

지방부 신호교차로 사고특성분석 및 모형개발

- 청주·청원을 중심으로 -

Analysis of Accident Characteristics and Development of Accident Models in the Signalized Intersections of Cheongju and Cheongwon

박 병 호

(충북대학교 도시공학과 교수)

양 정 모

(충북대학교 도시공학과 석사과정)

유 두 선

(충북대학교 도시공학과 석사과정)

김 원 호

(서울시정개발연구원 부연구위원)

목 차

I. 서론	IV. 분석틀의 설정
1. 연구의 배경 및 목적	1. 자료수집 및 정리
2. 연구의 내용 및 방법	2. 분석모형 설정
II. 기존문헌 고찰	V. 모형 개발 및 결과분석
1. 국내연구의 동향	1. 변수간의 상관성 분석
2. 국외연구의 동향	2. 모형개발
3. 기존 연구와의 차별성	3. 결과분석
III. 사고현황 및 특성 분석	VI. 결론 및 향후 연구과제
1. 사고현황	
2. 사고특성분석	참고문헌

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

교통이란 주체되는 사람이나 물건을 이동수단을 통해 도로시설을 활용하여 이동하게 되는 일련의 모든 행위를 일컫는다. 이러한 교통은 해당지역의 지역적 특성 및 토지이용에 따라 차종 및 차량의 통행특성, 도로의 기하구조 등 도로여건 및 운영적 특성이 변하게 된다.

일반적으로 지역은 인구 및 건물의 밀집정도, 취약현황 등의 인문·사회적 형태에 따라 도시부와 지방부로 구분된다. 이는 세부적으로 주거, 상업, 공업, 농업지역 등과 같이 지역적 특성에 따라 여러 종류로 분류할 수 있다. 이러한 지역적 특성은 교통행태에도 영향을 미치게 된다. 따라서 차량의 차종, 통행특성, 도로의 기하구조, 신호처리형태 등은 지역에 따라 많은 차이를 갖게 되는 것이다.

도시부는 첨두시의 차량집중률이 심하고, 통

근, 통학, 쇼핑 등의 단거리 통행이 많으며, 도심지 및 주요지역에 밀집되는 특성을 갖는다. 또한 밀집된 인구조로 인해 통행하는 차량이 많아 주행속도는 낮아진다. 반면, 지방부의 도로는 장거리와 단거리 통행이 공존하며, 도시지역 보다 교통량이 현저히 적기 때문에 차량의 주행속도가 상대적으로 높다. 또한 주변 지형지물의 영향이 커 도로선형에 있어서 종단 및 횡단경사, 회전반경 등의 기복이 크다.

지방부의 대다수 지역은 국도가 주간선도로의 역할을 하고 있으며, 지역과 지역을 연결하기 때문에 양방 4차로 이상인 경우가 많고, 도로의 선형 및 제반여건이 양호하다. 반면, 지방도는 보조간선의 역할을 하게 되며, 장거리 통행보다는 지역주민들의 단거리 통행이 많기 때문에 양방 2차로로 국도에 비해 도로의 규모가 작으며, 도로선형에 있어서 국도보다 많은 주변 지형지물의 영향을 받는다. 이렇게 국도와 지방도는 서로 다른 교통특성을 가지며 이에 따라 사고를 유발하는 요인 또한 서로 차이가

효과를 과분산할 경우 용이한 음이항 모형을 사용하여 사고예측모형을 개발하였다.

Mohamed Abdel-Aty(2004)는 플로리다의 3개 카운티의 476개 신호교차로를 대상으로 1999년에서 2000년 까지 2년간의 사고자료를 통해 가로축 상의 신호교차로 사이에 특정 효과를 제3유형 분석 실시하여 변수의 상관 효과를 분석했으며, 신호교차로에서 사고율에 중대한 영향을 미치는 변수가 확인가능한 모형을 일반추정방정식 음이항 모형을 이용하여 개발하였다.

3. 기존 연구와의 차별성

현재 도시부를 대상으로 한 도로운영 및 안전에 관련된 연구는 활발히 진행되고 있지만, 지방부의 경우, 신호체계, ITS 등 교통관리시스템의 개선 및 도입방향을 다루거나, 일반적으로 교차로가 아닌 고속도로에 국한된 연구, 또는 국소적인 대상지나 범위로 한정하여 일부 주제만 다룬 연구가 대부분이다. 지방부의 교통사고를 대상으로 한 연구는 1990년대 초 지방부 교통사고 특성 및 안전대책을 다룬 논문이 발표 되었지만, 이후 이렇다 할 연구가 진행되지 않았다. 단지, 사고모형분야에서 지방부를 대상으로 한 연구가 종종 발표되었을 뿐이다. 하지만 이 역시 도시부와 동일한 변수들을 적용하여 모형을 개발함으로써, 지방부의 비도시적 특성을 반영하지는 못했다. 따라서 본 연구는 지방부의 특성을 반영할 수 있는 사고모형을 개발하기 위해, 교차로간거리, 평균차로폭 차이, 조명시설합계, 중차량비 등의 새로운 변수를 추가하였다. 또한 사고자료의 선형성 및 비선형성을 반영하기 위해 다중선형회귀모형과, 포아송 및 음이항회귀모형을 사용하여 지방부 사고분석의 전문성을 높였다는데 의의가 있다. 마지막으로 본 연구는 분석대상지의 교차로 및 도로 기하구조, 사고관련요인 등의 현황분석, 사고자료를 통한 사고특성 분석 등 저자가 기존 연구한 논문들의 연장선상에 있는 연구라 할 수 있으며, 향후 지방부의 교통사고에 관련한 많은 연구의 가이드라인이 될 수 있도록 부단한 연구 중에 있다.

III. 사고현황 및 특성분석

1. 사고현황

연구대상지의 전체 사고건수는 280건으로 이중 국도에서 229건, 지방도에서 51건이 발생하였다. 국도상의 사고발생 교차로 수는 68개소로 평균 3.37건의 사고건수를 보였고, 지방도는 19개 교차로로 2.68건으로 나타나 국도의 사고발생률이 높았다.

표 1. 도로종류별 사고건수

구분	사고건수(건)	교차로수	평균건수
국도	229	68	3.37
지방도	51	19	2.68
국지도, 시도	27	11	2.45
계	307	98	3.13

국도와 지방도의 다양한 상황에 따른 사고특성을 살펴보기 위해 사고피해정도, 사고차종에 따라 사고유형, 위치, 진행상태 등의 관계에 따른 특성을 파악하였다.

2. 사고특성분석

본 장에서는 전체 사고건수를 사고피해정도, 사고차종으로 분류하여 사고당시의 사고유형, 위치, 진행상태 등의 다양한 조건을 통해 분석하여 각 조건에 대한 세부적인 사고의 특징을 살펴보았다.

1) 사고피해정도에 의한 분석

사고피해정도는 사망사고, 부상사고 및 물피사고로써, 이는 사고의 심각도를 나타낸다. 따라서 특성분석을 통해 심각도는 사고당시의 사고유형, 위치, 진행상태, 시간, 차종 등과 어떠한 관계가 있는지를 알아보았다.

사고원인에 따른 사고피해정도를 보면, 전체 사고의 경우, 안전운전불이행에 따른 사고의 비율이 높으며, 사망사고가 4건, 부상사고가 125건, 물피사고가 46건으로 부상사고가 가장 높고, 다음이 물피사고이며, 사망사고가 가장

낮게 나타난다. 음주 및 안전거리 미확보에 따른 사망사고는 0건이었으며, 음주사고시 물피 사고의 비율이 다소 높았다.

사고유형에 따른 사고는 후미추돌사고가 총 112건으로 가장 높았으며, 이중 사망사고는 1건, 부상사고는 88건, 물피사고는 23건으로 부상사고의 비율이 월등히 높았다. 고정물체의 경우, 전체 28건 중, 물피사고가 14건으로 50%, 부상사고가 13건으로 46%를 차지해 물피사고의 비율이 높았으며, 차로변경접촉과, 접촉사고도 후미추돌에 비해 물피사고의 비율이 높아 후미추돌에 비해 사고의 심각도가 낮은 것으로 나타났으며, 측면직각은 사망사고의 비율이 높아 심각도가 컸다.

사고위치에 따른 사고는 횡단보도에서의 사고가 전체 19건 중 사망사고 3건, 부상사고 13건, 물피사고 3건으로 사고의 심각도가 높은 것으로 나타났다. 유입부의 경우, 사고건수는 높았지만, 비교적 사망사고건수가 적어 심각도는 높지 않았다.

계절(월별)에 따른 사고의 피해정도는 3월의 물피사고가 40%로 다른 달들에 비해 월등히 높았으며, 6월의 경우도 물피사고 비율이 35%로 비교적 높았다. 전반적으로 여름철과 겨울철에는 사고건수에 비해 사망사고의 비율이 적었으며, 3월과, 5월 9월에는 사망사고의 비율이 높았다.

시간대에 따른 사고의 피해정도는 야간 23시에서 24시까지의 물피사고의 비율이 가장 높았으며, 7시부터 18시까지의 주간시간대에 물피사고의 비율이 타 시간대에 비해 비교적 높았다. 19시부터 22까지의 야간시간대에는 부상사고의 비율이 높았으며, 사망사고가 각각 1건씩 발생했다.

차종에 따른 사고의 피해정도를 보면, 승용차의 경우, 총 150건 중 사망사고가 4건으로 2.5%, 부상사고가 122건으로 76.3%, 물피사고가 34건으로 21.2%의 비율을 보였다. 트럭(소)와 트럭(대)의 경우, 각각 사망사고가 2건씩 발생하였는데, 트럭(대)의 경우, 전체 8건 중 2건으로 사고의 심각도가 높았다. 일반적으로 치사율이 높은 이륜차의 경우, 전체 17건 중, 사망사고 0건, 부상사고 13건, 물피사고 4건으로 심각도가 다소 낮게 나타났다.

진행상태에 따른 사고의 피해정도는 직진중

이 총 199건으로 가장 많았으며, 사망사고가 7건으로 3.5%, 부상사고가 154건으로 77.3%, 물피사고가 38건 19.2%로 사망 및 부상사고의 비율이 높았고, 차로변경시 사고는 물피사고율이 높아 사고의 심각도가 비교적 낮았다.

2) 사고차종에 의한 분석

사고차종은 승용차, 택시, 버스, 이륜차, 트럭(소), 트럭(중), 트럭(대), 기타로 8가지로 구분하였으며, 이러한 차종이 사고당시의 사고유형, 위치, 진행상태 등과 상호 어떠한 관계가 있는지를 알아보았다.

사고원인에 따른 차종별 사고건수는 승용차의 경우, 안전운전불이행에 따른 사고가 85건으로 가장 높았으며, 신호위반, 통행금지위반, 일시정지위반에 따른 사고가 전체 160건 중 22건으로 비교적 높은 비율을 보였고, 음주운전이 또한 21건으로 높았다. 트럭(소)와 이륜차의 경우, 다른 차종보다 음주운전으로 인한 사고가 많은 것으로 나타났다.

사고유형에 따른 차종별 사고건수는 트럭(소)와 트럭(중), 버스가 차대사람사고의 비율이 높았으며, 택시의 경우, 다른 유형에 비해 후미추돌로 인한 사고비율이 상당히 높았다.

사고위치에 따른 차종별 사고건수는 전반적으로 유입부의 사고가 높은 비율을 보이며, 이륜차와 트럭(소), 트럭(중)은 교차로내의 사고비율이 비교적 높았다. 차종별로 고르게 높게 나타난 유출부 사고에 있어서, 택시는 전체 15건 중 1건, 트럭(중)은 전체 20건 중 1건으로 낮게 나타났다.

계절에 따른 차종별 사고건수는 승용차의 경우, 봄과 가을철에 많은 것으로 나타났고, 택시는 겨울철에 가장 많은 사고가 발생했다. 버스와 트럭(소) 또한 겨울의 비율이 높았으며, 트럭류는 봄철 사고 비율이 높았다.

진행상태에 따른 차종별 사고건수는 승용차의 경우, 그림 12와 같이 직진중의 사고가 대부분을 차지하고 있으며, 다른 차종 또한 직진중의 사고가 가장 높은 비율을 보였다. 또한 택시, 버스, 이륜차, 트럭(대)는 다른 차종과 비교해 상대적으로 적은 차로변경중 사고발생의 비율을 보였다.

IV. 분석틀의 설정

1. 자료수집 및 정리

본 연구의 분석 대상지는 청주·청원 지방부의 지방도급 이상(국도, 국지도, 시도, 지방도) 도로의 교차로 중 점멸, 무신호교차로 및 운영 특성이 다른 교차로를 제외한 신호교차로로, 신호교차로 중 99%의 비율을 차지하는 3지와 4지 교차로를 대상으로 하였다. 조사대상 교차로는 전체 140개 교차로로, 이들 교차로의 사고자료와 사고에 영향을 미치는 요인들을 교통량, 도로조건, 교통운영조건, 주변환경조건으로 분류하여 조사하였다.

조사대상 교차로 즉, 분석 대상지는 청주시의 2차 외곽순환도로를 기준으로 외부의 지역과 청원군 전 지역을 대상으로 하였다. 본 연구의 목적이 청주·청원 지방부 신호교차로의 사고모형을 개발하고 특성을 파악해 보는 것이기 때문에 사고발생교차로 97개소와 미발생교차로 43개소를 조사함으로써, 분석 대상 교차로인 3·4지 신호교차로 140개를 전수 조사하였다.

모형의 개발과정에서 종속변수로 활용되는 사고자료는 충북지방경찰청의 교통사고관리시스템(TAMS)의 2005년 사고자료를 활용하였으며, 대상지역 전체 사고자료 중 신호교차로 상의 사고만을 추출하여 전체 사고자료를 가공하였다. 사고에 영향을 미칠 것으로 판단된 요인들은 현장조사 및 2005년 도로교통량통계연보(건설교통부), 2005년 온라인구간 교통량 조사 및 교통신호 운영자료(청주시, 청원군)를 활용하여 수집하였다.

독립변수로 활용되는 교차로 기하구조 및, 토지이용, 신호체계, 교통량 등은 기존 관련문헌을 통하여 교차로 교통사고와 밀접한 관련이 있는 24개의 항목을 각 방향별로 세분화 하였으며, 현장조사를 통해 114개, 실내조사 76개, 총 190개 항목을 조사하였다.

현장조사는 사전연구를 통해 작성된 sheet지에 관련내용을 기술하는 방법을 취했으며, 실내조사는 현장조사자료를 통해 가공될 수 있는 변수 즉, 연속방향 차로수차, 방향별 최대차로폭차, 연속방향 차로폭차, 교차로간 거리, 교차

로면적, 교차각, 회전비율, 중차량비율 및 각 차로별 평균과 합계, 항목별 차이 등을 컴퓨터 프로그램(Excel) 및 인터넷지도를 활용하여 산출하였다.

2. 분석모형 설정

1) 독립변수 선정

현장조사 및 실내조사를 통해 수집된 190개의 변수 중 선형적 특성이 있는 변수들을 1차 상관분석을 하여 종속변수와 연관성이 높은 14개의 추출하였으며, 이를 연속형 독립변수로 선정하였다. 또한 범주형 변수는 선형성을 판단하기 곤란하여 우선, 5개 변수 모두를 독립변수로 선정하였다.

<표 1> 연속형 독립변수

독립변수	기호	정의	단위
차로수평균	X_1	각 접근로의 차로수 평균	개
평균차로폭차	X_2	각 접근로별 (1~n)차로의 폭 차이 평균	m
좌회전전용차로합계	X_3	교차로내 좌회전전용차로 합계	개
우회전전용차로합계	X_4	교차로내 우회전전용차로 합계	개
교통섬합계	X_5	교차로내 교통섬 합계	개
횡단보도합계	X_6	교차로내 횡단보도 합계	개
조명시설합계	X_7	75m이내의 조명시설 합계	개
회전유도차선합계	X_8	교차로내 회전유도차선 합계	개
현시수	X_9	교차로의 현시수	현시
교차로간거리합계	X_{10}	주도로 양방향 인접교차로와의 거리	Km
주도로폭	X_{11}	주도로 전체의 폭	m
교차로면적	X_{12}	교차로의 면적	m ²
전체교통량	X_{13}	(주간1시간교통량×12시간)+(주간1시간교통량×3×12시간/7)	대/일, pcu
중차량비	X_{14}	$\frac{\text{중차량교통량}}{\text{전체교통량}} \times 100$	%
중앙분리대유무	X_{15}	중앙분리대의 유무	없음:0, 있음:1
유턴유무	X_{16}	유턴가능지점의 유무	없음:0, 있음:1
버스정류장유무	X_{17}	버스정류장의 유무	없음:0, 있음:1
노상주정차유무	X_{18}	노상주정차차량의 유무	없음:0, 있음:1
차량유출입구유무	X_{19}	차량유출입구의 유무	없음:0, 있음:1

2) 종속변수 선정

종속변수는 함수 $y=f(x)$ 에 있어서 (x) 가 변화하는데 따라 변화되는 (y) 값으로써 독립변수의 변화에 따라 값이 결정되는 다른 변수를 의미한다. 본 연구는 사고유발요인들을 토대로 사고모형을 구축하기 때문에 종속변수에는 사고관련변수를 종속변수으로써 사용하여 사고유발요인변수에 따른 사고관련변수의 변화를 예측한다.

본 연구에서는 사고관련 변수 즉, 종속변수를 두 가지로 선정하였으며, 그 첫 번째가 교통사고건수이고, 두 번째는 대물피해환산법(EPDO)이다. 교통사고건수는 일반적으로 가장 많이 사용되기 때문에 추후 타 연구들과의 비교를 위해 선정하였으며, EPDO는 교통량과 관계없이 사고의 피해정도를 파악할 수 있기 때문에 선정하였다.

V. 모형의 개발 및 결과분석

1. 변수간의 상관성 분석

교통사고모형을 개발하기 위해서는 변수들간의 관련성 및 방향성의 정도를 파악해야 하며, 이를 토대로 변수들 간에 어떠한 관계가 있는지를 알아봐야 한다. 이러한 분석의 가장 일반적인 방법은 상관분석으로 연속형의 경우, Pearson의 단순상관계수를 구하여 변수간의 상관관계에 대한 유무검정을 하여 변수 간에 상관관계를 조사한다. 따라서 이러한 상관분석과정을 통해 변수들 간에 관련성 여부를 파악하였다.

변수간의 상관관계를 분석하기 위해 종속변수인 사고건수(Y_1), EPDO(Y_2)와 연속형 독립변수($X_1 \sim X_{14}$)와의 상관관계를 분석하였다. 상관관계의 유의성은 신뢰수준을 90%($\alpha=0.1$)로 하여 판단하였으며, Pearson의 단순상관계수를 통해 변수간의 유의한 정도를 분석했다.

중앙분리대유무, 유턴유무, 버스정류장유무, 차량유출입구유무 등의 범주형 독립변수는 종속변수와 상관성을 파악하기 위해 교차분석을 실시 하였으며, 연속형 종속변수인 사고건수(Y_1), EPDO(Y_2)와 범주형인 독립변수($X_{15} \sim$

X_{19})들 간에 직접적인 교차분석이 불가능하기 때문에 사고자료를 사고유무로 변환하여 범주형 변수들과의 관련정도를 파악해 보았다. 유의한 정도는 Pearson의 카이제곱값과 신뢰수준 90%($\alpha=0.1$)로 하여 판단하였다.

<표 2> 변수간 상관분석 결과

독립변수	사고건수		EPDO	
	Corr.	P-value	Corr.	P-value
차로수평균	0.174	0.039	0.134	0.115
평균차로폭차	0.313	0.000	0.271	0.001
좌회전전용차로합계	0.252	0.003	0.200	0.018
우회전전용차로합계	0.308	0.000	0.253	0.003
교통섬합계	0.354	0.000	0.300	0.000
횡단보도합계	0.213	0.012	0.197	0.019
조명시설합계	0.224	0.008	0.135	0.111
회전유도차선합계	0.221	0.009	0.247	0.003
현시수	0.183	0.030	0.173	0.041
교차로간거리합계	0.205	0.015	0.190	0.025
주도로폭	0.197	0.020	0.173	0.041
교차로면적	0.177	0.037	0.134	0.113
전체교통량	0.619	0.000	0.565	0.000
중차량비	-0.234	0.005	-0.216	0.010

주) pearson 상관계수

<표 3> 범주형 독립변수 교차분석 결과

구분	값	자유도	점근유의확률 (양측검정)
중앙분리대유무	3.158	1	0.076
유턴유무	0.248	1	0.618
버스정류장유무	3.244	1	0.072
노상주정차유무	0.234	1	0.629
차량유출입구유무	0.019	1	0.891

교차분석결과, 중앙분리대유무와 버스정류장유무의 경우, Pearson의 카이제곱 값이 각각 3.158, 3.244이고 자유도가 1일 때 유의확률이 0.08이하로 유의수준 0.1에서 유의한 것으로 나타나 종속변수와 상호 관련이 있는 것으로 나타났다. 하지만, 나머지 변수들은 유의확률이

크게 떨어져 종속변수와 관련이 없는 것으로 분석되었다. 하지만 1차 모형개발시 유턴유무와, 차량유출입구유무가 신뢰수준 90%($\alpha=0.1$) 이하로 나타나 모형에 채택됐기 때문에 독립변수에서 제거하지 않았다.

2. 모형개발

본 연구는 청주·청원 지방부의 교차로 교통사고모형을 개발하기 위해 총 140개 교차로의 기하구조, 교통량, 신호체계, 토지이용 등을 조사하였고, 이를 통계 프로그램 상의 변수로 활용하기 위해 재구성하였으며, 이렇게 재구성된 자료들을 통계프로그램 SPSS 12.0과 LIMDEP (Limited Dependent Variables) ver 8.0을 이용하여 모형을 개발하였다. 개발 시 이용되는 모형은 다중선형회귀모형과 포아송 및 음이항회귀모형으로, 개발 대상을 지방부 교차로 전체로 하여 사고건수와 EPDO를 종속변수로 4개의 사고모형을 개발하였다.

1) 모형의 선정

종속변수인 사고건수와 EPDO의 정규성을 따르는지를 파악하여 선형 및 비선형 중 어떠한 특징을 갖는지 분석한다. 따라서 자료의 정규성을 파악할 수 있는 Kolmogorov-Smimov 검증¹⁾을 활용하여 사고건수와 사고율의 정규성을 분석하였다.

<표 4> 정규성 검정 결과

구분	Kolmogorov-Smimov ^a			Shapiro-Wilk		
	통계량	자유도	유의 확률	통계량	자유도	유의 확률
사고건수	0.248	140	0.000	0.738	140	0.000
EPDO	0.240	140	0.000	0.713	140	0.000

a. Lilliefors 유의확률 수정

1) Kolmogorov-Smimov 검증은 관측치들의 분포가 특정한 이론적 분포(예:정규분포, 포아송분포)를 따르는지 조사하는 방법이다. 많은 모수 통계기법은 주어진 자료가 정규분포를 따른다는 것을 가정으로 하며, Kolmogorov-Smimov 검증은 이러한 가정을 검증하는데 유용하게 이용될 수 있다.(이학식, 2001)

Kolmogorov-Smimov 검증결과, 사고건수와 EPDO 모두 95%의 유의수준 안에 유의적으로 정규성을 따른다고 볼 수 없어, 비선형적 특성이 있는 것으로 파악되었다.

위와 같이 종속변수인 사고자료가 정규성을 따르지 않았으며, 독립변수와 선형적 유의관계를 파악하는 상관분석 결과가 양호하기 때문에 선형성과 비선형성을 중 하나의 특성을 가졌다고 보기 어렵다 판단하고, 선형성과 비선형성을 잘 반영하는 모형²⁾을 하나씩 선정하여 사고모형을 개발하였다.

2) 다중선형회귀모형

연속형 독립변수 14개와 범주형 독립변수 5개를 단계적 변수 증감법을 이용해 다중공선성 및 통계적 유의성이 검증되지 않은 독립변수들을 제거하여 모형을 구축하였다. 구축한 회귀모형에 사용된 독립변수들에 대해서는 p-value가 90% 신뢰수준에서 통계적으로 유의함을 판단하였다.

<표 5> 다중선형 모형개발 결과

모형	모형식		비표준화계수			t
			B	표준 오차	표준화 계수	
사고건수	$Y_1 = 0.721 + 0.0002X_{13} + 0.563X_8 - 0.202X_{11} + 2.568X_2 + 0.257X_{10} + 0.370X_9 - 0.839X_{19}$					0.541
EPDO	$Y_2 = -0.679 + 0.0004X_{13} + 1.370X_8 - 4.981X_{11} + 6.968X_2 + 1.688X_9 + 0.627X_{10} - 2.516X_{19}$					0.475
모형	관련변수		비표준화계수			t
			B	표준 오차	표준화 계수	
사고건수	상수항		-0.721	0.758	-	-0.951
	전체교통량 (X_{13})	0.0002	0.000	0.675	10.247	
	횡단보도합계 (X_8)	0.563	0.200	0.207	2.814	
	주도로폭 (X_{11})	-0.202	0.049	-0.342	-4.138	
	평균차로폭차 (X_2)	2.568	0.759	0.237	3.384	
	교차로간거리 (X_{10})	0.257	0.096	0.164	2.672	
	회전유도차선 (X_9)	0.370	0.182	0.144	2.030	
	차량유출입구 (X_{19})	-0.839	0.420	-0.120	-1.997	
	EPDO	상수항		-0.679	2.360	-
전체교통량 (X_{13})		0.0004	0.000	0.608	8.800	
횡단보도합계 (X_8)		1.370	0.614	0.174	2.231	
차로수평균 (X_{11})		-4.981	1.187	-0.374	-4.195	
평균차로폭차 (X_2)		6.968	2.376	0.222	2.933	
회전유도차선 (X_{10})		1.688	0.578	0.226	2.920	
교차로간거리 (X_9)		0.627	0.299	0.138	2.102	
차량유출입구 (X_{19})		-2.516	1.309	-0.124	-1.922	

2) 선형 : 다중선형회귀모형, 비선형 : 포아송 및 음이항회귀모형

<표 6> 포아송 및 음이항회귀모형

교통사고건수						EPDO					
포아송회귀식			음이항회귀식			포아송회귀식			음이항회귀식		
계수		t-값	계수		t-값	계수		t-값	계수		t-값
상수	-1.016	-3.217	상수	-1.030	-2.921	상수	-0.452	-2.660	상수	-0.547	-1.368
X_2	0.777	3.942	X_2	0.784	3.293	X_2	0.685	5.519	X_2	0.836	2.082
X_6	0.258	4.731	X_6	0.260	3.938	X_6	0.286	8.714	X_6	0.311	2.937
X_8	0.100	2.065	X_8	0.097	1.671	X_{11}	-0.065	-6.234	X_{11}	-0.074	-2.636
X_{11}	-0.077	-4.226	X_{11}	-0.078	-3.739	X_{13}	0.00008	21.713	X_{13}	0.00008	8.884
X_{13}	-0.0008	13.533	X_{13}	0.0008	12.014	-	-	-	-	-	-
X_{19}	-0.353	-2.555	X_{19}	-0.338	-2.119	-	-	-	-	-	-
-	-	-	α	0.079	1.293	-	-	-	α	0.960	5.380
$\rho^2=0.366$			$\rho^2=0.0057$			$\rho^2=0.397$			$\rho^2=0.295$		

다중선형회귀모형 개발결과, 회귀선에 의해 설명되는 비율을 의미하는 결정계수 R^2 값이 사고건수는 0.541, EPDO는 0.475로 모형에 의한 설명력이 비교적 높았다. 사고건수와 EPDO 모두 종속변수에 대한 독립변수의 영향력을 나타내는 표준화계수가 전체교통량이 0.675과 0.608로 나타나 변수 중 가장 영향력이 큰 것으로 나타났다.

3) 포아송 및 음이항회귀모형

포아송 회귀모형과 음이항 회귀모형은 종속변수인 사고자료의 과분산 정도에 따라 선별되어 사용된다. 사고자료의 과분산 정도를 나타내는 과분산 계수(α)값이 0에 가까우면 포아송회귀모형이 적합하며, 0에 가깝지 않으면, 음이항회귀모형을 사용하는 것이 바람직하다.³⁾ 따라서 본 연구는 과분산 계수(α)값이 0.1 이하인 경우, 포아송회귀모형을 그 이상인 경우는 음이항회귀모형을 사용하였다.

교통사고건수 모형은 과분산 계수(α)값이 0.079로 0에 가깝기 때문에 포아송회귀모형을 채택하였으며, 모형의 설명력을 나타내는 ρ^2 값이 0.366으로 통계적으로 유의한 모형이 개발되었다. 변수들의 p-value는 신뢰수준 90%($\alpha=0.10$) 기준에 유의했다.

EPDO 모형은 과분산 계수(α)값이 0.960으로 선정기준 0.1 이상이기 때문에 음이항회귀모형을 채택하였으며, ρ^2 값이 0.295로 교통사고건수 모형보다는 다소 낮지만 통계적으로 유의한 모형이 개발되었다. 변수들의 p-value는 신뢰수준 90%($\alpha=0.10$) 기준에 유의했다.

3. 결과분석

전체교통량, 주도로폭, 평균차로폭차, 횡단보도합계는 4개 모형에 공통적으로 채택되어 지방부의 교통사고에 있어 가장 영향력이 높은 변수들로 파악되었다. 또한 교통량과 평균차로폭차, 횡단보도합계는 증가할수록, 주도로폭은 감소할수록 사고가 많이 발생하는 것으로 나타나 사고와의 관계를 알 수 있었다. 그밖에 회전유도차선합계, 차량유출입구유무, 교차로간거리가 변수가 채택되었다. 여기서, 중요한 점은 한 접근로 내 각 차로의 차로폭 차이가 사고와 밀접한 관련이 있는 것으로 나타나 일정치 않은 차로폭이 지방부에서 사고를 유발시키는 특징적인 변수임이 증명되었다. 교차로간거리 또한 도시부보다 먼 지방부의 교차로간 거리를 반영한 변수로, 거리가 멀어짐에 따라 주행속도가 높아져 사고의 발생확률이 높아지는 일반적인 원리를 잘 나타내고 있다.

3) 이기영, 이용택(2004), 확률회귀모형을 이용한 고속도로의 사고요인 분석, 도로교통, 제94호, pp.51~64.

<표 7> 모형별 채택변수

다중선형회귀모형		포아송 및 음이항회귀모형	
사고건수	EPDO	사고건수(포아송)	EPDO(음이항)
횡단보도합계	횡단보도합계	횡단보도합계	횡단보도합계
전체교통량	전체교통량	전체교통량	전체교통량
주도로폭	주도로폭	주도로폭	주도로폭
평균차로폭차	평균차로폭차	평균차로폭차	평균차로폭차
회전유도차선합	회전유도차선합	회전유도차선합	-
유출입구유무	유출입구유무	유출입구유무	-
교차로간거리합	교차로간거리합	-	-

VI. 결론 및 향후 연구과제

1. 결론

본 연구는 도시부 교차로와는 통행특성 및 도로여건이 다른 지방부 교차로의 사고요인의 특징을 파악하기 위해 지방도급 이상의 지방부 신호교차로 전체를 다양한 조건을 통해 사고특성을 분석하고, 사고모형을 개발함으로써, 지방부 사고의 특성을 파악하고 사고에 영향을 미치는 특정요인을 분석하였다.

사고특성분석 결과, 교차로 전체의 사고는 월별로 3월, 시간대별 21시에서 23시, 위치별 유입부, 원인별 안전운전불이행, 진행상태별 직진중, 차종별 승용차에 의한 사고가 가장 많았다. 사고피해정도 및 차종에 따라 사고당시의 사고유형, 위치, 진행상태 등의 다양한 조건을 통해 분석한 결과, 각 조건에 대한 세부적인 특징들이 나타났다.

모형개발 결과, 전체 교차로 다중선형모형의 R^2 값이 0.541, 0.475였으며, 포아송 및 음이항 모형의 ρ^2 값은 0.366, 0.295로 통계적으로 설명력이 높은 모형이 높은 모형이 개발되었다.

모형개발시 채택된 변수를 보면, 전체교통량, 주도로폭, 평균차로폭차, 횡단보도합계는 4개 모형에 공통적으로 채택되어 지방부의 교통사고에 있어 가장 영향력이 높은 변수들로 파악되었으며, 그밖에 회전유도차선합계, 차량유출입구유무, 교차로간거리가 변수가 채택되었다. 특히, 변수 중에서 평균차로폭차와 교차로간거리는 지방부의 특성을 반영하는 변수로 평균차로폭차는 도로운영적요인, 교차로간 거리는 토지이용 및 주변환경요인을 대변하는 것으로 판단된다.

본 연구는 모형개발을 통해 지방부 신호교차로의 사고발생요인들을 도출하였다. 통계적으로 유의한 이들 변수들은 사고발생에 있어 직접적인 원인이 되며, 교차로의 안전과 쾌적한 주행환경 확보를 저해한다. 따라서 이러한 요인들을 사전에 개선하고 교차로의 안전을 증진시키기 위한 일련의 행위에 있어서 본 연구는 정책적 방향을 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

2. 향후 연구과제

본 연구의 연구과정을 토대로 향후 보완·연구되어져야 할 사항을 정리하면 다음과 같다. 첫째, 조사자료의 다양화 및 자료수집 방법의 체계화이다. 본 연구는 사고발생의 중요한 원인이 되는 인접교차로와의 연동관계 등은 자료수집의 어려움으로 인해 적용하지 않았다. 또한 조명시설은 야간의 시거확보를 지원하는 설비임에도 불구하고, 작동유무를 조사하지 못했다. 따라서 사고발생의 주요영향요인들의 체계화된 자료수집 및 조사를 통해 사고모형의 신뢰도를 높일 필요가 있다. 둘째, 도시부와의 비교연구이다. 본 연구는 지방부 지역을 대상으로 한 연구이기 때문에 청주시의 도시부 지역 신호교차로 연구와의 비교·분석을 통해 지방부 교차로 사고의 특성 및 차이점을 명확히 밝혀야 할 것이다.

참고문헌

1. 강민욱·도철웅·손봉수(2002) 고속도로 평면 선형상 사고빈도분포 추정을 통한 음이항 회귀모형개발, 대한교통학회논문집, 대한교통학회 제20권 제7호, pp. 197-204.
2. 강승림(2003) 고속도로 선형조건과 GIS기반 교통사고위험도지수 분석, 서울대학교 박사학위논문.
3. 김효종(1997) 교통사고 유형에 미치는 영향요인 분석에 관한 연구, 전남대학교 박사학위논문.
4. 남궁현(2001) 신호교차로 교통사고 예측모형의 개발 및 적용, 전남대학교 대학원 석사학위 논문.
5. 류승욱(2005), 고속도로 교차점의 기하구조와 교통사고의 관계설정 및 모형분석, 충북대학교 박사학위논문.

6. 박병호(1995) 충청권의 교통사고 예측모형 개발에 관한 연구, 대한교통학회논문집, 대한교통학회, 제 13권, 제1호, pp. 63~82.
7. 박병호·류승욱(2006) 위험한 고속도로 교차점 및 연결로의 규명, 한국지역개발학회논문집, 한국지역개발학회, 제18권 제2호, pp. 23~42.
8. 박정순·김태영·유두선(2007) 도로환경요인과 교통사고의 상관분석 및 사고추정모형개발(청주시 4지 신호교차로를 중심으로), 대한교통학회논문집, 대한교통학회, 제25권 제2호, pp. 63~72.
9. 성낙문(2001) 교통사고예측모델을 이용한 도로의 안전도 평가방법 연구, 교통개발연구원.
10. 오주택·성낙문·하오근(2005) 국도변 신호교차로 안전성 향상을 위한 사고예측모형개발, 대한토목학회논문집, 대한토목학회, 제25권 제1호 pp. 9~15.
11. 이두희(2005) 횡단보도 보행자의 동태적 행위관련 안전예측모형 개발, 대한토목학회논문집, 대한토목학회, 제25권 제3호 pp. 439~445.
12. 이수범·김정현·홍다희·유창남(2003) 도로등급 및 특성에 따른 교통사고예측모형개발, 대한토목학회논문집, 대한토목학회, 제23권 제4호, pp. 133~144.
13. 최재성·원제무(2001) 교통공학(개정판), pp. 578~580.
14. 하태준·강정규·박제진(2001) 신호교차로 교통사고 예측모형의 개발 및 적용, 대한교통학회논문집, 대한교통학회, 제19권 제6호 pp. 207~218.
15. 홍정열(2002) 신호교차로에서의 사고 예측모델개발 및 위험수준결정 연구, 한양대학교 석사학위논문.
16. 도로교통안전관리공단(2005) 2004년도 청주시 전자교통신호체계 운영자료 및 교통량조사자료.
17. FHWA(1999), Crash Models for Rural Intersections : Four-Lane by Two-Lane Stop-Controlled and Two-Lane by Two-Lane Signalized
18. Hoong Chor Chin·Mohammed Abdul Quddus (2003) Applying the random effect negative binomial model to examine traffic accident occurrence at signalized intersections, accident analysis & prevention 35 pp. 253-259.
19. James A, Bonneson and Patrick T, McCoy, Estimation of safety at two-way stop-controlled intersections on rural highways, TRR 1401.
20. Mohamed Abdel-Aty etc(2006) Crash Estimation at signalized intersections along corridors : analyzing spatial effect and identifying significant factors”, TRB 06-1420.
21. Ping Yi·Yingcai Xiao(2001) Rule-Based Model For Traffic Accident Visualization and Analysis, Journal of Computing in Civil Engineering.
22. Xuedong Yan·Essam Radwan·Mohamed Abdel-Aty(2005) Characteristics of rear-end accidents at signalized intersections using multiple logistic regression model, accident analysis & prevention 37, pp. 35-46.