

폭원 9m 미만 도로 내 교통사고 영향 요인 분석

Analysis on Factors of Traffic Accident on Roads having Width of Less than 9 Meters

임 유 진*
(You-Jin, Lim)

문 학 룡**
(Hak-Ryong, Moon)

강 원 평***
(Won-Pyoung, Kang)

요 약

급속한 경제발전으로 인한 차량중심의 도로교통정책으로 보행자 환경은 상대적으로 열악해졌고, OECD 회원국 평균 보행자 사고율은 17.8%인데 비하여 우리나라는 36.4%의 높은 보행자 사고율을 기록하였다(2009년 기준). 보행환경 개선을 위한 관심이 증가하고 있으며, 보행을 보장하고 안전하게 보행할 수 있는 환경을 만들기 위한 노력을 기울이고 있다. 이에 본 연구는 보행자 안전성 증진을 위하여 집 앞 도로, 즉 집·분산도로를 포함할 수 있도록 폭원 9m 미만 도로에 대하여 분석을 수행하였다. 이분형 로지스틱회귀모형을 사용하였으며, 종속변수는 폭원 9m 미만 도로에서 발생한 교통사고 여부, 독립변수는 교통사고 자료에서 얻을 수 있는 변수를 추출하였다. 폭원 9m 미만 도로 내 교통사고에 영향을 미치는 변수로는 운전자가 직진 중 일 때, 운전자가 여성일 때, 보행자가 차도로 통행 중일 때, 자전거 운전 중일 때 등의 순으로 나타났다. 이를 예방하기 위해 폭원 9m 미만 도로에 직진차량 속도저감 기술, 교통약자 보호, C-ITS를 이용한 안전한 보행환경 조성 등 노력을 기울여야 한다.

핵심어 : 교통사고, 사고모형, 9m 미만 도로, 생활도로, 이분형 로지스틱 회귀분석, 사고유형, 도로폭원

ABSTRACT

Necessarily traffic policies have been biased in car than pedestrian, so pedestrian's environment is getting worse. Result of this situation our accident rate is high as 36.4%, compared to OECD member countries with average rate of 17.8%(in 2009). Increasing interest for pedestrians environment improvement, and it make an effort to build environment to guarantee walk and safety of pedestrians. Analysis on the binary logistic regression(BLR) was used. The dependent variable is occurring from the road width of less than 9m accident, and independent variable extracted can be obtained from the traffic accident data. Traffic accident on roads having width of less than 9 meters affecting variables is when the driver is straight, when the driver is female, when the pedestrian is walk driveway, and so on. To prevent it, efforts is demanded to protect handicapped, to build safe pedestrians environment using C-ITS and to decrease speed of going straight vehicle on roads having width of less than 9 meters.

Key words : Traffic Accident, Accident Model, Community Road, Roads with a width of Less than 9 Meters, Binary Logistic Regression, BLR, Accident Type, Road Width

† 본 연구는 한국건설기술연구원의 주요사업인 '전자식 도로교통 소음 저감 기술 개발'의 연구지원으로 수행하였습니다.

* 주저자 : 한국건설기술연구원 도로교통연구실 연구원

** 공저자 및 교신저자 : 한국건설기술연구원 도로교통연구실 연구위원

*** 공저자 : 한국건설기술연구원 도로교통연구실 연구원

† 논문접수일 : 2014년 04월 25일

† 논문심사일 : 2014년 06월 13일

† 게재확정일 : 2014년 06월 16일

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

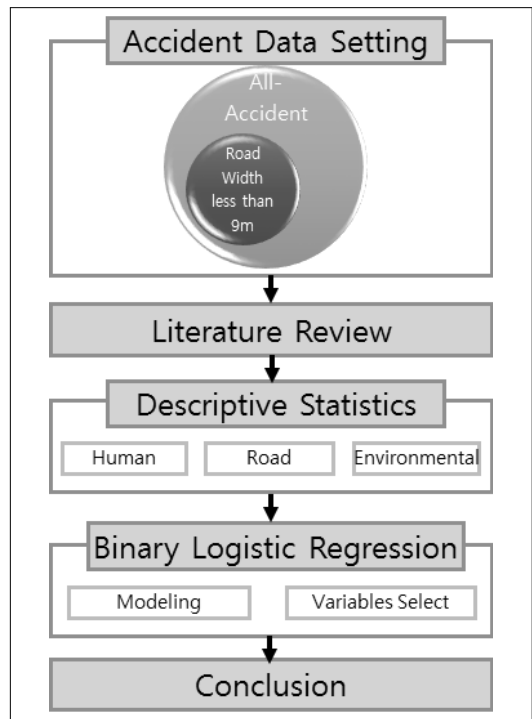
도로는 규모별 광로, 대로, 중로, 소로로 나뉘며, 기능별로는 간선도로, 집산도로, 국지도로로 나눌 수 있다. 도로의 특성은 폭원에 의해 대부분 결정될 만큼 도로의 규모는 그 도로의 특성 및 통행 패턴을 반영한다.

급속한 경제발전으로 인해 우리나라는 주로 간선도로 위주로 발전해 왔으며, 자동차 및 대중교통의 보유대수가 증가한 만큼 차량중심의 도로환경을 구축하였다. 이러한 차량 중심의 정책으로 인해 보행자를 위한 환경은 열악해져 갔다. 그 결과 OECD 회원국 평균 통계의 보행자 사고율을 보면(2009년 기준) 네덜란드는 8.3%, 미국은 11.8% 등 OECD 회원국 평균 보행자 사고율은 17.8%인데 비하여, 우리나라는 36.4%의 높은 사고율을 기록하고 있어 보행자 안전에 대해 그동안 얼마나 무지했는지 보여주고 있다[1]. 열악한 보행환경 개선을 위하여 인식 변화와 지속가능한 교통에 대한 관심 증가로 보행에 대한 중요성이 증가하고 있으며, 보행을 보장하고 안전하게 보행할 수 있는 환경을 만들기 위한 노력을 기울여야 한다. 또한 2012년 한 해 동안 발생한 서울특별시 교통사고는 총 40,774건이며 이 중 보행자 사고는 10,891건으로 26.7%를 차지하고 있다. 또한 보행자 사고 중 9m 미만 도로폭원에서 발생한 사고는 6,557건으로 전체 보행자 사고의 60.2%를 차지하고 있어 대부분의 보행자 사고가 9m 미만 도로에서 일어나는 것을 알 수 있다.

이와 같이 보행자가 안전하게 보행할 수 있는 환경을 위하여, 집 앞 도로와 같이 보행량이 많은 도로에는 어떠한 문제로 교통사고가 발생하는지 살펴 보아야 한다. 이를 포함할 수 있는 폭원 9m 미만 도로에 대하여 분석을 수행하였다. 폭원 12m 미만의 도로는 규모별로 소로에 해당하며, 기능적으로는 국지도로에 해당한다고 볼 수 있다[2]. 국지도로는 가구를 구획하는 도로로써 보행자 사고가 많이 발생하고 있으나 이에 대한 개선사업은 이루어지고

있지 않아 안전에 취약한 도로라고 할 수 있다.

‘도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설’에서도 이동성 보다는 접근성이 제공되고 보행이 우선되는 도로로써, 폭원 9m 미만 도로를 생활도로로 언급하고 있다[1]. 또한 생활도로를 주거지역이나 상업지구내 국지도로 중 보행권 확보 및 안전하고 쾌적한 보행환경 조성이 필요한 도로로 규정하고 있다.



〈그림 1〉 연구 수행 방법
 〈Fig. 1〉 Study Process

생활도로의 명칭은 아직 보편적으로 사용하지 않을 정도로 잘 알려져 있지 않았으나, 현재 시범사업 등으로 생활도로에 관한 관심은 지속되고 있다. 하나의 예로 시범 사업지 선정 전후로 차량의 속도가 최고 15km/h정도 낮아졌으며, 시범 사업 구역 교통사고 또한 24% 감소한 효율적인 결과를 얻었다[3].

따라서 본 연구에서는 보행량이 많은 도로의 특

성을 살펴보기 위하여 분석의 범위를 폭원 9m 미만의 도로에 대하여 발생한 교통사고로 정하였다. 이는 접근성이 뛰어난 생활도로의 규모를 9m 미만으로 보고 있으며, 문헌고찰 결과 대부분 9m 미만의 도로를 생활도로로 분석하고 있어, 본 연구 대상 도로의 안전성 증진을 위한 분석의 범위를 정하였다.

2. 연구의 내용 및 방법

본 연구의 주요내용 및 분석방법은 다음과 같다.

- (1) 보행자 도로의 특성을 살펴보기 위하여 폭원 9m 미만 도로의 교통사고에 대하여 자료를 수집하고, 기존의 생활도로 관련 문헌 및 이항 로지스틱 회귀모형에 관한 문헌고찰을 수행한다.
- (2) 폭원 9m 미만 도로 내 교통사고에 대한 기초 통계분석을 수행한다.
- (3) 수집된 자료를 통해 관련 변수를 추출하고, 폭원 9m 미만 도로 내 특성 관련 변수를 확인한다.
- (4) 여러 분야에서 사용하고 있는 이항 로지스틱 회귀분석을 이용하여 폭원 9m 미만 도로 특성을 반영한 모형을 개발한다.
- (5) 개발된 모형의 적합도 검증 및 모형 해석을 하여 시사점을 도출한다.

II. 기존 문헌 고찰

1. 생활권 도로 관련 문헌 고찰

국내외 생활권 도로와 관련된 문헌 중 본 연구에 참고 되는 논문을 살펴보았다. 우리나라에서는 아직 생활도로에 대한 법적 규정이 없으며, 정의 또한 명확하지 않으나 대체로 9m 미만 도로를 생활도로로 보고 있으며, 이에 해당하는 논문은 다음과 같다 [4-10].

장일준(2011)은 생활도로는 지구 구획 내 도로 중 폭 9m 미만의 도로이며, 대중교통시설로부터 도보 접근이 가능한 도로라 하였다. 또한 생활도로 내

3지·4지 비신호 교차로에 대하여 사고예측모형을 개발한 결과, 생활도로 내 비신호 교차로에서는 시거, 보차분리, 조명시설 설치가 사고의 감소에 영향을 미친다고 분석하였다.

홍종관(2010)은 생활가로 이용에 가장 중요한 영향을 미치는 요인은 보행환경이라고 하였으며, 생활도로는 평지로 구성되어야 안전하다고 하였다.

김현태(2009)는 9m 미만의 도로를 생활도로로 정의하였고, 용인시를 대상으로 분석하였다. 중소도시에 대하여 인구규모별로 4가지 등급을 제시하여 사고건수, 사망자수, 부상자수에 대한 분석을 실시한 결과 인구가 적은 도시일수록 생활도로의 교통사고가 많다고 하였다.

김용범(2005)의 연구에서는 이면도로(22m 미만 도로)에 대하여 발생한 사고의 특성과 개선사업의 사전, 사후 분석을 통하여 사고 감소 효과에 대한 연구를 시행하였으며 과속방지턱, 경보등, 보도설치, 교차로 개선 등의 시설개선이 사고 감소에 효과가 있다고 하였다.

엄상미(2003)는 어린이 보호구역 내에서 발생하는 교통사고에 대해 조사하였는데, 도로폭 8m이하의 도로에서 가장 많은 사고가 발생한다고 하였으며, 이는 주차 차량이 많아 시인성 확보가 어려워 통행로 확보가 협소하여 발생한 사고라고 하였다.

김홍상(1998)은 통과교통이 주가 아닌 4차로 이하의 도로를 생활도로로 정의하였으며, 범규위반별, 시간대별, 도로폭원별에 대한 사고특성을 분석하였다. 그 결과, 4.1m~9m 도로에서 사고가 많이 발생하는 것으로 분석되었다.

Duperrex et al.(2002)은 교통안전교육이 보행자의 교통사고 위험을 낮출 수 있음을 지적하고 시간이 지남에 따라 교육의 효과가 감소하기 때문에 반복적인 교육이 진행 될 필요성을 강조하였다.

2. 분석 방법론 검토

본 연구에서 사용한 로지스틱 회귀모형은 의학 분야, 통신, 토목, 데이터정보, 지질학 등 많은 분야에서 사용하고 있다[11-13].

권혁준(2011)은 로지스틱회귀모형과 인공신경망 두 가지 기법을 사용하여 산사태 가능성을 분석하였는데, 정확도를 비교하기 위해 정확도를 비교해본 결과 로지스틱회귀분석 기법이 더욱 정확히 재해발생지역을 예측했으며, 보다 더 정확한 산사태 예측지도를 작성하였다.

심상우(2007)는 다중회귀분석을 이용하여 교통사고 사망률을 분석하였는데, 종속변수를 교통사고 사망자수로 두고 교통사고건수, 차량등록대수, 도로연장거리 등을 독립변수로 설정하였다. 교통사고 사망률과 관련 변수에 대하여 분석한 결과, 교통사고건수, 부상자수, 주가지수에서 관련성이 높게 나타났다.

이재명 외 3인(2008)은 도로 기하구조 요인과 교통사고간의 관계를 규명하기 위하여 CART 분석법을 이용하였다. 개발된 교통사고 모형에서는 구간거리, 횡단보도폭, 횡단길어개, 교통량 순으로 나타났다.

III. 데이터베이스 설정 및 기초통계분석

1. 데이터베이스 설정

본 연구에서 사용한 데이터베이스는 2012년 서울특별시에서 발생한 교통사고를 대상으로 하며, 경찰청 사고이력자료(TAMS)를 기반으로 분석하고자 한다. 분석 자료로는 전체 교통사고 데이터 중 도로 폭 9m 미만의 자료를 보행량이 많은 도로로 분류하여, 경찰청 교통사고 통계원표에 따라 인적, 도로, 환경요인별 각각의 변수를 산출하였다.

2. 기초 통계 분석

본 분석에 앞서 기초 통계에서는 교통사고 변수에 대하여 인적요인, 도로요인, 환경요인으로 구분하였으며, 방대한 양의 변수를 보기 쉽게 표현하기 위하여 요인별 표를 제시하였다.

1) 인적요인

인적요인에는 성별, 나이, 면허 경과 년수, 법규 위반유형, 행동유형을 들 수 있다. Table 1을 참고하

면 운전자와 보행자로 나누어 분석하였는데, 이는 교통사고 발생 시에는 사고를 발생하게 한 운전자와 보행자가 동시에 존재하기 때문에 보다 더 정확한 분석을 위해 나누어 분석하였다.

인적요인을 살펴보면 성별에 따른 특성은 없었으나, 생활도로 내 보행자 연령 중 14세 이하와 65세 이상의 사고건수, 사망자수가 높음을 알 수 있었다. 또한 법규위반 내역을 살펴보면 ‘교차로운행방법위반’과 ‘보행자보호 의무위반’ 항목에서 높게 나타났다. 이는 폭원 9m 미만 도로에서 사고 차량의

<표 1> 기초통계분석(인적요인)

<Table 1> Descriptive statistics(Human Factor)

Classification		Total		Less than 9 m		Ratio	
		Number of traffic accidents	Number of deaths	Number of traffic accidents	Number of deaths	Number of traffic accidents	Number of deaths
Gender (driver)	Male	34,294	384	15,262	140	0.0%	36.5%
	Female	5,037	34	2,532	16	50.3%	47.1%
Gender (pedestrian)	Male	29,823	248	12,946	83	43.4%	33.5%
	Female	9,463	116	5,020	53	53.0%	45.7%
Ages (pedestrian)	Less than 14	1,202	6	817	4	68.0%	66.7%
	15-24	3,901	16	1,989	8	51.0%	50.0%
	25-44	15,003	66	6,587	21	43.9%	31.8%
	45-64	15,790	155	6,785	47	43.0%	30.3%
	More than 65	3,388	121	1,788	56	52.8%	46.3%
Elapsed year of driving license (driver)	Less than a year	1,797	13	797	4	44.4%	30.8%
	1-3 years	2,523	30	1,169	12	46.3%	40.0%
	3-5 years	2,062	15	920	5	44.6%	33.3%
	5-10 years	5,511	63	2,446	27	44.4%	42.9%
	10-15 years	6,119	52	2,870	17	46.9%	32.7%
	More than 15 year	19,567	213	8,686	77	44.4%	36.2%
Violation of law	Traffic signal violation	5,228	45	1,670	13	31.9%	28.9%
	Not safety distance	5,851	8	1,803	0	30.8%	0.0%
	Intersection rule violation	1,801	3	981	2	54.5%	66.7%
	Not protect pedestrian	1,256	13	802	8	63.9%	61.5%
	Not safety driving	22,289	299	11,326	118	50.8%	39.5%
	Overspeed	64	10	15	0	23.4%	0.0%
Behavior Type (driver)	Straight	22,115	318	10,237	106	46.3%	33.3%
	Left/Right Turn	7,935	47	3,980	24	50.2%	51.1%
	U-Turn	1,263	9	441	5	34.9%	55.6%
	Starting	734	3	305	2	41.6%	66.7%
	Reverse	1,441	10	988	10	68.6%	100.0%
	Change of course	4,659	18	1,318	3	28.3%	16.7%
	Parking/Stopping	1,220	1	524	1	43.0%	100.0%
Behavior Type (pedestrian)	Walked driveway	932	7	765	3	82.1%	42.9%
	Crosswalk	3,426	79	1,623	19	47.4%	24.1%
	Crossing(etc)	2,441	96	1,353	34	55.4%	35.4%
	Street game	147	2	104	1	70.7%	50.0%
	Street work	122	1	78	1	63.9%	100.0%
	Walked roadside	611	3	537	3	87.9%	100.0%
	Walked sidewalk	387	5	196	4	50.6%	80.0%

통행 패턴과 차대 보행자 사고의 특성을 보여준다. 그리고 차량운전자의 행동유형이 후진이거나 주정차 중 일 때, 사망사고는 모두 폭원 9m 미만 도로에서 발생하였다. 이는 9m 미만 도로일수록 후진이나 주정차시 사망 사고 확률이 높음을 말해준다.

보행자의 행동유형을 살펴보면 차도통행 및 길 가장자리 통행 일 때 사고확률이 가장 높았는데, 두 경우 모두 보행자가 차도를 걷는 행위이기 때문에 노출이 많아져 차량과의 충돌이 발생한 것으로 판단된다.

2) 도로요인

도로요인에는 도로형태, 노면상태, 차량용도, 사고 직전 속도, 어린이보호구역유무, 보차 분리 시설, 중앙 분리 시설을 들 수 있다.

도로폭이 타 도로에 비해 좁은 도로이기 때문에 사고 직전 속도 또한 낮을수록 사고빈도가 높았으며, 중앙 분리 시설이 없을 때 월등히 많은 사고가 발생하였다. 또한 주목할 점은 어린이보호구역 내에서 발생한 사고 대부분은 생활도로에서 발생했다는 점이다. 2012년 서울시에서 발생한 어린이보호구역 내 교통사고 242건 중 164건(67.8%)이 폭원 9m 미만 도로에서 발생하였으며, 사망자 총 4명 중 3명이(75.0%) 폭원 9m 미만 도로에서 나타났다. 어린이보호구역은 보통 초등학교 및 유치원 정문에서 반경 300m에 설치된다. 초등학교는 주로 주택가 및 생활권 안에 설립되기 때문에, 대부분 폭원 9m 미만 도로에서 발생한 것으로 나타났다.

3) 환경요인

환경요인에는 시간대별(주야), 기상상태, 요일로 분류하였으며 본 변수들은 전체 교통사고와 비슷한 특성을 나타내고 있어, 폭원 9m 미만 도로의 교통사고에서는 환경요인이 많은 영향을 미치지 않는 것으로 판단되었다.

<표 2> 기초통계분석(도로요인)
<Table 2> Descriptive statistics(Road Factor)

Classification		Total		Less than 9 m		Ratio	
		Number of traffic accidents	Number of deaths	Number of traffic accidents	Number of deaths	Number of traffic accidents	Number of deaths
Vehicle Purpose	Business	14,527	140	5,995	57	41.3%	40.7%
	Non-Business	24,345	259	11,424	90	46.9%	34.7%
	Bicycle	1,388	19	860	9	62.0%	47.4%
Road Type	Single road	24,531	296	11,585	110	47.2%	37.2%
	Intersection	14,992	113	6,322	43	42.2%	38.1%
Road Condition	Dry	34,543	322	15,865	114	45.9%	35.4%
	moisture	4,752	82	2,002	35	42.1%	42.7%
	freezing	604	4	287	2	47.5%	50.0%
	snow	229	4	118	3	51.5%	75.0%
Speed before the accident	less than 20km/h	16,978	62	8,791	34	51.8%	54.8%
	less than 30km/h	6,884	51	3,138	20	45.6%	39.2%
	less than 40km/h	4,661	42	1,707	17	36.6%	40.5%
	less than 50km/h	2,656	48	890	20	33.5%	41.7%
	less than 60km/h	2,021	58	633	17	31.3%	29.3%
	More than 60km/h	932	56	269	12	28.9%	21.4%
School zone	Inside School zone	242	4	164	3	67.8%	75.0%
	outside School zone	40,532	415	18,424	154	45.5%	37.1%
Walk/ Driveway Barrier	Road surface marking	1,934	16	994	11	51.4%	68.8%
	Kerb	14,428	159	4,870	43	33.8%	27.0%
	Guard-rail	400	8	101	0	25.3%	0.0%
	Fence	289	6	93	1	32.2%	16.7%
Median Barrier	Road surface marking	25,498	262	9,876	88	38.7%	33.6%
	Barricade	1,688	21	433	6	25.7%	28.6%
	Raised Pavement Marker	87	0	29	0	33.3%	0.0%
	Flower beds	941	23	207	6	22.0%	26.1%
	etc.	3,236	52	1,167	17	36.1%	32.7%
	Non-barrier	9,324	61	6,876	40	73.7%	65.6%

<표 3> 기초통계분석(환경요인)
<Table 3> Descriptive statistics(Environment)

Classification		Total		Less than 9 m		Ratio	
		Number of traffic accidents	Number of deaths	Number of traffic accidents	Number of deaths	Number of traffic accidents	Number of deaths
Day/Night	Day	19,936	175	9,441	77	47.4%	44.0%
	Night	20,838	244	9,147	80	43.9%	32.8%
Weather	Sunny	34,551	332	15,976	124	46.2%	37.3%
	Cloudy	2,061	25	864	10	41.9%	40.0%
	Rain	3,399	58	1,418	21	41.7%	36.2%
	Snow	423	4	201	2	47.5%	50.0%
	etc.	340	0	129	0	37.9%	0.0%
	Monday	5,644	58	2,557	24	45.3%	41.4%
Day of the week	Tuesday	5,909	55	2,734	18	46.3%	32.7%
	Wednesday	5,821	69	2,710	35	46.6%	50.7%
	Thursday	5,940	52	2,675	18	45.0%	34.6%
	Friday	6,432	65	2,988	25	46.5%	38.5%
	Saturday	6,251	64	2,789	21	44.6%	32.8%
	Sunday	4,777	56	2,135	16	44.7%	28.6%

IV. 폭원 9m 미만 도로에 대한 BLR분석

1. BLR 기법 분석

하나의 종속변수와 여러 개의 독립변수 간 상호관련성에 대해 분석하려 할 때, 가장 널리 사용되는 분석 방법이 회귀분석이다. 일반적인 회귀분석법은 독립변수에 의해서 종속변수의 변화가 생긴다고 가정하기 때문에 본 연구인 폭원 9m 미만 도로에서 발생한 교통사고 유무로 표시되는 이항적인 사건을 다루기에는 적합하지 않다. 이에 반하여 종속변수와 독립변수와의 관계를 비선형이라 가정하여 로지스틱 회귀계수를 추정하는 로지스틱 회귀분석은 이분화된 종속변수와 독립변수의 관계를 분석할 수 있다.

이에 본 연구에서는 이항 로지스틱 회귀모형 (BLR : Binary Logistic Regression)을 선택하여 사용하였다. 이항 로지스틱 회귀분석은 종속변수가 이분형(교통사고발생=1, 미발생=0) 일 때 적용이 가능하며, 관측된 독립변수를 적합시키기 유용한 기법이다. 따라서 독립변수의 수준에 따라 이분화된 종속변수의 확률값을 예측하며, 여기서 종속변수 ‘1’은 9m 미만 도로에서 교통사고가 발생한 확률이 100%임을 말한다.

일반적으로 회귀분석에서의 모형은 주어진 독립변수 (x_1, x_2, \dots, x_k) 하에 종속변수의 평균이 독립변수에 대한 선형식으로 다음 식과 같이 표현된다.

$$P(F_i = 1|X_i) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k \quad (1)$$

그러나 교통사고 유무와 같이 종속변수가 이분형인 경우에 P는 독립변수가 x로 주어진 경우에 교통사고가 발생하는 확률을 의미하게 된다. 따라서 다음 식 (2)와 같은 로지스틱 함수로 나타낼 수 있다.

추정되는 모형식은 다음 식 (1)과 같고 F_i 는 폭원 9m 미만 도로에서 발생한 교통사고 여부를 나타내는 종속변수이며, X_i 는 종속변수에 영향을 미치는 독립변수, β 는 추정될 모수값 이다.

$$P(F_i = 1|X_i) = \frac{\exp[f(X_i, \beta)]}{1 + \exp[f(X_i, \beta)]} \quad (2)$$

F_i = 도로폭 9m 내에서 발생한 교통사고
 X_i = 종속변수에 영향을 미치는 독립변수
 $f(X_i, \beta) = X_i$ 와 모수 β 로 구성된 변수

가공하기 전의 자료에서 이분형으로 분류가능한 명목형 변수가 포함되어 있다면, 해당변수는 독립변수로 설정 시 회귀분석에서와 같이 더미변수 (Dummy Variable)로 취급하여 0또는 1로 설정한다.

모형 변수의 계수가 양의 부호인 경우 그 변수는 폭원 9m 미만 도로에서 발생한 교통사고에 영향을 미치며, 음의 부호인 경우 영향을 감소시키는 것을 의미한다.

로지스틱 회귀분석의 결과물 중의 하나인 독립변수의 Odds ratio(승산비)는 다른 변수가 고정되어 있을 때 해당 독립변수를 설명할 수 있다. 다음의 간단한 식 (3)과 같이 Odds ratio는 사건이 일어날 확률이 일어나지 않을 확률의 몇 배인지 비율을 알려준다.

$$odds\ ratio = \frac{p}{1-p} \quad (p: \text{사건이 일어날 확률}) \quad (3)$$

따라서 다음 계산과정에 따라 $\exp(\beta)$ 는 odds ratio와 동일한 값이 되며, 독립변수가 종속변수에 미치는 영향 정도를 분석할 수 있다.

$$\begin{aligned} odds\ ratio &= \frac{Logit P_1}{Logit P_0} \\ &= \frac{\frac{P_1}{(1-P_1)}}{\frac{P_0}{(1-P_0)}} = \frac{P_1(1-P_0)}{P_0(1-P_1)} \\ &= \frac{\left[\frac{\exp(\alpha+\beta)}{1+\exp(\alpha+\beta)} \right] \left[1 - \frac{\exp(\alpha)}{1+\exp(\alpha)} \right]}{\left[\frac{\exp(\alpha)}{1+\exp(\alpha)} \right] \left[1 - \frac{\exp(\alpha+\beta)}{1+\exp(\alpha+\beta)} \right]} \quad (4) \\ &= \frac{\left[\frac{\exp(\alpha+\beta)}{1+\exp(\alpha+\beta)} \right] \left[1 - \frac{1}{1+\exp(\alpha)} \right]}{\left[\frac{\exp(\alpha)}{1+\exp(\alpha)} \right] \left[1 - \frac{1}{1+\exp(\alpha+\beta)} \right]} \\ &= \frac{\exp(\alpha)\exp(\beta)}{\exp(\alpha)} \\ &= \exp(\beta) \\ \therefore odds\ ratio &= \exp(\beta) \end{aligned}$$

위 식(4)의 odds ratio는 BLR 분석 시에 영향정도를 수치적으로 나타낸다. 예를 들어 종속변수(도로 폭원 9m 미만에서 발생한 교통사고)에 대하여 독립변수 중 ‘주야’에 대하여 $\exp(\beta)$ 가 1.999로 나왔다면, 이는 1로 설정된 야간이 0으로 설정된 주간보다 종속변수에 1.999배의 영향을 미친다는 것으로 해석된다. 따라서 odds ratio는 로지스틱 회귀분석에서 중요한 확률 척도를 나타내 준다.

$$wald = \left[\frac{\text{회귀계수의 추정치}}{\text{표준오차}} \right]^2 \quad (5)$$

종속변수에 대한 회귀계수의 유의성은 Wald 통계량으로 검증할 수 있는데 Wald 통계량은 다음 식(5)와 같이 산출된다. Wald 통계량은 유의확률과 함께 해당 변수가 통계적으로 유의한지를 판단할 때 사용되고, 종속변수가 독립변수에 어느 정도 영향을 미치는지에 대한 설명을 해준다. 따라서 Wald 통계량 값이 크면 클수록, 독립변수가 종속변수에 미치는 영향이 더 크다고 판단된다.

구축된 모형 안 계수의 부호가 양(+)인 경우 해당 변수는 종속변수에 영향을 미치는 것으로 판단되며, 계수의 부호가 음(-)인 경우 종속변수에 영향을 미치지 않는 것을 의미한다.

2. 변수의 가공 및 설정

1) 종속변수

폭원 9m 미만 도로에서 발생한 교통사고에 영향을 미치는 독립변수를 도출하기 위하여, 종속변수를 폭원 9m 미만 도로에서 발생한 교통사고로 분류하였다. 분석을 위해 이분형 변수로 가공하였는데, 폭원 9m 미만 도로에서 발생한 사고는 ‘1’, 그렇지 않은 교통사고에 대해서는 ‘0’으로 설정하였다.

2) 독립변수

폭원 9m 미만 도로에서 발생한 교통사고에 영향을 미치는 독립변수를 도출하기 위하여, 2012년 서울시 교통사고 자료 중 인적요인, 도로요인, 환경요

인 측면의 변수에 대하여 기초통계분석을 통해 유의하다고 판단되는 요인을 추출하였다.

다음 Table 4와 같이 변수를 설정하였으며, 종속변수는 폭원 9m 미만 도로에서 발생한 교통사고에 대하여 다음과 같이 독립변수를 추출하였다.

〈표 4〉 변수 선정
〈Table 4〉 Set up the variable

Category		Variable
Dependent Variable	Accident	Road width of less than 9m=1, Otherwise=0
	Day/Night	Night=1, Day=0
	Weather	Sunny=1, Otherwise=0; Cloudy=1, Otherwise=0; Rain=1, Otherwise=0; Snow=1, Otherwise=0;
	Female/Male	Female=1, Male=0;
	Ages	Less than 14=1, Otherwise=0; 15 to 24=1, Otherwise=0; 25 to 44=1, Otherwise=0; 45 to 64=1, Otherwise=0; More than 65=1, Otherwise=0;
	Vehicle Uses	Non-business=1, Business=0;
	Vehicle Type	Car=1, Otherwise=0; Motorcycle=1, Otherwise=0; Bicycle=1, Otherwise=0;
	Road Type	Single road=1, Intersection=0
	Road Alignment	Curve =1, Straight=0
	Accident Type	Vehicle to Pedestrian=1, Otherwise=0; Vehicle to Vehicle=1, Otherwise=0;
	Behavior Type	Straight=1, Otherwise=0; Left/right Turn=1, Otherwise=0; Parking and Stopping=1, Otherwise=0; Crossing=1, Otherwise=0; Driveway=1, Otherwise=0; Sidewalk=1, Otherwise=0;
	School Zone	School Zone=1, Otherwise=0;
	Signal Flag	None=1, Operating=0;
	Median Barrier	None=1, Installation=0;
	Sidewalk/ Driveway Barrier	Road Marking=1, Otherwise=0; Kerb=1, Otherwise=0; Guard rail=1, Otherwise=0; Fence=1, Otherwise=0;

시간대는 야간을 '1'로, 주간을 '0'으로 분류하였고, 날씨의 맑음, 흐림, 비, 눈으로 나누어 각각 이분화 하였다. 또한 인적요인으로는 성별, 나이, 행동유형(운전자, 보행자)을 추출하였으며, 도로요인으로는 차량용도, 차량종류, 도로형태, 도로선형, 특정도로(어린이보호구역 유무) 등의 변수를 각각 독립변수로 채택하여 이분화 하였다. 보다 더 자세한 변수 정의는 Table 4와 같다.

3. 9m 도로폭원 내 교통사고 영향요인 결과분석

본 연구에서는 상용화된 분석 툴인 SPSS Statistics 20.0을 사용하여 분석을 수행하였다. Table 4와 같이 가공한 변수에 대하여 분석을 수행하였고 많은 양의 독립변수를 분석하였기 때문에 유의한 변수와 그렇지 않은 변수가 확연히 나타났다. 분석 결과 유의한 독립변수는 야간, 기상상태(비, 눈), 여성(운전자), 여성(피해자), 비사업용차량, 차량종류(이륜차, 자전거), 행동유형(직진 중, 좌우회전 중, 차도통행 중)으로 나타났으며, 나머지 변수는 유의확률이 0.05이상이며 추정된 파라미터의 비정상적 도출로 인해 방정식에 포함이 되지 않아 모형에서 제외되었다.

분석결과를 살펴보면, 운전자가 직진 중에 발생한 사고가 그렇지 않았을 때 보다 9m 미만 도로에

서 발생할 확률이 3.036배로 높았으며 Walds 통계량 또한 1,456.746으로 가장 높아 종속변수에 큰 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 대개 운전자들은 직진을 주로 행하고 있어 나타난 결과로 생각될 수 있지만, 9m 미만 도로의 교통사고에 가장 큰 영향을 미치는 만큼 간과하면 안 될 부분이라고 판단된다.

운전자의 성별 중 여성 운전자가 9m 미만 도로에 미치는 확률이 2.239배로 높았는데, 운전자 성비는 남성이 월등히 높는데 반하여 특이하게도 여성 운전자 확률이 높게 나왔다. 또한 보행자 확률도 여성이 1.164배로 높게 나와 9m 미만 도로의 특성을 반영해 준다. 9m 미만 도로는 주로 생활권과 밀접한 관련이 있어, 시간대에 상관없이 남성보다는 여성의 비율이 더 높은 것으로 판단된다.

보행자의 행동유형 중에서는 차도통행 시 그렇지 않을 때보다 1.784배나 높게 분석되어, 9m 미만 도로에서는 보행자가 차도로 통행할 때 사고가 발생하는 확률이 높은 것으로 나타났다. 한 연구결과에서 생활도로 내 보행자들의 보도활용법을 살펴보면 보행자가 보도만 이용하는 경우는 평균 32.7%, 보도를 전혀 이용하지 않는 경우는 54.3%로 조사되었다[14]. 차도와 보도가 명확히 구분되어있지 않거나, 구분되어 있다 하더라도 좁은 도로에서 보행자는 차도로 보행하는 경우가 많다. 따라서 보행자는 차도에 자연스럽게 노출되고 교통사고로 이어질 확

〈표 5〉 이항 로지스틱 회귀분석 결과
〈Table 5〉 Binary Logistic Regression Result

Classification	Coef.	Std.Err	Walds	d.f	P> Z	Exp(β) (=Odds.)	95% Conf. Interval	
							Lower	Upper
Straight(Driver)	1.110	0.029	1456.746	1	0.000	3.036	2.867	3.214
Female(Driver)	0.806	0.149	29.375	1	0.000	2.239	1.673	2.997
Passed Driveway(Pedestrian)	0.579	0.099	34.160	1	0.000	1.784	1.469	2.166
Bicycle	0.570	0.069	67.275	1	0.000	1.767	1.543	2.025
Night	0.555	0.025	512.237	1	0.000	1.742	1.661	1.828
Snow	0.483	0.050	91.947	1	0.000	1.621	1.468	1.789
Left/right Turn(Driver)	0.476	0.035	181.619	1	0.000	1.610	1.502	1.725
Rain	0.181	0.087	4.325	1	0.038	1.198	1.010	1.421
Female(Pedestrian)	0.097	0.028	12.336	1	0.000	1.102	1.044	1.164
Motorcycle	0.096	0.048	4.032	1	0.045	1.101	1.002	1.208
Non-business Vehicle	0.074	0.027	7.562	1	0.006	1.076	1.021	1.134
Constant	-0.177	0.010	316.669	1	0.000	0.838	-	-

률이 크다.

또한 차량종류에 대하여 자동차, 이륜차, 자전거의 변수로 나누어 분석하였는데, 본 모형에서는 자전거와 이륜차 변수가 유의하게 도출되었다. 이 중에서도 자전거 변수가 9m 미만 도로 교통사고에 영향을 가장 많이 미치는 것으로 분석되었으며, 1.767배의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 생활권인 공간에서 자전거 및 이륜차의 통행은 도로폭이 넓은 도로(간선도로 등) 보다 통행이 빈번하여 나타난 결과로 판단된다. 현재 자전거 전용도로 설치 및 전용 신호등 설치 등 자전거와 이륜차 안전을 위한 대책이 마련되고 있다. 하지만 이러한 대책은 본 연구에서 초점을 맞추어 분석하고 있는 폭원 9m 미만 도로에 대해서 적용하기는 힘든 실정이다. 따라서 자전거 및 이륜차 안전을 위하여 좁은 도로에도 적용할 수 있는 대안 마련이 필요하다.

본 연구에서 중점적으로 분석한 폭원 9m 미만 도로에서 발생한 교통사고에 대한 BLR 모형식은 다음 식(6)과 같다.

$$P = \frac{\exp(f(x))}{1 + \exp(f(x))} \quad (6)$$

$$f(x) = -0.177 + 1.110X_{\text{직진중(운전자)}} + 0.806X_{\text{여성(운전자)}} + 0.579X_{\text{차도통행(보행자)}} + 0.570X_{\text{자전거}} + 0.555X_{\text{야간}} + 0.483X_{\text{계절(눈)}} + 0.476X_{\text{좌우회전중(운전자)}} + 0.181X_{\text{계절(비)}} + 0.097X_{\text{여성(보행자)}} + 0.096X_{\text{이륜차}} + 0.074X_{\text{비사업용차량}}$$

BLR 분석결과 적중률을 나타내는 분류정확도를

〈표 6〉 분류정확도 분석

〈Table 6〉 Classification Accuracy

Classification		Prediction		Classification Accuracy(%)
		Accident in less than 9m		
		non-occurrence(0)	occurrence (1)	
Observation	non-occurrence(0)	18,162	4,024	81.9
	occurrence (1)	9,458	9,130	49.1
Total		-	-	66.9

Table 6에 제시하였다. 분류정확도는 ‘0’ 또는 ‘1’의 이분형으로 설정된 종속변수에 대한 독립변수의 예측 정확도를 나타낸다. 절단 기준값 0.5를 사용하여 구축한 모형의 분류정확도를 살펴보았을 때 66.9%의 정확한 분류표를 보이고 있다.

V. 결론

차량과 보행자의 통행이 동등하게 혼재하는 생활권 도로의 교통사고 특성에 대하여 알아보고자 본 연구를 계획하였다. 생활권 도로에 대한 정확한 정의가 없어 관련 법령 및 문헌을 참고하여, 본 연구에서는 폭원 9m 미만 도로의 교통사고에 대해 집중적으로 분석하였다.

2012년 서울시 교통사고 총 40,774건 중 9m 미만 도로에서 발생한 사고는 18,588건으로 전체의 46%를 차지한다. 종속변수는 9m 미만 도로에서 발생한 교통사고 여부이며, 9m 미만 도로에서 발생한 교통사고를 ‘1’, 그렇지 않은 이외의 사고를 ‘0’으로 가공하였다. 그리고 각 독립변수에 대해서도 종속변수와 같이 이분화 작업을 수행하여 연관성을 파악하였다.

종속변수에 유의한 변수 중 영향이 많이 미치는 변수로는 운전자가 직진 중 일 때, 운전자가 여성일 때, 보행자가 차도로 통행 중 일 때, 자전거 운전 중 일 때, 야간일 때, 눈이 올 때, 운전자가 좌우회전 중일 때, 비가 올 때, 보행자가 여성일 때, 운전자의 차종이 이륜차일 때, 운전자의 차량이 비사업용일 경우 순이었다.

운전자가 직진 중인 경우 폭원 9m 미만 도로에서 발생할 확률이 3.036배로 가장 높았다. 대개 운전자는 직진을 주로 행하고 있어 나타난 결과라고 판단될 수 있지만, 이 수치는 9m 이상의 도로에 비해 교통사고가 3.036배 더 발생할 확률이므로 생활권 도로에서 직진 차량의 속도를 줄이기 위한 대책, 운전자의 의식제고 등 운전자와 보행자를 위한 안전 대책이 필요하다.

여성에 의한 사고가 운전자일 경우 2.239배, 보행자일 경우 1.164배로 높게 나타났으며, 운전자가 자

전거, 이륜차일 때 또한 각각 1.767배, 1.101배로 높게 나타났다. 이는 폭원 9m 미만 도로는 주로 생활권과 밀접한 관련이 있어 시간대에 상관없이 남성보다는 여성 비율이 더 높음을 알려주며, 도로 내 승용차 보다 자전거, 이륜차와 충돌할 확률이 높음을 알려준다. 이에 대상 도로에서 자전거와 이륜차의 충돌을 예방할 수 있는 방안 마련이 필요하며, 여성을 포함한 교통약자에 초점을 맞춘 생활권 도로 대책이 요구된다.

또한 보행자 행동유형의 경우 차도로 통행할 때 교통사고로 이어질 확률이 높았다. 도로폭이 좁을수록 보도와 차도의 구분이 명확치 않은 도로가 많으며, 구분이 명확하다 하더라도 보행로가 좁거나 어두운 경우 차도통행이 빈번해진다. 따라서 보행자는 차도로 노출이 높아지며, 차량과 충돌할 경우의 수가 높아져 교통사고로 이어지는 것이다. 따라서 9m 미만의 도로와 같이 좁은 도로에 보도와 차도를 명확하게 구분하는 방법, 혹은 보도와 차도를 공용하여 도로 내 운전자와 보행자 누구도 우위라는 생각이 들지 않는 의식변환이 필요한 시점이다. 본 연구 결과 중, 야간에 발생하는 사고 비율이 1.742배로 높게 나타나 차도 및 보도에서 발생하는 사고를 줄이기 위해 횡단보도 LED 조명등 설치, C-ITS를 이용한 V2X 통신 기반 안전기술 적용 등 도로 특성에 맞는 적절한 대안이 필요하다.

본 연구에서는 종속변수와 독립변수의 연관성을 파악하기 쉽도록 이항 로지스틱 회귀분석을 사용했다. 추후 다른 분석방법으로 추가적인 분석을 수행하여 결과를 비교, 보완 하면 보다 더 정확한 사고 모형으로 활용이 가능 할 것이다. 분석결과는 해당 도로의 교통사고 분석 시 특성 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대되며, 국지도로와 같은 집 앞 생활도로의 교통사고 저감을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

- [1] Ministry of Land, *Rules on the road based on the structure of the facility, Commentary (Korean edition)*, 2013.
- [2] Ministry of Land, *Rules on the urban planning decision:structure and installation standards, article 9*, 2013.
- [3] K. B. Shim, N. W. Heo, "The Effects Analysis and Model Project on Speed Management in Commerical Area Street", *Korea Society of Road Engineering*, vol. 13, no. 1, pp.119-127, 2011.
- [4] I. J. Jang, J. W. Kim, H. R. Lee, S. B. Lee, "Model for Predicting Accidents at a Unsignalized Intersections in a Community Road", *Korean Society of Civil Engineering*, vol. 31, no. 3, pp.343-353, 2011.
- [5] J. G. Hong, "A Study on the living street design method and residents' utilization : The case of the living street in Eunpyeong New Town", *University of Seoul master's degree dissertation*, 2010.
- [6] H. T. Kim, "Small and medium town life road traffic accident cause analysis research : Yongin-centered practices", *Myongji University master's degree dissertation*, 2010.
- [7] Y. B. Kim, "The study about decrease effects of traffic accidents within local street", *Myong-ji University master's degree dissertation*, 2005.
- [8] S. M. Um, "A Study on Safety Countermeasures following Analysis the Actual Conditions of Traffic Accident School Zone", *Hanbat University master's degree dissertation*, 2003.
- [9] H. S. Kim, "A study on traffic accidents and countermeasures on residential streets. Case study of Seochogu. Seoul", *Journal of the Research Institute of Industrial Technology*, vol. 17, pp.436-442, 1998.
- [10] Duperrex O, I. Roberts, F. Bunn., "Safety education of pedestrians for injury prevention", *The Cochrane database of systematic reviews 2*, 2002.
- [11] H. C. Quan, B. G. Lee, C. S. Lee, J. W. Ko, "The Landslide Probability Analysis using Logistic Regression Analysis and Artificial

- Neural Network Methods in Jeju”, The Korea Society For Geospatial Information System, vol. 19, no. 3, pp.34-40, 2011.
- [12] S. W. Sim, “Analysis for Death Rates from Traffic Accidents via a Multiple Regression”, Hanyang University master’s degree dissertation, 2007.
- [13] J. M. Lee, T. H. Kim, Y. T. Lee, J. M. Won, “Development the Traffic Accident Prediction Model using Classification and Regression Tree Analysis”, Korea Society of Road Engineering, vol.10, no.1, pp.31-39, 2008.
- [14] B. K. Song, “The Improvement of Road Design on Residential Area Community Streets Based on Pedestrian Behavior”, Department of Urban Planning Graduate School of Kyung-won University master’s degree dissertation, 2011.

저자소개



임 유 진 (Lim, You-Jin)

2013년 서울시립대학교 석사과정 졸업(교통안전/운영 전공)
2013년 9월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 도로교통연구실 연구원
e-mail : yjlim@kict.re.kr
연락처 : 031) 910-0070



문 학 룡 (Moon, Hak-Ryong)

2001년 숭실대학교 박사과정 졸업(전기공학 전공)
2005년 2월 ~ 현재 : 한국과학연합대학원 대학 ITS공학과 부교수
1997년 2월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 도로교통연구실 연구위원
e-mail : hymoon@kict.re.kr
연락처 : 031) 910-0476



강 원 평 (Kang, Won-Pyeong)

2012년 한양대학교 석사과정 졸업(도로포장 전공)
2012년 12월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 도로교통연구실 연구원
e-mail : kwpdmb@kict.re.kr
연락처 : 031) 910-0369