밀도의 고도화에 따른 교통 혼잡은 교통사고를 발생시키는 노출(exposure)로 판단할 수 있어 본 연구에서는 토지이용을 교통사고와 관련된 중요한 요인으로 판단하였다.

토지이용계획은 인간 활동에 필요한 토지의 양을 분석하여 합리적으로 공간상에 배분시키는 것이 목적이라면, 교통계획은 지리적 공간을 서로 신속하게 연결시켜 접근성을 높여 주는 데 그 목적이 있다. 따라서 토지이용시스템과 교통시스템의 관계는 상호 밀접한 연관관계를 가진다 할 수 있다.

결과적으로 수도권과 같은 도심지역에서 급격한 도시행태변화 및 고밀개발을 진행할 경우 통행발생의 패턴은 지속적으로 영향을 받으며 변화할 것이다. 따라서 본 연구는 교통과 도시의 밀접한 관계를 대변할 수 있는 토지이용변수의 도입이 필요하다고 판단되며, 최근 과세대장자료 DB사업에서 활용되고 있는 행정구역별 연상면적(입체적)자료를 활용한다면 더욱 설명력 있는 교통사고발생 모형을 개발할 수 있을 것이라 판단된다.

### 2.2. 토지이용과 교통사고 연구 검토

외국 사례연구에서는 상업지역과 주거지역 그린벨트 지역 등을 구분한 두 개의 집단에 있어서 토지이용요소가 도로교통사고에 미치는 영향을 분석한 결과 토지이용변수들이 도로사고율에 영향을 미친다는 것을 보여주었다<sup>3)</sup>. 상업지역과 주거지역, 도시지역과 교외·시골지역의 교통사고를 상호 비교

한바 상업지역과 도시지역이 사고로 인한 상해의 정도가 덜하다는 것이 제시되었다.

선행연구를 검토해 보면 일반적으로 교통사고의 요인별 발생 관계와 이에 따른 대책 등을 연구한 사례가 많다. 하지만 교통사고를 토지이용과 관련하여 분석한 사례연구는 부족한 실정이다.

토지이용과 관련된 연구는 매우 제한적이지만 연구의 시초로 Levine(1983)<sup>4)</sup> 등은 교통사고의 공간적 의존관계에 대하여 4가지로 분류하였는데, 첫째 교통사고의 지역적 상이성, 둘째 교통사고와 도로체계 속성간의 관계, 셋째 교통사고의 국지적 패턴과 글로벌 패턴과의 관계에 대한 연구, 넷째 사회적·생태적으로 통합된 분석단위라 할지라도 교통사고가 발생한 지역이나 운행경로를 검토하는 연구로 범주화하였다.

첫 번째 교통사고의 지역적 차이를 연구한 것으로는 이주형 외(1990)<sup>6)</sup>의 연구가 있다. 그들은 서울시의 교통사고 다발지역 32개 지점을 대상으로 영향요인을 분석한 결과, 접근로에서는 안전거리 미 확보, 유출부에서는 안전운전 의무위반, 횡단보도에서는 보행자 보행위반, 교차로내에서는 신호위반에 의한 사고발생율이 높게 나타났다는 점을 밝혔다. 또한 지역·도로형태·사고형태에 따라 교통사고에 미치는 영향의 차이점을 밝혔다. 두 번째 교통사고와 도로체계 속성간의 관계를 분석한 것으로는 김효중·서채연(1995)<sup>7)</sup>의 연구 등이 있다. 그들은 교통사고가 빈번하게 발생하는 교차로를 대상으로 교차도로의 수, 신호화 여부, 진입 교통량 비의 특성별로 회귀분석 모형을 개별화하여 교통량 특성이 교통사고에 미치는 영향을 분석하여 그 유의성을 검증하였다.

세 번째 범주에 속하는 연구로는 네트워크 제약 현상을 분석하기 위한 평면공간(planar space)을 디자인한 통계값 이용과 관련된 것으로 한계점으로 명확한 교통사고 발생 원인 조사가 어렵고 단순히 교통사고자료를 네트워크와 평면 K함수로 응용한 것으로 Yamada와 Thill(2004)<sup>8)</sup> 연구가 있다.

네 번째 범주에 속하는 연구는 도시유형의 특성을 밝혀 여러 가지 요인에 의해 발생하는 교통사고의 지역성을 종합적으로 파악하는 연구로 한주성(2007)<sup>9)</sup>은 자동차 교통사고의 유형 분석을 통해 도시의 특성을 파악하고자 하였다.

이상의 연구들은 주요 교통시설 및 도로구간의 설계요소 자료를 바탕으로 교통사고와의 관계를 검토한 연구가 주를 이루고 있어 미시적 교통사고분

석연구로 볼 수 있다. 여기에서는 도시의 행태적 고려요소(통행)가 반영이 안되어 있는데 이는 실질적인 도시의 통행량을 정확히 산출하기에는 구축된 자료의 한계, 수집의 어려움이 따르기 때문인 것으로 판단된다. 교통사고는 사고노출요인과 관련되어 있다는 수많은 연구 결과를 볼 때 가능한 사고노출요인과 관련된 자료 또는 대체할 수 있는 자료를 수집하여 분석하는 것이 필요하다.

### 3. 분석자료 수집 및 구축

#### 3.1. 분석자료 수집개요

본 연구에서는 2000년부터 2009년까지 경찰청 교통사고 집계자료, 통계청, 과세대장자료(국세청), 서울통계자료를 대상으로 자료를 수집하였다. 수집된 변수의 세부적인 내용은 다음과 같으며 모든 자료는 각 자치구별 자료이다.

중속변수는 각 연도별 사고발생빈도(건)이다. 중속변수의 변화를 설명하기 위해 수집한 독립변수는 크게 토지이용변수, 교통여건변수, 사회경제변수로 구성하였다. 토지이용변수 중 연상면적관련 변수는 모형세분화를 위한 유형분류시 활용하였으며 각 분류된 유형은 교통여건변수와 사회경제변수를 투입하여 개발하였다. 모든 변수는 연속형 비율척도(Ratio Scale)로 구성하였다.

토지이용변수로는 총대지면적과 총연상면적 그리고 세부적인 주거연상면적, 상업연상면적, 업무연상면적으로 구분하였다. 연상면적에 따른 사고발생 차이가 있음을 상관분석 및 R Square를 통해 확인할 수 있었으며 본 연구에서는 총연상면적에 따라 사고발생 빈도의 차이가 있음을 규명하였다.

다음으로 교통여건변수에 대해 수집하였다. 각 자치구마다 교통여건의 상이함이 교통사고에 반응하는지 알아보기 위함이며 모형개발을 위한 정량적 규모 산정이 필요하기 때문이다. 본 연구에서는 기존 연구와 다르게 대지면적대신 연상면적을 활용하여 교통사고와의 관계를 살펴보았다. 서울시 각 동별(2000~2009) 총대지면적·사고빈도, 총연상면적·사고빈도 비교 산점도를 작성한 결과 총연상면적의 사고빈도 설명력이 더 높음을 알수 있으며 연상면적을

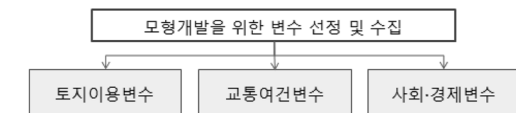
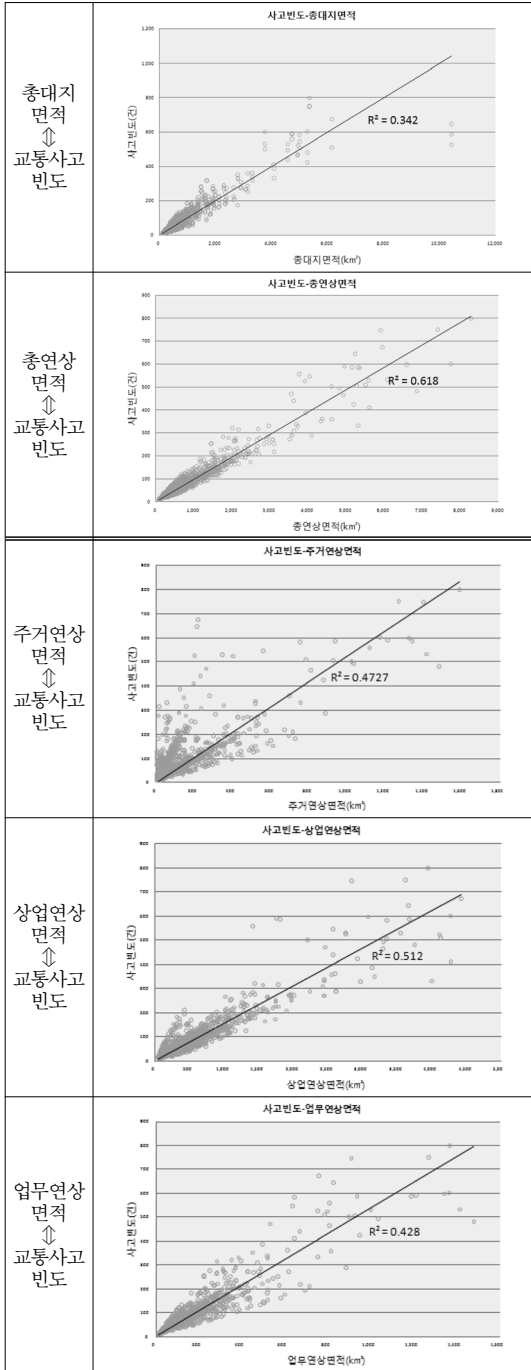


Fig. 3. Data Collection.

Table 1. Land use-Traffic accident(Scatter Plot)



세분화하여 활용함이 교통사고와의 관련성을 더욱 잘 대변하는 것으로 착안하였다.

주거연상면적, 상업연상면적, 업무연상면적 각 교통사고와의 설명특성이 다르게 나타남이 확인되었

다. 추가로 3가지 변수들을 대상으로 어떠한 변수에 교통사고가 더 탄력적으로 변화하는지 알아보았다. 탄력성<sup>10)</sup>이란 변수 A가 x% 변화할 때 변수 B가 y% 변화하는가를 나타내는 수치이다. 주거연상면적이 1%증가하였을 경우 교통사고는 0.027% 증가로 가장 작은 수치를 나타낸다. 반면 토지이용에 따른 활동량이 상대적으로 강한 상업 및 업무의 경우 각 0.041%, 0.033%로 나타났다.

## 4. 패널분석 결과

### 4.1. 패널분석 방법론

패널 데이터 분석은 시계열과정에서 발생하는 추정오차와 지역 단위의 자료에서 발생하는 추정오차를 통제할 수 있기 때문에 횡단면 또는 시계열 자료에 비해 현실을 보다 제대로 분석할 수 있는 장점이 있다. 일반적으로 회귀방정식을 설정할 때 종속변수에 영향을 미치는 모든 변수를 포함할 수는 없다. 설사 모든 변수를 포함시킨다고 하더라도 그것이 가장 좋은 모형이라고 판단하기도 어렵다. 하지만 중요한 것은 종속변수에 매우 중요한 영향을 미침에도 불구하고 독립변수로 포함되지 않은 요인들이 있을 경우 추정된 모형이 매우 위험하게 된다는 것이다. 패널분석은 이러한 누락된 변수(omitted variable)에 대한 한계를 극복하는 데에 가장 큰 의의를 가지고 있다.

누락된 변수를 제어하기 위해서는 오차 항에 대해서 개별 행정구 간에는 다르나 시간변동과 상관 없이 일정한 변수, 시간변화에 따라 변동하나 개별 행정구간 차이가 없는 변수, 개별 행정구간 차이도 있고 시간변화에 따라서도 변동하는 확률적 교란 항으로 구분하여 다루게 된다. 이를 일반적인 선형 모형으로 표현하면 아래 식과 같다.

$$Y = a + X_{it}\beta + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

(여기서,  $\varepsilon_{it} = \mu_i + \lambda_t + v_{it}$ ,  $i(\text{개별구}) = 1, 2, \dots, N$ ,  $t(\text{분기}) = 1, 2, \dots, T$ )

$\mu_i$  = 관찰되지 않은 행정구특성효과(unobservable individual effect)

$\lambda_t$  = 관찰되지 않은 시간효과(unobservable time effect)

$v_{it}$  = 확률적 교란항(remainder stochastic disturbance term)

한편, 이러한 오차항의 형태에 따라 Random Effect Model과 Fixed Effect Model로 분류된다. 어느 모형

Table 2. Panel Data Model(Type)

구 분	Fixed Effect Model	Random Effect Model
One-way Error Component Regression Model	I	II
Two-Way Error Component Regression Model	III	IV

을 선택할 것인가는 연구자에게 아주 중요한 문제이며 이들 모형의 선택은 단순한 선택의 문제를 넘어서 계량경제학계에서도 최근 크게 부각되고 있다. 이들 모형은 오차항의 고려 방식에 따라 One-Way Error Component Regression Model과 Two-Way Error Regression Model로 나뉜다. 모델은 오차항의 형태(Random Effect Model, Fixed Effect Model, 두 가지 모델)와 오차 항 고려 방식에 따라 (One-Way Error Component Regression Model, Two-Way Error Component Regression Model, 두 가지 모델)중 각 한 모델씩 대응시켜 총 네 가지 유형으로 나누어 질 수 있다.

4.2. 패널분석 결과

본 연구에서 설명변수와 종속변수간의 탄력성을 추정하기 위하여 양 변에 로그를 취하여 변수를 변환하였다. 서로 다른 단위의 데이터를 비교하기 위한 방법으로 데이터를 표준화 시키는 방법도 있지만 변수가 가지고 있는 정보를 상당부분 손실할 수 있는 문제가 있다. 따라서 본 연구에서 적용되는 변수들의 데이터를 통일시키기 위해 정규로그로 변환된 데이터로 분석을 실시하였다.

로그변환 시 변환과정에서 분석단위가 줄어들게 됨으로써 전체적인 데이터의 안정성도 높아지게 되어 전체 분석의 일관성을 유지할 수 있다. 또한 종속변수와 설명변수 모두 로그로 변환 시킬 시 추정된 계수 값은 종속변수에 대한 설명변수의 탄력성을 나타내기 때문에 측정단위가 다른 변수들 간에도 상대적인 변화율을 구해주는 장점이 있다. 분석에 있어 데이터가 안정되지 못하면 모형의 계수추정에 어려움이 있으며, 추정된 계수 값은 신뢰도가 떨어진다는 위험이 있다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결방안으로 각 원 데이터에 자연로그를 취하여 데이터의 편차를 줄인다. 로그를 취한 후 변수들의 기초통계량은 표준 오차가 로그 변환 전에 비해 상당히 안정적으로 나타났음을 알 수 있다. 본 연구에서 설명변수와 종속변수간의 탄력성을 추정하기 위하여 양 변에 로그를 취하여 변수를 변환하였다. 이

Table 3. Descriptive statistics after log transformation

Variable	Mean	Std Dev.	Min.	Max.
주거연상면적	16.029	0.413	14.660	16.863
상업연상면적	14.743	0.423	13.983	15.991
업무연상면적	14.251	0.860	12.550	15.991
인구수	12.878	0.356	11.809	13.425
도로연장	5.7258	0.318	4.713	6.436
차량등록대수	11.597	0.355	10.827	12.409

중로그(Double Log)<sup>11)</sup>를 취한 식은 다음과 같이 나타날 수 있다.

$$\ln(\text{교통사고빈도}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{주거연상면적}_i) + \beta_2 \ln(\text{상업연상면적}_i) + \beta_3 \ln(\text{업무연상면적}_i) + \beta_4 \ln(\text{인구수}_i) + \beta_5 \ln(\text{도로연장}_i) + \beta_6 \ln(\text{차량등록대수}_i) + u_i \tag{2}$$

패널데이터 모형에 위의 식을 바탕으로 적용하여 구별 개별효과와 교란항을 고려하는 One-Way Error Component Regression Model과 구별 개별효과와 시간효과, 교란항을 고려하는 Two-Way Error Component Regression Model로 분석한다. 각각의 모형 분석결과를 비교하여 타당한 모형을 제시한다.

먼저 고정효과모형과 임의효과모형 중 적합한 모형을 판단하기 위해 Hausman검정을 살펴보면 One-Way Error Component Regression 모형과 Two-Way Error Component Regression 모형 모두 Prob > chi2 = 0.01 이하로 나타나 고정효과모형을 선택하는 것이 보다 적절하다고 할 수 있다. 귀무가설이 틀리면 RE 추정량은 일치추정량이 아니므로 FE추정량과 체계적 차이가 있을 것으로 예상할 수 있다. 변수의 유의

Table 4. One-Way Error Component Regression Model

Variable	One-Way Error Component Regression Model			
	fixed effect		random effect	
	Coefficient	t(p-value)	Coefficient	t(p-value)
주거연상면적	0.167	3.63 (0.001)	0.187	1.26 (0.207)
상업연상면적	0.359	4.82 (0.000)	0.363	2.81 (0.005)
업무연상면적	0.133	3.52 (0.001)	0.103	4.48 (0.000)
인구수	0.021	2.105 (0.048)	0.221	1.12 (0.262)
도로연장	0.011	0.73 (0.471)	0.217	1.51 (0.131)
차량등록대수	0.260	2.45 (0.002)	0.265	2.8 (0.005)
상수	20.546	2.12 (0.04)	19.387	0.38 (0.703)
R <sup>2</sup>	0.784		0.7009	
rho	0.990		0.817	
Hausman	0.000			

Table 5. Two-Way Error Component Regression Model

Variable	Two-Way Error Component Regression Model			
	fixed effect		random effect	
	Coefficient	t(p-value)	Coefficient	t(p-value)
주거연상면적	0.096	0.48 (0.633)	0.088	0.44 (0.661)
상업연상면적	0.308	3.39 (0.001)	0.412	3.57 (0.000)
업무연상면적	0.131	0.15 (0.882)	0.125	0.15 (0.885)
인구수	0.018	0.94 (0.346)	0.016	0.92 (0.358)
도로연장	0.179	1.4 (0.163)	0.181	1.35 (0.176)
차량등록대수	0.235	2.69 (0.007)	-0.039	-2.55 (0.011)
상수	11.555	1.09 (0.278)	11.590	1.08 (0.281)
R <sup>2</sup>	0.6538		0.592	
rho	0.792		0.739	
Hausman			0.0071	

도면과 모형의 설명력 부분에서 One-Way Error Component Regression-고정효과모형이 가장 합당한 것으로 볼 수 있으며 고정효과모형 위주로 살펴보았다. 임의효과모형의 경우 변수의 유의도 면에서 상당히 떨어지는 것으로 나타났는데, 이는 지역특성효과와 시간특성효과를 고려하는 과정에서 지나치게 많은 자유도를 상실했기 때문인 것으로 판단된다.

교통사고빈도에 영향을 미치는 개별 변수의 영향력은 t검정으로 통계적 검증을 하였으며, 본 모형은 이종모형으로 Coefficient 값은 탄성치를 나타낸다. One-Way Error Component Regression Model의 고정효과모형은 R<sup>2</sup> 0.784, 오차항의 총 분산에서 패널의 개체특성을 의미하는 오차항의 분산이 차지하는 비율인 rho 값은 0.99로 나타났다. 이 값이 1에 가까울수록 시간에 따라 변하지 않는 패널 개체의 특성을 감안하는 것이 중요하다. 주거연상면적, 상업연상면적, 업무연상면적, 인구수, 차량등록대수 총 5개 변수가 유의한 것으로 나타났다(5% 유의수준). 주거연상면적 10% 상승은 교통사고빈도를 1.6%상승시키는 것으로 나타났으며, 상업연상면적 10% 상승은 교통사고빈도 3.5%를 상승시키는 것으로 나타났다. 업무연상면적은 10% 상승은 교통사고빈도 1.33%를 상승시키는 것으로 연상면적 유형중 가장 낮은 탄성치를 보인다. 인구수의 증가는 교통사고빈도와 정(+)의 관계로 나타났으며 차량등록대수 10% 증가 또한 교통사고빈도를 2.6% 증가시키는 영향이 있는 것으로 나타났다. 도로연장의 경우 양(+)의 영향관계가 있는 것으로 나타났지만 비유의한 것으로 나타났다.

고정효과모형에 의한 각 구별특성효과를 분석하였다. 각 패널 그룹에 대한 더미변수를 두어 상수항을 서로 다르게 추정(LSDV, 최소제곱더미변수)하면

Table 6. Attribute the effects analysis

구분	Coefficient	t	p-value
강남구	22.029	2.17	0.036
중구	21.872	2.25	0.03
송파구	21.562	2.15	0.037
영등포구	21.310	2.14	0.038
강서구	21.188	2.12	0.04
성북구	21.154	2.05	0.046
서초구	20.918	2.12	0.04
관악구	20.904	2.13	0.039
양천구	20.842	2.08	0.043
노원구	20.841	2.12	0.04
마포구	20.833	2.09	0.042
중랑구	20.829	2.13	0.038
동대문구	20.703	2.13	0.039
광진구	20.575	2.12	0.04
은평구	20.573	2.1	0.042
강동구	20.552	2.11	0.04
구로구	20.516	2.12	0.04
성동구	20.384	2.07	0.045
종로구	20.073	2.15	0.037
서대문구	20.004	2.08	0.044
동작구	19.935	2.1	0.041
용산구	19.885	2.11	0.041
강북구	19.878	2.12	0.04
도봉구	18.781	2.07	0.045
금천구	18.286	2.12	0.04

패널 그룹  $i$ 에 따라 서로 다른 상수항  $\alpha_i$ 를 추정하는 것과 같다. 고정효과모형은 개별 구의 특성효과를 고려해 주는 모델로, 고정효과 모형에 모형의 의한 구별특성효과 계수값은 모든 구에서 5%유의수준에서 유의한 것으로 나타났고 강남구, 중구, 송파구 순으로 높은 계수값을 보이고 있다. 가장 낮은 구는 금천구로 나타났다. 전반적으로 계수값이 크게 나타났는데, 이는 강한 고정효과가 있다는 것으로 개별 행정구 특성이 존재하는 것을 알 수 있다.

## 5. 결론 및 향후 연구 과제

### 5.1. 연구결과 고찰

서울시의 교통사고건수는 연평균 4만 여건으로 전국 교통사고의 20%에 해당하고 있어 교통안전대책수립이 적극적으로 필요하다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 서울시 각 구별 과거 사고발생자료를 이용하여 패널분석을 수행하였다. 패널데이터 분석에

서는 주요 거시지표 변수를 활용하여 One-Way Error Component Regression Model과 Two-Way Error Component Regression Model로 분석하였다. 가장 적합한 모형은 One-Way Error Component Regression Model의 고정효과 모형으로 판단되었다. 연상면적의 유형에 따라 교통사고빈도와 반응하는 탄성치가 다르게 나타났으며 특히, 상업연상면적의 탄성치가 가장 높았다. 또한 인구수와 자동차등록대수도 사고빈도와 정(+)의 관계가 있는 것으로 나타났다. 또한 고정효과모형에 의한 각 구의 특성효과 계수값을 산출한 결과 강남구, 중구, 송파구 등의 교통활동이 타 구에 비해 상대적으로 높은 구에서 계수값이 크게 나타나는 것으로 분석되었다. 이는 토지이용에 따른 교통활동의 양상이 자치구마다 상이하며 결국 교통사고 노출이 상이한 것으로 판단할 수 있는 근거로 볼 수 있다. 기존의 통과교통량을 중심으로 교통사고를 예측하는데는 상당한 조사를 필요로 하여 실질적으로 적용상의 어려움이 많다. 하지만 본 연구에서는 지역의 토지이용을 활용하여 교통사고를 예측하는 방법으로 기존 방식보다 자료의 수집 및 적용상의 효율성이 높다고 판단된다.

본 연구에서는 교통안전을 도시적 특성을 반영하여 연구하였다. 이를 통해 새로운 도시교통안전평가와 도시계획평가에서 안전측면을 고려하고자 하였다. 하지만 연구의 제약으로 다음과 같은 사항을 향후 연구과제로 제시하고자 한다.

첫째, 교통사고와 관련하여 수집한 자료는 가능한 정량적 자료로 구성하여 지역특성의 정성적 변수를 반영하지 못하였다. 교통문화지수 등의 자료를 대표성 있게 구성한다면 설명변수로 활용이 가능할 것이다. 또한 교통안전 정책을 반영하지 못하였다. 교통안전 정책 시행에 따른 사고변화의 효과가 미반영되어 향후 지역적 정책 시행에 따른 세부 내용을 반영하여야 한다.

둘째, 연구 대상 지역을 서울시로 한정하여 지역적 전이성 연구를 추가로 수행하여야 한다. 서울시의 경우 교통 및 사회경제 여건이 한계에 도달한 상태로 급격한 인구증가 및 교통여건 변화가 나타나지 않고 있다. 이 경우 급격한 도시발전이 나타나고 있는 지방 도시에 적용할 경우 모형 파라미터가 다를 것으로 예상된다.

셋째, 사고유형을 고려해야 한다. 본 연구에서는 총사고빈도의 집계데이터를 사용하여 지자체에서 사용할 경우 사고건수예측에만 활용이 가능하다. 그러

나 물류, 보행자 등의 사고유형을 세분화하여 모형을 개발한다면 특정 유형에 맞는 안전대책 수립시 활용이 가능할 것이다.

넷째, 거시적 교통사고예측 기존연구에서는 주로 회귀분석방법론을 적용하여 국가 또는 대규모자치구 중심으로 모형이 개발되어 본 연구에서와 같은 기초자치구 예측모형과 상대적 비교가 어렵다. 이는 새로운 연구로 25개구 회귀분석 모형을 개발하고 패널분석 결과와 비교한다면 모형의 효율성 및 예측정확성 비교 등이 가능할 것이다.

**감사의 글 :** 본 연구는 국토해양부 교통체계효율화 사업의 연구비 지원(10 교통체계-미래 03)에 의해 수행되었습니다.

### 참고문헌

- 1) 도로교통공단, “2010년 교통사고 통계분석”, 2011.
- 2) 대한국토도시계획학회, “토지이용계획론”, 음성각, p. 58, 2001.
- 3) Karl E. Kim, “Asleep at the Wheel: spatial and temporal patterns of fatigue-related crashes in Honolulu” Accident Analysis & Prevention, USA PERGAMON, p. 663, 1995.
- 4) Levine, N., Kim, K. E., & Nitz, L. H., “Spatial analysis of Honolulu motor vehicle accidents: I. Spatial patterns.” Accident Analysis and Prevention, 27, pp. 663~674, 1983.
- 5) 이주형, “교통사고의 발생특성과 그에 따른 사고요인 분석에 관한 연구”, 대한국토도시계획학회, pp. 135~154, 1990.
- 6) 김효중, “교차 교통량 특성이 교통사고에 미치는 영향에 관한 연구”, 대한국토계획학회지, pp. 255~266, 1995.
- 7) Yamada, I. and J.-C. Thill. “Local Indicators of Network-constrained Clusters in Spatial Patterns Represented by a Link Attribute.” The Annals of the Association of American Geographers. In press, 2004.
- 8) 한주성, “자동차 교통사고에 의한 도시유형의 특성”, 한국경제지리학회지, pp. 137~152, 2007.
- 9) 김상엽, “차량 속도를 이용한 도로 구간분할에 따른 고속도로 사고빈도 모형 개발 연구”, 대한교통학회지, pp. 151~159, 2010.
- 10) 추가연, “공원조성이 주변 아파트 가격에 미치는 영향에 관한 연구”, 세종대학교 석사학위논문, 2011.