



# Ordered Logit Model을 이용한 보행자 사고 심각도 요인 분석

## Severity Analysis of the Pedestrian Crash Patterns Based on the Ordered Logit Model

최재성\*

김상엽\*\*

황경성\*\*\*

백승엽\*\*\*\*

Choi, Jaisung

Kim, Sangyup

Hwang, Kyungung

Baik, Seungyup

### Abstract

This paper presents the severity analysis result of the year 2006 national pedestrian crashes using the data base of 37,589 records prepared for the National Police Bureau. A set of attributing factors considered to affect pedestrian crash patterns were selected, and their contributing effects were investigated by applying the Ordered Logit Model. This model was selected because this model has been able to afford satisfactory results when the dependent variable involved ordered severity levels; fatal, injury, and property-damage-only in this investigation. The investigation has unveiled the followings; First, the pedestrian crash patterns were dependent upon human -driver and pedestrian- characteristics including gender, age, and drinking conditions. Second, other contributing factors included vehicle, roadway geometric, weather, and hour of day characteristics. Third, seasonal effect was not contributive to crash patterns. Finally, the application of the Ordered Logit Model facilitated the ordered severity level analysis of the pedestrian crash data. This paper concludes that conventional wisdom on the pedestrian crash characteristics is largely truthful. However, this conclusion is limited only to the data used in this analysis, and further research is required for its generalization.

**Keywords :** pedestrian crashes, the national police Bureau, ordered logit model, severity levels

### 요 지

본 연구에서는 경찰청에서 제공한 2006년 전국 37,589개의 보행자 사고 자료에서 나타난 보행자 사고 심각도를 분석했다. 이를 위해 본 연구에서는 보행자 사고 심각도에 영향을 미칠 것으로 예상되는 주요 요인을 미리 선정하여, 그 영향을 순서형 로짓 모형(Ordered Logit Model)을 통해 분석했다. 이모형은 사고 심각도와 같이 종속변수가 순서형으로 표시되는 경우 매우 유용한 결과를 제시하는 것으로 알려져 있어서 본 연구에서 사용했다. 본 연구는 다음과 같은 결과를 나타냈다. 첫째, 우리나라 보행자 사고 심각도는 운전자와 보행자로 나타나는 인적요인에서 성별, 나이, 음주여부에 영향을 많이 받는다. 둘째, 기타 요인에는 차량, 도로기하구조, 날씨, 시간대가 포함된다. 셋째, 보행자 사고 심각도는 계절요인과 무관하다. 끝으로, 보행자 사고 심각도 분석을 위해 순서형 로짓 모형을 적용하면 매우 적절한 분석결과를 얻을 수 있다. 결론적으로 본 연구는 우리나라 보행자 사고 심각도는 사람들이 전통적으로 생각하는 것과 같은 방식인 것으로 확인했다. 이 결론은 본 연구에서 사용한 사고자료에 국한한 것이며, 이 결론을 일반화시키려면 추후 연구가 필요하다.

**핵심용어 :** 보행자사고, 경찰청, 순서형 로짓 모형, 사고 심각도

\* 정회원 · 서울시립대학교 교통공학과 교수

\*\* 정회원 · 서울시립대학교 교통공학과 박사수로

\*\*\* 정회원 · 서울시립대학교 교통공학과 석사과정

\*\*\*\* 비회원 · 서울서대문경찰서 서장



# 1. 서론

## 1.1 연구배경 및 목적

국민소득의 증가와 삶의 질 향상에 따라 최근 '건고 싶은 도로' 등 차량 중심이 아닌 사람 중심의 도로 설계가 주목받고 있으며, 더불어 보행자의 통행시 안전성이 많은 주목을 받고 있다. 그러나 우리나라의 2005년 보행자 사망자 수는 2,548명으로 전체 교통

표 1. 도로교통사고 사망자수 국제비교(2005년)

구분	OECD 평균	한국	일본	영국	미국	프랑스
전체사망자(명)	-	6,376	7,931	3,336	43,443	5,318
보행자사망자(명)	-	2,548	2,442	699	4,881	635
비율 (%)	16.6	40.0	30.8	21.0	11.2	11.9

주) 도로교통안전관리공단(2007), 「OECD 회원국 교통사고 비교」, 도로교통안전관리공단

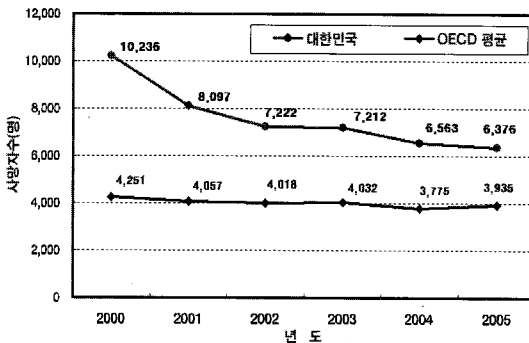


그림 1. 연도별 사망자수 비교

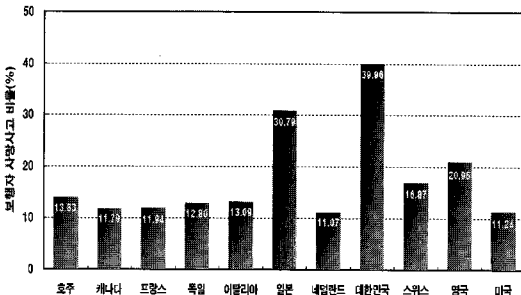


그림 2. 주요국가 보행자 사망사고 비율(2005년)

사고 사망자 6,376명 중 40% 정도를 차지하였으며, 이는 OECD 국가 평균이 16.6%인 점을 감안할 때, 매우 높은 수치이다.

한편 정부는 1982년부터 5년 단위로 「교통안전 기본계획」을 수립하여 교통안전 수준을 높이기 위해 노력해 왔다. 이러한 정부의 교통안전에 대한 지속적인 노력이 결실을 맺어 2005년 교통사고 사망자 수가 6,376명으로 2000년 10,236명 보다 38% 가량 감소하는 등 많은 성과가 있었다. 그러나 아직 우리나라의 보행자 사망자수가 많다는 것은 양적인 측면에서만 교통사고가 감소했을 뿐, 질적인 측면에서는 아직 개선의 여지가 많이 남아있다는 것을 의미한다. 또한 표 2와 같이 지역별 보행자 사고의 특성이 상이함에도 불구하고, 보행자 사고 안전대책은 이러한 지역별 특성을 반영하지 못하는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 지역별 보행자 사고의 발생 실태 및 보행자 사고의 유발요인을 보다 정확히 분석함으로써 보행자 사고의 감소 및 예방을 위한 효과적인 교통안전대책 마련에 기여하고자 한다.

표 2. 지역별 보행자 사고 현황(2006)

구분	사고 건수	사고심각도					전당 사망자수
		사상자수	사망	중상	경상	부상	
계	45,261	48,381	2,377	26,985	18,182	837	-
서울	8,852	9,478	212	4,772	4,213	281	0.024
광역시	12,406	13,179	483	7,505	4,954	237	0.039
경기	8,396	9,017	450	5,173	3,233	161	0.054
강원	1,697	1,830	117	994	703	16	0.069
충청	3,153	3,391	314	1,950	1,108	19	0.100
전라	3,948	4,246	311	2,136	1,750	49	0.079
경상	5,932	6,303	442	3,970	1,823	68	0.075
제주	877	937	48	485	398	6	0.055

## 1.2 연구의 범위와 방법

본 연구는 지역별 보행자 사고 심각도와 보행자 사고 유발요인의 관계를 분석하기 위해 경찰청에서 제



공하는 2006년 전국 45,261건 / 48,381명의 보행자 사고를 대상으로 하였으며, 각 보행자 사고에 대해 사고심각도 정도는 사망, 중상, 경상 및 부상으로 구분했다. 이 분석에 사용할 모형은 종속변수가 순서형으로 표시될 때 매우 효과적인 분석이 가능한 것으로 알려져 있는 순서형 프로빗 모형(Ordered Probit Model)과 순서형 로짓 모형(Ordered Logit Model)을 대상으로 본 연구자료에 적용하여 보다 적합한 결과를 나타내는 모형을 선택한다.

그림 3은 본 연구의 수행과정도이다.

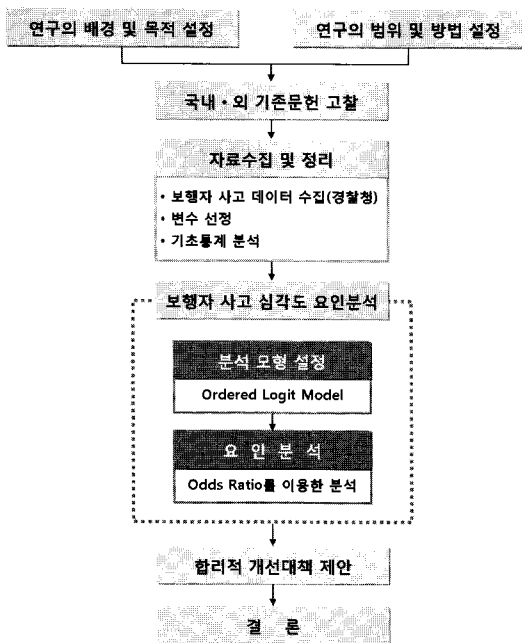


그림 3. 본 연구의 수행과정도

## 2. 기존문헌 고찰

### 2.1 기존연구 고찰

김범일 등은 「제한속도 설정에 따른 교통안전 편익 평가 - 보행자 사망확률모형 개발 및 활용-」(대한토목학회, 2005)에서 제한속도 설정에 따른 교통안전

편익을 산정하기 위한 보행자 사망확률 모형을 개발하였다. 총 101건의 사고를 대상으로 이항로지스틱 회귀모형을 이용하여 사고확률모형을 구축하였고, 이를 이용하여 보행자 충돌안전기준 도입에 따른 교통안전편익을 추정하고 있다. 분석결과 충돌속도가 낮을수록, 나이가 어릴수록 사망자 감소효과가 더 큰 것으로 나타났다.

이두희는 「횡단보도 보행자의 동태적 행위 관련 안전예측모형 개발」에서 대전지역의 32개 교차로를 대상으로 횡단보도를 이용하는 보행자의 경향과 동태적 행위를 회귀모형을 이용하여 분석하였다. 모형의 구축결과 횡단보도 사고율은 횡단보도폭이 좁을수록, 횡단신호시간이 증가할수록, 보행자 지체가 길어질수록 증가하는 것으로 나타났다.

박규영 등은 「보행자 사고 확률모형을 이용한 도로 안전시설물의 효과도 추정」(대한교통학회, 2006)에서 지방부 4차로 국도를 대상으로 로짓모형을 이용하여 보행자 사고 확률모형을 구축하고, 추정시 도로 안전시설물 설치여부를 설명변수로 포함하여 그 효과도를 추정하였다. 시설물별 효과정도는 승산비(Odd Ratio)를 이용하였는데, 분석결과 시거개선, 보도설치, 조명설치가 보행자 사고를 줄이기 위한 효과적인 대안으로 나타났다.

Al-Ghamdi는 「Pedestrian-vehicle crashes and analytical techniques for stratified contingency tables」(Accident Analysis and Prevention, 2002)에서 사우디아라비아의 수도 리야드에서 발생한 차량대 보행자 사고에 대하여 계층화된 분할표(Stratified Contingency Tables)를 작성하고, 승산비(Odd Ratio)의 이용가능성을 검토하였다. 사고시간대별 심각도, 도로종류별 심각도에 대한 분할표를 작성하고  $\chi^2$ -test를 시행하여 유의관계를 검증하였으며, 승산비를 이용하여 이 관계를 해석하였다. 분석결과 시간대별로는 야간이, 도로종류별로는 중분대가 있는 2차로 도로가 시거확보 문제로 인해 보다 위험한 것으로 제시하고 있다.

Zajac & Ivan은 「Factors influencing injury



severity of motor vehicle-crossing pedestrian crashes in rural Connecticut」(Accident Analysis and Prevention, 2003)에서 순서형 프로빗 모형(Ordered Probit Model)을 이용하여 지방부에서 도로종류와 지역종류에 따라 보행자 사고 심각도에 미치는 영향을 평가하는 모형을 개발하였다. 비신호 2차로 도로를 횡단하는 보행자를 대상으로 하였으며, 분석결과 보행자 사고에는 횡단구성 요소폭, 차량종류, 음주운전, 65세 이상 보행자 등이 영향을 많이 미치는 것으로 제시하였다.

Lee and Abdal-Aty는 「Comprehensive analysis of vehicle-pedestrian crashes at intersections in Florida」(Accident Analysis and Prevention, 2005)에서 4년 동안 플로리다주 교차로에서 발생한 차대 사람 교통사고를 대상으로 순서형 프로빗 모형(Ordered Probit Model)을 이용하여 보행자 사고 심각도별 모형을 구축하였다. 분석결과 보행자 사고건수와 부상사고건수에 운전자의 인적특성, 도로기하구조, 교통·환경조건이 영향을 미치는 것으로 나타났다. 교통량이 많은 곳에서 보행자 사고가 많이 발생하였으나, 사고증가율은 교통량이 적은 곳에서 더 가파른 것으로 나타났다.

결과적으로, 사고 예측모형은 로짓 모형, 프로빗 모형, 로그 선형모형 등 다양한 형태로 구축되고 있다. 그러나 기존 분석대상은 주로 교차로를 대상으로 하였으며, 분석지역 또한 소수의 지역을 대상으로 하여 서로 다른 지역과의 비교의 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 전국을 대상으로 지역별 보행자 사고의 심각도에 영향을 미치는 요소를 비교분석하고자 한다.

## 2.2 사고 심각도 모형에 대한 이론적 고찰

사고 심각도는 이산형 서열자료이므로 본 연구에서는 순서화된 다항(Polytomous)의 선택을 다룰 수 있도록 고안된 순서형 로짓 모형(Ordered Logit Model)을 이용하여 지역별 보행자 사고 심각도 분석을 실시하였는데, 이에 대한 모형 선택배경은 전

절에서 살펴본 바와 같이 이미 많은 연구에서 이모형을 적용했다는 사실과 함께 다음 사항을 고려했기 때문이다. 즉 일반적으로 순서를 지니지 않은 종속변수의 경우( $y=0, 1$ )에는 프로빗 모형 또는 로짓 모형을 통하여 분석이 가능하다. 그러나 종속변수가 다항( $y=0, 1, 2, \dots, n$ )으로 순서를 지닌 경우 단순한 프로빗, 로짓 모형은  $y=0, y=1$ 간의 차이와  $y=1, y=2$ 간의 차이를 동일한 것으로 인식하는 한계점을 지닌다(주미영, 2000). 이 한계점을 해결하기 위해 종속변수가 순서를 지닌 경우에 사용할 수 있는 순서형 확률모형(Ordered Probability Model)이 개발되었고, 이러한 순서형 확률모형에는 순서형 프로빗 모형(Ordered Probit Model)과 순서형 로짓 모형(Ordered Logit Model)이 있다.

한편 이 두 모형 중에서 왜 순서형 로짓 모형(Ordered Logit Model)을 적용했는가는 다음 사항을 고려했기 때문이다. 이론적으로 모형을 만드는 단계에서 사람들은 오차항의 확률분포를 안다고 가정하여, 로짓 모형(Logit Model)과 프로빗 모형(Probit Model)을 구분한다. 이 때 로짓 모형에서는 분산이 동일하고 독립적(Identically and Independently Distribution)인 Weibull Distribution를 따른다고 가정하며, 프로빗 모형에서는 분산이 동일하고 공분산이 0인 정규분포(Normal Distribution)를 따른다고 가정한다(Bonneson, J.A., McCoy, P.T, 1993). 실제로 사람들은 오차항의 확률분포를 정규분포로 가정하여 프로빗 모형을 많이 사용하지만, 프로빗 모형은 파라메타의 산출이 비교적 어렵고, 각 설명변수가 종속변수에 미치는 영향정도를 분석하기 어렵다는 약점이 있다. 따라서 본 연구에서는 오차항의 분포를 Weibull 분포로 가정한 순서형 로짓 모형(Ordered Logit Model)을 이용하여 보행자 사고 심각도에 미치는 요인을 분석하였다.

다음으로 순서형 로짓 모형(Ordered Logit Model)에 대한 기본이론에 대해 살펴본다. 로짓 모형에서는 사건이 발생할 확률과 발생하지 않을 확률로 나누어, 이 두 변량간 비를 구한 후, 이를 자연대



수로 변환한 통계량으로 정의하며, 이에 따른 로짓 모형의 기본형태는 식(1)과 같다.

$$Y = \text{LOGIT}[P_1] = \log \frac{P_1}{1-P_1} \quad (1)$$

$$= \alpha + \beta_0 x_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k$$

$Y$  : 종속변수,  $x_k$  : 설명변수,  $P_1$  : 성공확률

한편, 순서형 로짓모형은 일반회귀식과 동일하게 취급하기 위해 순서화된 종속변수와 설명변수간의 관계를 식(2)와 같이 가정하고 있다.

$$y^* = \sum_{k=1}^K \beta_k x_k + \epsilon \quad (2)$$

단,  $\epsilon$ 는  $E(\epsilon) = 0$ 인 대칭분포이며,  $CDF = F(\epsilon)$

여기서  $y^*$ 는 관찰 불가능한 응답변수이고, 응답자가 관찰 가능한 응답  $y$ 를 선택하는 기준을 제공한다. 즉, 응답자가 선택 가능한 응답( $y$ )이  $j$ 개가 존재한다고 하면, 식(3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$y = 1 \text{ if } y^* \leq \mu_1 \quad (3)$$

$$= 2 \text{ if } \mu_1 < y^* \leq \mu_2$$

$$= 3 \text{ if } \mu_2 < y^* \leq \mu_3$$

$$\vdots$$

$$= j \text{ if } \mu_{j-1} < y^*$$

여기서,  $y = j$ 를 선택할 확률을 나타내면 식(4)와 같고,

$$\text{Prob}(y = j) = \text{Prob}(\mu_{j-1} < y^* = \sum \beta_k x_k + \epsilon \leq \mu_j) \quad (4)$$

$$= F(\mu_j - \sum \beta_k x_k) - F(\mu_{j-1} - \sum \beta_k x_k)$$

이를 순차적으로 나타내어 계산하면, 식(5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{Prob}(y \leq j) = F(\mu_j - \sum \beta_k x_k) \quad (5)$$

여기서  $F$ 를 누적 로짓분포 함수로 바꾸어 준 후 이항 로짓 모형(Binary Logit Model)을 유도하는 방법

을 이용하면, 식(6)과 같은 순서형 로짓모형이 된다.

$$\text{Prob}(y \leq j|x) = F(\mu_j - \sum \beta_k x_k) = L((\mu_j - \sum \beta_k x_k)) \quad (6)$$

$$= \frac{e^{\mu_j - \sum \beta_k x_k}}{1 + e^{\mu_j - \sum \beta_k x_k}}$$

그런데, 로짓 모형의 특성중 하나는 설명변수를 로그 오즈(Log Odd)값으로 나타낼 수 있다는 점이다. 이는 다른 변수가 고정되었을 때의 해당 독립변수의 사건발생 정도를 나타내는 것이고, 주로 승산비(Odd ratio)를 이용하여 나타내는데, 사건이 발생할 확률을  $P_1$ , 사건이 발생하지 않을 확률을  $P_0$ 라 하면 식(7)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{Odd Ratio} = \frac{\frac{P_1}{(1-P_1)}}{\frac{P_0}{(1-P_0)}} = \frac{\text{LOGIT } P_1}{\text{LOGIT } P_0} \quad (7)$$

$$\ln(\text{Odds Ratio}) = \text{LOGIT } P_1 - \text{LOGIT } P_0$$

이를 로짓모형의 일반식으로 표현하면 식(8)과 같다.

$$\text{Odd Ratio} = \frac{P_1(1-P_0)}{P_0(1-P_1)}$$

$$= \frac{\left[ \frac{\exp(\alpha + \beta)}{1 + \exp(\alpha + \beta)} \right] \left[ 1 - \frac{\exp(\alpha)}{1 + \exp(\alpha)} \right]}{\left[ \frac{\exp(\alpha)}{1 + \exp(\alpha)} \right] \left[ 1 - \frac{\exp(\alpha + \beta)}{1 + \exp(\alpha + \beta)} \right]}$$

$$= \frac{\exp(\alpha) \exp(\beta)}{\exp(\alpha)} = \exp(\beta) \quad (8)$$

끝으로, 순서형 로짓 모형에 대한 검증을 위해서는 모형의 설명력을 나타내는  $\rho^2$ (우도비)와 모형의 적합성을 검증하는  $\chi^2$ (Chi-Square)를 이용한다. 여기서  $\rho^2$ (우도비)는 식(9)처럼 표시하고, 0과 1사이의 값을 갖는데 1에 가까울수록 모형의 적합도가 높다고 평가되며 0.2~0.4의 값이면 충분히 높은 적합도를 가진다고 볼 수 있다.



$$\rho^2 = 1 - \frac{LL(\ )}{LL(0)} \quad (0 \leq \rho^2 \leq 1) \quad (9)$$

여기서,  $LL(\ )$ : Log Likely Function,  
 $LL(0)$ : Restricted Log Likelihood

### 3. 자료 수집

본 연구에서는 우리나라 보행자 교통사고 심각도 특성을 규명하기 위해 전국을 대상으로 한 사고 데이터를 대상으로 하고, 위에서 설명한 순서형 로짓 모형을 적용하기로 한다. 이를 위해 경찰청에서 제공하는 2006년 한해 동안 발생한 전국 45,261건, 48,381명의 보행자 사고자료를 사용하였다. 이 자료는 발생지역, 발생시간, 발생장소, 운전자 특성, 차량 특성, 보행자특성, 도로특성, 사고유형 등으로 구성되어있으며, 비록 한 해 분량 자료이긴 하나, 전국을 대상으로 한 자료이기 때문에, 우리나라 보행사고의 사고 심각도를 파악하는데 매우 유용한 자료라고 판단한다. 한편 본 연구에서 사고 심각도를 중점적으로 분석하는 것은 사고를 단순히 건수로 표시하는 경우 모든 사고가 동일한 비중을 갖게 되는 약점을 없애기 위한 것이며, 보행자 사고가 매우 많은 우리나라에서 우선적으로 치상정도가 심한 사고를 찾아내기 위해서다.

#### 3.1 보행자 사고 자료수집

본 연구에서는 지역별 보행자 사고에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해 구축된 자료의 24개 항목을 지역별로 구분을 하였으며, 보행자 사고와 관련이 있다고 판단한 14개의 요인 항목을 선별하였다. 또한 '불명', '기타' 등 보행자 사고요인이 명확하지 않은 10,792개의 자료를 제거하여 총 37,589개의 자료로 최종정리하여 분석과정에 적용한다.

### 3.2 자료정리

본 연구에서는 위에서 검토한 Ordered Logit 모형을 이용하여 사고 심각도(경상 및 부상=0, 중상=1, 사망=2)를 종속변수로 정하고 14개 항목, 48개의 설명변수를 선정하였다. 표 3은 본 연구에서 선정한 종속변수와 설명변수의 표시방법 및 기초통계량을 나타낸 것이다.

### 4. 보행자 사고 심각도 요인분석

본 연구에서는 보행자 사고 심각도에 영향을 미치는 요인을 알기 위하여 표 3에서 선정한 변수를 사용한 통계분석을 실시했다. 이 과정에서 기준에 많이 알려진 통계패키지를 사용하여 분석했으며, 적용한 신뢰수준은 95% ( $\alpha=0.05$ )이었다. 또한 사고 심각도에 영향을 미치는 변수를 찾기 위해서는 선정한 변수들 중에서 반드시 한 개를 기준으로 하여 나머지 변수들을 비교하는 방식을 사용해야 하는데, 본 연구에서는 기준변수를 선정할 때 가장 빈도가 높은 변수로 선정하였다. 예를 들면, 표 4 중에서 지역의 경우 기준변수는 광역시가 되었는데, 그 이유는 광역시의 사고건수가 10,429건으로 우리나라에서 발생한 2006년 총 사고 37,589건 중 가장 높은 빈도를 나타냈기 때문이었다. 이 분석에서  $\rho^2$ (우도비)는 0.2125로 모형의 설명력이 있는 것으로 판단했고, 본 연구에서 판단했던 사고 심각도 요인 14개 항목이 포함한 세부 34개의 설명변수가 보행자 사고 심각도와 유의한 것으로 ( $P\text{-Value}<0.05$ ) 나타났다. 각 요인별 상세한 설명은 다음 절에 수록한다.

#### 4.1 사고 발생지역

사고 발생 지역의 경우 모든 지역에서  $P\text{-Value}<0.05$ 로 설명변수가 유의한 것으로 나타났다. 이 분석에서 기준변수는 광역시로 선정했는데, 서울시는



표 3. 본 연구에서 적용한 각 변수의 표시방법 및 기초통계량

변수	변수의 표시방법	기초통계량		
		평균	표준편차	
심각도 (중속변수)	• 정상 및 부상=0; 중상=1; 사망=2	0.6850	0.5709	
지역	서울	• 서울시=1; otherwise=0	0.1859	0.3890
	광역시	• 광역시=1; otherwise=0	0.2705	0.4442
	경기	• 경기도=1; otherwise=0	0.1763	0.3811
	강원	• 강원도=1; otherwise=0	0.0408	0.1978
	충청	• 충청도=1; otherwise=0	0.0789	0.2696
	전라	• 전라도=1; otherwise=0	0.0922	0.2894
	경상	• 경상도=1; otherwise=0	0.1329	0.3394
제주	• 제주도=1; otherwise=0	0.0225	0.1482	
운전자 성별	남자	• 남자=1; otherwise=0	0.8232	0.3815
	여자	• 여자=1; otherwise=0	0.1768	0.3815
운전자 나이	25세 이하	• 25세 이하=1; otherwise=0	0.2085	0.4063
	25~65세	• 25~65세=1; otherwise=0	0.6621	0.4730
	65세 이상	• 25세 이상=1; otherwise=0	0.1294	0.3356
음주 여부	음주	• 음주=1; otherwise=0	0.0712	0.2572
보행자 성별	남자	• 남자=1; otherwise=0	0.5310	0.4990
	여자	• 여자=1; otherwise=0	0.4690	0.4990
보행자 나이	25세 이하	• 25세 이하=1; otherwise=0	0.3458	0.4756
	25~65세	• 25~65세=1; otherwise=0	0.4516	0.4977
	65세 이상	• 25세 이상=1; otherwise=0	0.2026	0.4020
사고 유형	기타	• 차:사람 기타=1; otherwise=0	0.1506	0.3577
	가장자리	• 차:사람 길가장자리구역 통행중=1; otherwise=0	0.0980	0.2974
	보도	• 차:사람 보도 통행중=1; otherwise=0	0.0567	0.2313
	차도	• 차:사람 차도 통행중=1; otherwise=0	0.1394	0.3463
	횡단	• 차:사람 횡단중: 4; otherwise=0	0.5553	0.4969
차량 종류	오토바이	• 차:사람 기타=1; otherwise=0	0.0932	0.2908
	소형	• 차:사람 길가장자리구역 통행중=1; otherwise=0	0.6941	0.4608
	중형	• 차:사람 보도 통행중=1; otherwise=0	0.1537	0.3607
	대형	• 차:사람 차도 통행중=1; otherwise=0	0.0590	0.2355
도로 종류	고속국도	• 고속국도=1; otherwise=0	0.0112	0.1052
	일반국도	• 일반국도=1; otherwise=0	0.1237	0.3292
	특별광역시/시도	• 특별광역시도/시도=1; otherwise=0	0.7113	0.4532
	군도, 지방도/기타	• 군도 지방도 기타 =1; otherwise=0	0.1538	0.3608
사고 발생 차로	1차로	• 1차로=1; otherwise=0	0.5825	0.4932
	2차로	• 2차로=1; otherwise=0	0.2306	0.4212
	3차로	• 3차로=1; otherwise=0	0.0906	0.2870
	4차로 이상	• 4차로 이상=1; otherwise=0	0.0964	0.2952
차로 폭	6M 미만	• 6M 미만=1; otherwise=0	0.2631	0.4403
	6~13M	• 6~13M=1; otherwise=0	0.1591	0.3658
	13M 이상	• 13M 이상=1; otherwise=0	0.5778	0.4939
계절	봄	• 봄=1; otherwise=0	0.2599	0.4386
	여름	• 여름=1; otherwise=0	0.2467	0.4311
	가을	• 가을=1; otherwise=0	0.2761	0.4471
	겨울	• 겨울=1; otherwise=0	0.2173	0.4124
시간	주간	• 주간=1; otherwise=0	0.5268	0.4993
	야간	• 야간=1; otherwise=0	0.4732	0.4993
기상	맑음	• 맑음=1; otherwise=0	0.8378	0.3686
	흐림	• 흐림=1; otherwise=0	0.0569	0.2316
	안개·비·눈	• 안개·비·눈=1; otherwise=0	0.1053	0.3070



표 4. 순서형 로짓모형 분석결과

변 수	Odd Ratio	P-Value	변 수	Odd Ratio	P-Value
1) 지역 (기준변수 : 광역)			8) 차량종류 (기준변수 : 소 형)		
서 울	0.406	0.000	오토바이	0.387	0.000
경 기	1.291	0.000	중 형	1.339	0.000
강 원	1.276	0.000	대 형	1.898	0.000
충 청	2.072	0.000	9) 도로종류 (기준변수 : 특별광역시도/시도)		
전 라	1.295	0.000	고속국도	30.967	0.000
경 상	2.041	0.000	일반국도	1.508	0.000
제 주	0.691	0.000	군도, 지방도/기타	0.844	0.000
2) 운전자 성별 (기준변수 : 남자)			10) 사고발생차로 (기준변수 : 1차로)		
여 자	0.859	0.000	2차로	1.130	0.000
3) 운전자 나이 (기준변수 : 25~65세)			3차로	1.123	0.010
25세 이하	8.261	0.000	4차로 이상	1.107	0.031
65세 이상	0.208	0.000	11) 차로폭 (기준변수 : 13M 이상)		
4) 음주여 부 (기준변수 : otherwise)			6M 미만	0.759	0.037
음 주	1.193	0.000	6~13M	0.884	0.019
5) 보행자 성별 (기준변수 : 남 자)			12) 계절 (기준변수 : 가을)		
여 자	1.155	0.000	봄	0.980	0.511
6) 보행자 나이 (기준변수 : 25~65세)			여 름	0.926	0.015
25세 이하	0.652	0.000	겨 울	1.036	0.280
65세 이상	2.681	0.000	13) 시간 (기준변수 : 주간)		
7) 사고유형 (기준변수 : 차:사람 횡단중)			야 간	1.317	0.000
차:사람 기타	0.606	0.000	14) 기상 (기준변수 : 맑음)		
차:사람 길가장자리구역 통행중=1	0.517	0.000	흐 름	1.148	0.005
차:사람 보도 통행중=1	0.656	0.000	안개·비·눈	1.605	0.000
차:사람 차도 통행중=1	0.700	0.000			

0.406, 제주도는 0.691로 광역시에 비해 낮은 값을 보였다. 즉 서울과 제주에서 보행자 사고가 발생했을 경우 그 사고 심각도는 광역시에 비해 낮았다. 반면 나머지 지역의 경우 광역시에 비해 심각도가 높은 것으로 나타났는데, 특히 충청도(2.072)와 경상도(2.041)는 광역시에 비해 심각한 보행자 사고가 발생할 확률이 2배 이상인 것으로 나타났으며, 전국적으로 가장 보행자 사고 심각도가 높은 지역은 충청도로서, 충청도에 대해 정책적으로 보행자 사고 심각도를 낮출 수 있는 방안을 강구해야 함을 알 수 있다.

#### 4.2 운전자 성별

보행자 사고를 낸 운전자가 여성운전자인 경우, 남성운전자에 비해 보행자들은 비교적 사고 심각도가 낮았다. 또한 이 결과는 P-Value<0.05로 설명변수의 통계적 유의성이 확보되는 것으로 나타났다.

#### 4.3 운전자 나이

운전자의 나이의 경우, 25세 이하의 운전자가 보





행자 사고를 냈을 경우 사고 심각도가 높았다. 또한 이 분석에서 기준으로 한 운전자 연령 그룹이 25세 ~65세이었던기 때문에, 25세 이하 운전자들은 이 그룹에 비해 무려 8배 이상 높은 사고 심각도를 나타냈다. 25세 이하 운전자들에 대해 이런 사실을 충분히 알려주고, 25세 이하 운전자들에 대한 다양하고 효과적인 교통안전교육 프로그램을 운영할 필요가 있음을 알 수 있다.

#### 4.4 음주여부

음주의 경우 음주를 하는 것이 음주를 하지 않은 것보다 보행자 사고가 발생했을 경우 1.2배 정도 심각한 것으로 나타났다.

#### 4.5 보행자 성별

보행사고 대상자가 여성보행자일 경우 남성일 때보다 심각한 보행자 사고가 발생할 확률이 높은 것으로 분석되었고 그 설명변수는 P-Value<0.05로 유의한 것으로 나타났다.

#### 4.6 보행자 나이

보행자의 나이에 대해 살펴보면, 고령일수록 심각한 보행자 사고가 발생했다. 특히 65세 이상인 경우 25세 ~65세에 비해 심각한 보행자 사고가 발생할 확률이 2.6배 이상인 것으로 나타나, 고령보행자들이 안전하게 보행할 수 있는 보행환경을 빨리 확보해야 함을 알 수 있다.

#### 4.7 사고유형

차가 보행자를 치는 보행자 사고는 당연히 차와 보행자가 만나는 도로구역에서 발생하게 된다. 본 연구에서는 이런 도로구역을 경찰청 사고자료에 나타난 사실에 근거해서 구분했고, 그 구분결과는 표 4에 나타난 5개 사고유형에서 알 수 있다. 분석결과 보행자

가 차도를 횡단할 때 다른 곳에 비해 보행자 사고 치상도가 높은 것으로 나타났다. 사실 이렇게 나타난 점보다는 보행자를 치는 도로구역이 차도, 도로 가장자리, 심지어 보도와 같이 다양하게 나타나고 있는 점이 더 중요하다. 이는 사실상 보행자 또는 운전자가 법을 위반했다는 것인데, 이것이 곧 보행자 사고 원인이 되고 있다는 것을 나타내고 있다.

#### 4.8 차량종류

차량종류의 경우 모든 차종에서 P-Value<0.05로 설명변수가 유의한 것으로 나타났다. 분석결과 오토바이는 0.387로 소형자동차에 비해 보행자 사고 심각도가 낮았으나, 다른 차종의 경우는 소형차량에 비해 높은 것으로 나타났다. 특히 대형차량은 소형차량에 비해 심각한 보행자 사고를 낼 확률이 1.9배 정도인 것으로 나타났다.

#### 4.9 도로종류

표 4에서 보면 도로의 종류를 고속국도, 일반국도, 특별광역시도/시도, 지방도, 군도 등 기타 도로 4개 그룹으로 구분했다. 분석결과, 대체로 각 도로 그룹이 갖는 차량속도의 높고 낮음에 따라 보행자 사고 심각도가 같이 변하는 것을 알 수 있다. 예를 들어 고속도로는 기준변수인 특별광역시도나 시도에 비해 30배 이상 보행자 치상정도가 심하다. 보행자가 어떻게 고속도로에 들어갔는지를 확인한 결과, 이들 보행자들은 차량 고장이나 비상상황에서 차량외부로 나왔던 보행자들로서 이러한 유형의 보행자 사고는 생각보다 많다. 일반국도 또한 특별광역시도나 시도에 비해 보행자 사고 치상도가 높는데, 최근 일반국도를 확장하면서 차량속도가 높아진 결과일 것이다.

#### 4.10 사고 발생 차로

보행자 사고가 어느 차로에서 발생했는지를 분석한 것이다. 그 결과 차로별로 큰 차이를 나타내지는



않았지만, 미소한 차이로 3차로에서 발생한 보행자 사고가 가장 부상정도가 높았다. 또한 모두 P-Value <0.05로 설명변수가 유의한 것으로 나타났다

#### 4.11 차로폭

차로폭의 경우 13m 이상인 도로의 경우 6m 미만인 도로에 비해 보행자 사고 치상도가 높았다. 이 결과는 두 가지 관점에서 해석할 수 있는데, 우선 차로가 넓어질수록 그 도로를 주행하는 차량속도가 높아 지므로 보행자 치상정도가 높아지며, 두 번째로 차로가 넓어질수록 보행자들은 그 차로를 횡단하기 위해 차량에 노출되는 정도가 커지기 때문이다.

#### 4.12 계절

계절의 경우 모든 지역에서 P-Value>0.05로 설명변수가 유의하지 않은 것으로 나타났다.

#### 4.13 시간

야간에는 주간에 비해 보행자 사고의 치상정도는 1.3배 정도 높아지는 것으로 나타났다.

#### 4.14 기상

기상은 운전자, 보행자 모두에게 영향을 끼치는 요인으로 맑은 날에 비해 흐림, 안개, 비, 눈 등 악천후시 보행자 사고는 치상정도가 증가하며, 수치상으로는 1.6배 이상 치상정도가 증가하는 것으로 나타났다.

### 5. 보행자 사고 심각도 개선의 핵심

전 절에서는 우리나라 보행자 사고에 영향을 미치는 다양한 변수들을 선정하여 그 영향 정도를 살펴 보았다. 본 절에서는 이 분석결과에 근거하여 우리나라

보행자 사고에 가장 취약한 인적, 지역적, 시설적, 시간적 핵심상황을 구성한다. 이 핵심상황에 대해서는 보행자 사고 심각도를 경감시키기 위해 보행자와 운전자에 대한 교통안전교육 프로그램을 시행하고, 차량속도를 제한하기 위한 교통진정화 기법을 적용하며, 보행자 안전을 위한 교통안전시설을 빨리 확충하는 것이 바람직하다.

#### 5.1 인적 상황

본 연구에서 분석한 결과에 따르면, 우리나라에서는 25세 이하의 남자가 음주한 후 대형차를 몰고 가면서, 65세 이상 여성보행자를 치는 경우 가장 심각한 보행자 사고를 나타냈다. 이 분석결과는 국내 연구결과로는 김 등(2005)의 연구, 그리고 외국 연구결과로는 Lee 등(2005)의 연구와 Zajac 등(2003)의 연구에서 확인한 결과를 부분적으로 반영한다.

#### 5.2 지역 및 물리적 상황

지역적 상황이나 도로시설 등 물리적 상황에 대해 분석한 결과, 지역상황은 충칭도가 보행사고 심각도가 높은 것으로 확인했다. 이는 본 연구결과 중 가장 독창적인 연구결과이다. 지금까지 국내에서 발표한 연구 결과는 사실 전국 통계자료를 근거로 하긴 했지만 각 경찰서별로 일일이 교통사고자료를 수집하기 보다는 각 행정구역별 기존 통계자료를 이용했기 때문에, 본 연구에서 분석한 것과 같은 지역적 보행사고 심각도를 세밀히 비교해서 분석한 결과는 거의 없다. 한편 본 연구에서 물리적 상황을 분석한 결과를 보면, 차량속도가 높은 고속국도나 일반국도 등에서 발생한 교통사고는 심각도가 높았다. 특히 일반국도에서 보행자가 차도를 횡단하면서 발생한 사고에서, 그 사고 지점의 차로폭이 13m 이상이고 3차로에서 발생한 보행사고일 경우 그 사고는 가장 치상도가 높은 사고이었다. 이런 물리적 상황에 대한 분석결과는 기존연구결과와 거의 일치하는데, 특히 국내에서 연



구 중 이(2005)의 연구결과, 그리고 외국 연구 중 Al-Ghamdi(2002), Lee 등(2005), Zajac 등(2003)이 공통적으로 본 연구결과와 같은 결과를 제시한다.

### 5.3 시간적 상황

시간대 변화에 따른 보행자 사고 심각도 분석결과 는 보행자 사고가 어느 시간대에 치상정도가 높아지는지 이해하는데 필요하며, 특히 야간조명 설치의 필요성이나 기상악화로 인한 사고치상도 경감방안을 파악하는데 중요하다. 본 연구에서 밝힌 결과를 보면, 우리나라에서 야간에 안개·비·눈이 내릴 경우, 보행자 사고심각도가 가장 높다. 기존연구결과와 비교해 본 결과, 국내의 경우 박 외(2006)이 조명시설 설치로 인해 사고치상도가 낮아진 것을 확인한 바 있으며, 외국에서는 Al-Ghamdi(2002)가 야간 교통사고가 주간 사고에 비해 치상도가 높은 것을 확인하였다.

### 5.4 요약

위 분석결과에 따라 본 연구에서 판단한 우리나라 보행자 사고의 심각성을 경감시킬 수 있는 1차적 핵심공략 사항은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 충청지역에서 차로폭 13미터 이상이 되는 일반국도에 위치한 횡단보도 중 3차로 지점에서 발생한 보행자 사고로서, 이 사고를 낸 시점은 야간이었고 특히 기상조건이 악화하여 안개·비·눈 등이 내렸으며, 이 사고를 낸 운전자는 술을 마신 후 대형차를 운전한 25세 이하의 남성운전자이며, 사고를 당한 보행자는 65세 이상 여성이었다.

## 6. 결론

본 연구에서는 우리나라 보행자 사고 심각도 현황

을 파악하여 효과적인 사고 경감방안을 수립하는데 기여하기 위해, 2006년 한 해 동안 우리나라에서 발생한 모든 보행자 사고 건수 37,589 건을 사망, 부상, 재산피해의 심각도로 구분하여, 이 단계별 심각도에 영향을 미치는 인적, 지역적, 물리적, 시간적 요인들을 개별적으로 분석했다. 그 연구결과는 대체로 국내외적으로 알려진 기존 연구 결과와 대체로 일치하지만, 기존연구결과에서 밝히지 못한 우리나라의 보행자 사고 심각도 특성을 추가적으로 밝히고 있다. 본 연구의 주요결과는 다음과 같다.

첫째, 25세 이하의 남자가 음주한 후 대형차를 몰고 가면서, 65세 이상 여성보행자를 치는 경우 가장 심각한 보행자 사고를 나타냈다.

둘째, 충청도지역에서 보행사고 심각도가 높은 것으로 확인했다.

셋째, 일반국도에서 보행자가 차도를 횡단하면서 발생한 사고에서, 그 사고지점의 차로폭이 13m 이상이고 3차로에서 발생한 보행사고일 경우 치상도가 높은 사고이었다.

끝으로, 야간에 안개·비·눈이 내릴 경우, 보행자 사고 심각도가 높다.

본 연구결과를 이용하려는 사람들은 위 네 가지 상황을 모두 포함하는 보행자 사고들을 우선적으로 개선하는 것이 바람직하며, 이 외에도 사망사고 만으로 국한시켜 이에 대한 공략 상황을 체계적으로 설정하는 등 다양한 방식으로 보행자 사고 심각도 경감정책을 수립하면 될 것이다.

### 감사의 글

이 연구는 서울시립대학교 2008년 교내연구과제 지원에 의해 수행되었습니다. 연구지원에 감사드립니다.

### 참고문헌

- 김병일 외(2005), “제한속도 설정에 따른 교통안전 편익 평가-보행자 사망확률모형 개발 및 활용-”, 2005 대한토목학회 정기학술대회 논문집, 대한토목학회.



- p.3782-p.3785
- 도로교통안전관리공단(2007), "OECD 회원국 교통사고 비교", 도로교통안전관리공단
- 박규영 외(2006), "보행자사고확률모형을 이용한 도로 안전시설물의 효과도 추정(4차로 일반국도를 대상으로)", 대한교통학회지, 제24권 제4호, 대한교통학회, p.55-p.65
- 이두희(2005), "횡단보도 보행자의 동태적 행위 관련 안전예측모형 개발", 대한토목학회논문집, 제25권 제3D호, 대한토목학회, p.439~p.445
- 이성우 외(2005), "로짓·프로빗모형 응용", 박영사
- 주미영(2002), "프로빗과 순차적 프로빗 분석에 대한 이해와 적용", 정부학 연구, 제6권 제1호, p.24-p.48
- Al-Ghamdi, A.S.(2002) "*Pedestrian-vehicle crashes and analytical techniques for stratified contingency tables*", *Accident Analysis and Prevention* 34, p.205-p.214
- Bonneosn,J.A., McCoy,P.T.(1993), "Estimation of safety at two-way stop-controlled intersections on rural highway", *Transportation Research Board*, No.1401, p.83-p.89
- Garder, P.E.(2004), "The impact of speed and other variables on pedestrian safety in Maine", *Accident Analysis and Prevention* 37, p.533~p.542
- Graham, D., S. Glaister, R. Anderson(2005), "The effect of area deprivation on the incidence of child and adult pedestrian casualties in England", *Accident Analysis and Prevention* 37, p.125-p.135
- Lee, C., M. Abdel-Aty(2005), "Comprehensive analysis of vehicle-pedestrian crashes at intersections in Florida", *Accident Analysis and Prevention* 37, p.775-p.786
- Zajac, S.S., J.N. Ivan(2003), "Factors influencing injury severity of motor vehicle-crossing pedestrian crashes in rural Connecticut", *Accident Analysis and Prevention* 35, p.369-p.379

접 수 일: 2008. 12. 3  
 심사 일: 2008. 12. 17  
 심사완료일: 2009. 2. 23