

## 신호위반사고의 특성과 영향요인 분석

박정순<sup>1\*</sup> · 정용일<sup>1</sup> · 김윤환<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 도로교통공단 충북지부, <sup>2</sup> 충북도청 교통물류과

### Characteristics and Influencing Factors of Red Light Running (RLR) Crashes

PARK, Jeong Soon<sup>1\*</sup> · JUNG, Yong Il<sup>1</sup> · KIM, Yun Hwan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Chungbuk Branch, Road Traffic Authority, Chungbuk 363-789, Korea

<sup>2</sup> Division of Traffic & Logistics, Chungbuk Provincial Government, Chungbuk 360-765, Korea

#### Abstract

According to the statistics of the National Police Agency, red light running (RLR) crashes represent a significant safety issue throughout Korea. This study deals with the RLR crashes occurred at signalized intersections in Cheongju. The objectives of this study are to comparatively analyze the characteristics of between RLR crashes and the Non-RLR crashes, and to find out factors using a Binary Logistic Regression(BLR) model. In pursuing the above, the study gives particular attentions to testing the differences between the above two groups with the data of 2,246 RLR/ 3,884 Non-RLR crashes (2007-2011). The main results are as follows. First, many RLR crashes were occurred in the nighttime and in going straight. Second, the difference between RLR and Non-RLR crashes were clearly defined by crash type, maneuver of vehicle before crash, age of driver (30s, 50s), alcohol use and accident pattern. Finally, a statistically significant model (Hosmer and Lemeshow test : 7.052, p-value : 0.531) was developed through the BLR model.

경찰청 통계에 따르면, 우리나라에서 신호위반사고는 심각한 안전문제로 대두되고 있다. 본 연구에서는 청주시 신호교차로에서의 신호위반사고를 다루고 있으며, 연구 목적은 신호위반사고와 비신호위반사고의 특성을 비교분석하고 이항 로지스틱 모형을 이용하여 영향요인을 파악하기 위함이다. 이를 위해 본 연구에서는 2007-2011년간 청주에서 발생한 2천246건의 신호위반사고와 3천884건의 비신호위반사고 자료를 이용하여 두 집단 간의 차이를 검증하고자 한다. 주요 연구결과는 다음과 같다. 첫째, 신호위반사고는 야간시간대 및 직진상태에서 많이 발생하였다. 둘째, 신호위반사고와 비신호위반사고에 영향을 주는 변수로는 충돌형태, 충돌전 진행방향, 운전자 연령대(30대, 50대), 음주운전 및 사고유형 등으로 나타났다. 마지막으로, 이항 로지스틱 회귀분석에 의해 통계적으로 유의한 모형식이 개발되었다(Hosmer and Lemeshow test: 7.052, p-value:0.531).

#### Keywords

binary logistic regression(BLR), crash type, red light running, signalized intersection, traffic safety  
이항 로지스틱 회귀분석, 충돌 유형, 신호위반, 신호교차로, 교통안전

\* : Corresponding Author  
js1487@hanmail.net, Phone: +82-43-717-7150, Fax: +82-43-298-2139

Received 10 September 2013, Accepted 14 April 2014

## 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

우리에게 편리함을 주는 자동차는 일상생활에 없어서는 안 될 중요한 도구이지만, 교통사고의 발생으로 인한 사람의 소중한 생명과 재산상에 막대한 손실을 안겨다 주는 흉기로 돌변하기도 한다. 자동차의 증가추세에 따라 교통사고도 꾸준히 증가해 오고 있다. 자동차 대수가 12만대에 불과하던 1970년대 3만7천여 건의 교통사고로 3천여 명이 사망하고 4만2천여 명이 부상당하였다. 이에 비해, 2011년도에는 자동차대수가 1천8백43만7천대로 22만1천여 건의 교통사고로 5천2백 여명이 사망하고 34만 여명이 부상당하여 교통사고 발생건수는 5.97배, 사망자는 1.73배, 부상자는 8.0배 정도 증가한 것으로 나타났다. 이러한 교통사고의 발생원인은 여러 가지가 있지만, 대부분의 교통사고는 운전자들이 교통법규를 지키지 않는데 기인하는 것으로 연구되고 있다. 특히, 신호위반이 교통사고로 이어질 경우의 사회경제적 피해는 다른 사고원인들에 비해 매우 심각하다고 할 수 있다. 신호위반사고를 비롯한 교통사고를 줄이기 위한 정부의 교통안전교육, 운전자의 의식수준 향상 및 신호위반 단속장비의 설치 등에 의해 교통사고가 전반적으로 감소하고 있는 추세이다. 그러나, 청주시에서는 지난 5년간(2007-2011) 발생한 1만7천206건의 교통사고 중 신호위반사고는 2천311건으로 전국 평균(11.7%), 충북 평균(11.1%)을 훨씬 상회하는 13.4%를 차지할 정도로 여전히 신호위반사고가 많이 발생하고 있다. 따라서 본 연구에서는 신호위반사고의 심각성을 인식, 이항로지스틱모형을 이용하여 신호위반사고의 특성 및 영향요인을 알아보려고 한다.

### 2. 연구의 내용 및 방법

신호교차로 교통사고 중 발생율과 심각도가 높은 신호위반사고는 인적요인, 차량요인 및 도로환경요인들의 복잡성에 따라 확률적으로 발생됨과 동시에 주변 환경에 의해 많은 영향을 받는다. 이러한 관점에서 본 연구는 5년간(2007-2011) 청주시의 신호교차로(단일로 신호횡단포도 포함)에서 발생한 교통사고 자료를 다음과 같은 절차에 따라 분석방법론을 설정하고자 한다. 첫째, 신호교차로에서 발생한 교통사고를 신호위반사고와 비신호위

반 사고로 분류한다. 둘째, 선행연구 고찰을 통해 일반적 특성에 대해 알아본다. 셋째, 특성 및 영향요인 분석을 위해 사고 당시에 조사된 인적요인(성별, 연령, 음주여부), 차량요인(사고유형, 충돌형태, 차량용도, 차종, 충돌진 진행방향), 도로 및 환경요인(요일, 주야, 사고위치, 종단경사, 날씨, 노면상태, 제한속도, 황색신호시간, 계절, 주도로 횡단거리, 인접교차로까지 거리 및 주도로 차로수 등)을 연구목적에 맞게 정리한다. 넷째, 교통사고를 신호위반 여부에 따라 신호위반사고를 1, 비신호위반사고를 0으로 구분하여 이항 로지스틱 회귀분석으로 모형을 개발한다. 마지막으로, 결론을 정리하며 본 연구에서 미진하게 검토된 사항들과 향후 연구과제를 제시한다.

## 기존 문헌 고찰

### 1. 국외연구

Chang et al.(1985)은 신호등의 위치가 차량정지선에서 가까울수록 운전자의 신호위반율은 감소되며, 교차로 접근속도가 높을수록 운전자의 정지율이 낮아져 신호위반을 많이 하는 경향이 있다고 밝혔다. 또한, 교차로 유입부의 종단경사가 클수록 신호위반이 늘어나며 큰 규모의 교차로가 작은 교차로에 비해 신호위반 사고가 많이 발생한다고 하였다. Retting et al.(1996)은 1994-1995년간 앨링톤과 버지니아에서의 1천373명의 신호위반 운전자를 대상으로 신호위반 특성을 분석하였다. 신호위반 운전자들은 연령별로 볼 때 고령운전자는 젊은 운전자에 비해 신호위반 사고율이 상대적으로 낮으며, 30세 이하의 연령그룹 특히 18-25세의 젊은 운전자들이 신호위반을 많이 하는 경향이 있다고 하였다. 또한 신호위반 운전자들의 대부분은 안전벨트를 매지 않거나, 운전경력이 짧고 경험이 부족하며, 또한 속도위반 경험이 많다고 하였다. Retting et al.(1999)은 FARS와 GEN에서 제공한 1992-1996년간의 사고자료를 이용하여 심각한 신호위반사고의 특성을 분석하였다. 신호위반사고의 약 86%가 심각사고이고, 신호위반 운전자 10만명당 2.5건 정도가 심각할 정도의 신호위반사고이며, 인구 10만명당 약 0.21-8.11건의 신호위반 사고가 발생했다고 분석하였다. 또한, 기상조건과 운전자의 신호위반과는 특별한 관련성을 찾아볼 수 없다고 하였다. Bonneson. et al.(2002)은 신호위반과 사고와의 상관성 연구에서 운전자의 신호위반은 접근 교통류율, 신호

주기, 황색신호시간, 주행속도, 교차로 횡단거리, 차량군 비율 및 배면 신호등의 유무 등과 밀접한 관계가 있다고 하였다. 또한, 2004년도에는 텍사스에서 발생하는 3만7천700여건의 신호위반사고를 대상으로 한 연구에서 일반 선형회귀분석을 이용한 예측모형을 개발하였다. 관련 변수는 연평균 일일교통량(AADT), 황색신호시간, 접근로 제한속도 및 소거손실시간 등이라고 하였다. Bonneson and Zimmerman(2006)은 신호위반사고의 예방 및 감소를 위해서는 황색신호시간의 연장, 제한속도의 하향 조정, 접근로의 정비 등 다양한 개선이 필요하다고 하였다. Yang and Najm(2006)은 운전자의 신호위반행위에 따른 의사결정에 영향을 미치는 요인들은 성별, 연령, 신호주기, 교통량, 접근속도, 교차로폭 및 시간대 등이며, 지역 및 위치적 특성에 의해 영향을 받는다고 하였다. Elnashar(2008)은 플로리다주에서 2002-2004년간 발생한 2만725건의 신호위반사고 자료를 분석한 연구에서 운전자의 신호무시가 신호위반사고의 가장 큰 요인이며, 기타 요인으로는 인적요인(성별, 연령 및 운전경력) 및 환경요인(시간대, 요일, 도로형태 및 날씨)에 많은 영향을 받는다고 하였다.

## 2. 국내연구

Jung(2001)은 대구시의 신호위반사고 운전자 700명을 대상으로 한 연구에서 황색신호시간에 직진을 한 경우가 전체의 57.6%(403건)으로 가장 많고, 다음으로 황색신호시간에 좌회전을 한 경우가 16%(112건)로서 전체 신호위반운전자의 73.6%가 황색신호시간에 위반한 것으로 조사되었다. Jung(2009)은 2007년도의 대구시내에 설치된 30개 단속장비를 대상으로 신호위반 단속건수에 영향을 미치는 요인에 관한 연구를 하였다.

예측모형 개발을 위해 신경망 모형을 이용하였으며 위반건수, 연동계수(PF), 교통량, 상류부 교차로와 하류부 교차로간의 거리, 편도차로수, 도로선형 및 교차로폭 등과의 관련성을 규명하였다. Park et al.(2010)은 충북도내 도심부/도시외곽부/지방부 신호교차로 28개소에서 신호위반 운전자의 특성을 분석하였다. 연구 결과, 신호위반은 도시외곽부보다 지방부와 도심부에서 많이 발생하며, 신호위반 운전자의 81.1%가 제한속도 이하로 주행하며, 77.3%는 적색등화후 2.0초 이내에 교차로에 진입한다고 하였다. 또한, 신호위반은 운전자 성별, 계절, 차종, 주야간, 주행속도 등과 관련성이 높은

반면에 지역별 여건과는 특별한 상관성이 없다고 하였다. Park(2011)은 28개의 신호위반 단속장비에서 1년간 수집한 3만8천324건의 자료를 활용하여 신호위반 특성을 분석하였다. 분석결과, 접근차로수가 2차로인 경우보다 3차로의 경우에 신호위반이 많으며, 도시부에서는 출퇴근시간대에, 그리고 지방부는 퇴근시간대에 운전자들의 신호위반이 많았다. 또한 신호위반의 주된 영향요인으로는 주도로와 부도로의 교통량차이와 접근차량의 평균속도 및 주방향 교차로폭 등으로 나타났다.

## 3. 연구의 차별성

선행 연구결과를 살펴본 결과, 국외의 경우 신호위반 운전자, 신호위반사고, 신호체계 및 신호위반 단속장비 등을 활용한 다양한 연구가 수행된 반면에, 국내에서는 신호위반 행동과 관련된 운전자 심리를 대상으로 한 연구와 무인단속 장비에서 수집한 자료를 활용한 신호위반 운전자의 특성 연구가 이루어졌다. 그러나, 도시 전체를 대상으로 다년간의 신호위반사고 자료를 활용한 연구는 미비한 실정이다. 일반적으로 신호교차로 또는 횡단보도에서 발생하는 신호위반은 위반유형, 운전자의 의지 및 발생시간대 등에 따라 각기 다른 특성이 있기 때문에 신호위반사고를 예방하기 위해서는 발생원인 및 영향요인에 대한 정밀분석이 필요하다. 이에 본 연구에서는 청주시에서 5년간 신호교차로에서 발생한 신호위반사고/비신호위반사고를 이용하여 신호위반사고의 특성과 영향요인들을 알아보려고 한다.

## 분석 틀의 설정

### 1. 자료 구축

본 연구는 신호위반사고의 특성 및 영향요인을 알아보고자 도로교통공단 교통사고분석시스템(TAAS)에서 제공하는 5년간(2007-2011) 청주시의 신호교차로에서 발생한 사고 자료를 사용하였다. 이 중 기록상의 오류 및 뺑소니 사고 등을 제외한 총 6천130건의 사고자료를 활용하였으며, 신호위반사고 및 비신호위반사고는 각각 2천246건, 3천884건이다. 신호위반사고의 발생위치에 따라 단일로 횡단보도 및 교차로 형태별로 분류한 결과는 Table 1과 같으며, 총 299개소(단일로 40개소, 신호교차로 259개소)에서 신호위반사고가 일어났다. 단일

**Table 1.** Distribution of RLR crashes by intersection type

Type	Year	'07	'08	'09	'10	'11	total
Mid-Block Crosswalk		22	20	23	39	29	133
3-Leg Sig		79	100	94	96	90	459
4-Leg Sig		309	296	313	308	311	1,537
5-Leg Sig		25	27	32	17	16	117
Total		435	443	462	460	446	2,246

로 횡단보도에서는 133건의 사고가 있었으며, 3지 교차로에서는 459건, 4지 교차로에서는 1천537건으로 가장 많은 신호위반사고가 있었으며, 5지 교차로에서도 117건이나 된다.

## 2. 신호위반의 원인 및 특성

운전자들이 도로에서 신호위반을 하는데 영향을 주는 것은 크게 교차로 요인과 운전자 심리상태 등을 포함한 인적요인으로 대별할 수 있다. 교차로 요인은 운전행태에 영향을 끼치는 접근 교통량, 신호주기, 황색시간간이, 신호체계, 차량속도, 접근로의 종단경사, 신호등의 시인성 등을 말할 수 있다. 그리고 인적요인은 운전자가 신호를 무시하고 교차로를 통과하는 데 영향을 주는 운전태도, 인지반응시간, 약물 및 음주상태, 심리상태 등이라 할 수 있다. 이러한 요인들에 의해 운전자들은 고의적으로 신호를 위반하거나, 주변 교통환경에 의해 불가피하게 위반하기도 한다.

고의적 신호위반은 교차로가 혼잡하거나 교차로의 신호운영 불합리로 인해 신호를 무시하고 교차로에 진입할 때 발생한다. 그리고 교통환경에 의한 신호위반은 교차로 통과길이에 비해 짧은 황색시간, 선행차량과의 안전거리 미확보, 선행차량이 대형차량인 경우, 선행차량과

의 속도 차이 등으로 신호변화를 인지하지 못할 때 발생한다. Bonneson et al.(2003)은 신호위반사고 자료를 이용한 연구에서, 신호위반의 원인을 운전자의 고의성과 교통환경적 측면에서 그 특성들을 Table 2와 같이 정리하고 있다. 신호위반의 원인은 크게 불필요한 지체, 혼잡 및 교통체증, 제동 불가능 및 운전부주의로 구분하였으며, 신호위반의 회피가능과 불가능 등 운전자의 고의성 여부로 구분하고 있다. 또한, 신호위반의 발생은 운전자의 의지에 따라 적색등화 초기와 적색등화 중에 상시적으로 발생하며 적색등화후 2.0초 이내는 안전할 것이라는 자의적 판단으로 선행차량과 차두 간격을 좁혀 신호위반을 하는 경우도 있다고 하였다. 이와 관련한 국내에서는 충북지역의 신호위반 단속자료 3만8천324건을 분석한 Park et al.(2010)의 연구에서, 적색등화후 진입시간이 2.0초 이내이며 제한속도 이하의 주행속도로 신호위반을 한 운전자 비율이 59.4%가 된다고 하였다. 그리고, 2.0초를 초과하거나, 제한속도를 넘는 신호위반 비율은 40.6% 정도나 되며, 이러한 위반차량들은 치명적 사고에 대한 잠재성이 매우 높다고 하였다.

Table 3은 신호위반 운전자의 연령대에 따라 사고심각도를 분류한 것이다. 신호위반이 많은 연령대는 40대로 전체 사고의 26.3%를 차지하였다. 반면에, 30대 미만의 초보운전자 경우에는 다른 연령대에 비해 이륜차 및 자전거에 의한 사고율이 높으며, 경험부족과 순간적인 인지반응 능력이 떨어지기 때문에 중상 이상의 심각사고 비율이 높은 것으로 분석되었다. 또한 고령운전자의 신호위반은 의도된 행동이라기보다는 위험지각에 따른 반응시간 지연 등 노화에 따른 운전적성과 관련이 높은 것으로 판단된다. 고령운전자의 신호위반사고는 총 229건으로 승용차 사고는 113건(49.3%)이며, 이륜차 및 자

**Table 2.** Red light violation characterizations possible causes

Cause Category	Cause of Red Light Violation	Violation Type	Driver Intent	Time of Violation
Unnecessary Delay	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disregard for red(unnecessary delay)</li> <li>Judged safe due to low conflicting volume</li> </ul>	Avoidable	Intentional	Any time during red
Congestion, Dense Traffic	<ul style="list-style-type: none"> <li>Congestion or excessive delay</li> <li>Judged safe as drive &lt; 2 s ahead violated the red</li> <li>Expectation of green when in platoon</li> </ul>			First few seconds of red
Incapable of Stop	<ul style="list-style-type: none"> <li>Downgrade steeper than expected</li> <li>Speed higher than posted limit</li> <li>Unable to stop(yellow seemed too short)</li> </ul>	Unavoidable	Unintentional	Any time during red
Inattentive	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unexpected, first signal encountered</li> <li>Distracted and did not see the traffic signal</li> <li>Not distracted, just did not see signal(e.g, drowsy)</li> <li>Confusing signal display (locked at wrong signal)</li> </ul>			Any time during red

**Table 3.** Distribution of injury severity by age

Injury. S	Age						Total
	<20	20-29	30-39	40-49	50-59	60≤	
PDO(No Injury)	5	1	0	2	1	2	11
Slight Injury	49	215	228	319	215	101	1,127
Serious Injury	60	226	222	263	188	119	1,078
Fatal	2	2	8	6	5	7	30
Total	116	444	458	590	409	229	2,246

**Table 4.** Summary of RLR crashes by speed limit

Speed limit	Year					Total
	'07	'08	'09	'10	'11	
30km/h	15	16	17	22	14	84
50km/h	152	162	159	164	161	798
60km/h	230	220	235	239	232	1,156
70km/h≤	38	45	51	35	39	208
Total	435	443	462	460	446	2,246

**Table 5.** Summary of RLR crashes by time of day

T.O.D	Year					Total
	'07	'08	'09	'10	'11	
Day Time	183	199	200	199	199	980
(07:00-09:00)	(34)	(34)	(40)	(37)	(48)	(193)
Night Time	252	244	262	261	247	1,266
(18:00-20:00)	(41)	(44)	(66)	(56)	(50)	(257)
Total	435	443	462	460	446	2,246

전거 사고는 51건(22.3%)이나 된다. 이륜차 및 자전거 사고는 20세 미만 운전자에 의해 101건(91.6%)이 일어났으며, 고령층에서도 많이 발생하였다.

Table 4는 제한속도에 따른 신호위반사고 현황을 나타낸 것으로 사고의 87%가 제한속도 50-60km/h 인 교차로에서 일어났으며, 제한속도가 30km/h이하로 설정된 어린이보호구역과 70km/h 이상인 순환도로에서도 신호위반사고가 빈번히 발생한 것으로 분석되었다.

Table 5는 신호위반사고를 발생 시간대에 따라 주간 및 야간으로 분류하였으며, 교통량이 집중화되는 출퇴근 시간대에 대해서도 세분화시켜 비교한 것이다. 전체 위반사고 중 주간시간대에는 980건(43.6%), 야간시간대에는 1천266건(56.4%)으로 주간의 1.3배 이상 발생하였으며 약 49.4%가 중상 이상의 심각사고인 것으로 나타났다. 출근시간대(07:00-09:00)에는 193건이 그리고 퇴근시간대(18:00-20:00)에는 257건으로 출근시간대보다 신호위반사고가 많이 발생하였다. 이 같은 원인은 교통경찰관의 출근시간대 교통정리 등에 영향을 받기도 하겠으나, 심야 및 새벽시간대에는 교통량 자체가 적어 신호위반이 많이 발생하기 때문이라 판단된다.

Table 6은 2천246건의 신호위반사고를 사고 충돌전 진행방향별로 분석한 것이다. 직진중에 발생한 사고는 1

**Table 6.** Maneuver of vehicle before crash

Type	PDO	Slight Injury	Serious Injury	Fatal	Total
Right(↻)	-	28	18	1	47
U-turn(↶)	-	42	36	1	79
Left(↷)	1	348	332	5	686
Straight(↑)	10	707	691	23	1,431
Total	11	1,127	1,078	30	2,246

천431건(전체의 63.7%)이며, 사망사고 30건중 23건이 직진 중에 일어났다. 그리고 좌회전중에는 686건(전체의 30.5%), 유턴, 우회전 및 역주행에 의해서도 각각 79건, 47건 및 3건이 발생하였다.

## 모형개발 및 결과분석

### 1. 분석모형

Table 7은 5년간 청주시 신호교차로에서 발생한 교통사고를 나타낸 것이다. 신호위반사고의 영향요인에 대한 정확한 분석을 위해서는 비신호위반사고와의 비교가 필요 신호위반사고를 1로, 비신호위반사고를 0으로 정의하여 이항 로지스틱회귀모형으로 분석을 실시하였다.

종속변수는 신호위반사고/비신호위반사고이며, 독립변수는 사고 당시에 조사된 인적요인(성별, 연령, 운전자 의지, 음주여부), 차량요인(사고유형, 충돌형태, 차량용도, 차종, 진행방향), 도로 및 환경요인(요일, 주야, 사고위치, 종단경사, 날씨, 노면상태, 제한속도, 황색신호시간, 계절, 주도로 횡단거리, 인접교차로간 거리 및 주도로 차로수 등)을 활용하였다. 종속변수와 독립변수와의 관계를 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$Logit(Y) = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_K X_K$$

여기서 Logit(Y)는  $\ln(P(Y=1)/(1-P(Y=1)))$ 로 정의된다.

**Table 7.** Extent of accident dataset

Period	Number of crashes		
	RLR	Non-RLR	Total
2007	435	702	1,137
2008	443	820	1,263
2009	462	798	1,260
2010	460	740	1,200
2011	446	824	1,270
Total	2,246	3,884	6,130

이항 로지스틱 회귀분석의 결과로써, 모형계수 전체 테스트, Hosmer and Lemeshow 검정결과 등으로 나타나며, 종합적 분석을 통해 적합도를 판단해야 한다. 카이제곱 검정값과 -2로그우드 함수값은 모형의 적합도를 의미하며, 값이 낮을수록 적합도가 높다고 판단할 수 있다.

Cox-Snell의  $R^2$ 과 Nagelkerke의  $R^2$ 은 로그우드 함수값을 이용해 계산한 결정계수로 로지스틱 회귀분석에서는 종속변수의 값에 따라 결정계수의 값이 달라지고, 그 값도 대체로 낮은 경향이 있으므로 이에 많은 의미를 둘 필요는 없다. Hosmer and Lemeshow 검정은 적합도 검정법의 하나로 카이제곱값은 로지스틱 회귀모형이 전체적인 적합도로서, 카이제곱값이 작게 나타날수록 모형의 적합도가 수용할 만한 수준임을 나타내며, 유의확률이 0.05보다 클 경우 추정된 모형이 자료를 적합하지 못하다는 가설을 기각하므로 모형이 통계적으로 적합하다고 할 수 있다(Kim et al., 2012).

### 2. 변수구성 및 기초통계량

모형에 이용된 독립변수는 도로교통공단의 교통사고 분석시스템(TAAS)에서 제공하는 인적, 차량, 도로환경 요인들과 현장조사 등을 통해 구축한 자료들을 바탕으로 Table 8과 같이 21개 변수를 선정하였다. 인적요인 변수는 사고운전자의 성별, 연령, 고의성 여부 및 음주상태 등의 특성을 고려하였으며, 차량요인 변수는 사고유형, 충돌형태, 차종, 차량 진행방향 등으로 구성하였다. 그리고 도로환경요인 변수는 사고위치, 종단경사, 날씨, 노면상태, 제한속도, 주말/주중, 사고발생시간(주간/야간), 황색신호시간, 계절, 주도로 횡단거리, 인접교차로간 거리, 주도로 차로수 등으로 구성하였다.

### 3. 결과분석

본 연구에서는 통계프로그램 SPSS 20.0을 이용하여 이항 로지스틱 회귀분석을 실시하였으며, 모형의 변수도출은 모든 독립변수의 동시입력 방식을 이용하였으며, 분석 결과는 Table 9와 같다.

(a)는 신호위반/비신호위반 사고 여부에 대한 분류표로서 관측된 데이터를 이항 로지스틱 모형이 얼마나 잘 분류하는지를 평가하는 방법으로 각각의 분류정확도는 89.8%와 92.1%를 나타내며 전체 91.3%로 예측률이 높게 분석되었다. (b)의 모형계수 전체 테스트에서는 카

Table 8. Descriptive statistics of dependent variables

	Variable	Mean	S.D
Human Factor	<b>Gender</b> (Woman=0; Man=1)	X1	1.68 .793
	<b>Age of Driver</b> (Under20=0; 20~29=1; 30~39=2; 40~49=3; 50~59=4; Over 60=5)	X2	2.34 .732
	<b>Driver Intent</b> (Unintentional=0; Intentional=1)	X3	0.76 0.425
Vehicle Factor	<b>Alcohol Use</b> (Yes=0; No=1)	X4	0.85 0.357
	<b>Accident Pattern</b> (Others=0; Vehicle Vs.Vehicle =1)	X5	0.87 0.332
	<b>Crash Type</b> (Others =0; Right angle =1)	X6	0.53 0.499
	<b>Used of Vehicle</b> (Commercial=0; Personal=1)	X7	0.77 0.418
	<b>Types of Vehicle</b> (Others=0; Car=1)	X8	0.58 0.493
Road Environment Factor	<b>Maneuver of Vehicle before Crash</b> (Others=0; Straight=1)	X9	0.89 0.316
	<b>Crash Location</b> (Others=0; Crosswalk, Intersection=1)	X10	0.51 0.500
	<b>Grade</b> (Yes=0; No=1)	X11	0.51 0.500
	<b>Weather</b> (Others=0; Sunny=1)	X12	0.87 0.334
	<b>Road Surface</b> (Others=0; Dry=1)	X13	0.89 0.316
	<b>Posted Speed Limit</b> (30km/h=0; 50km/h=1; Over 60km/h=2)	X14	1.70 0.688
	<b>Day of Week</b> (Weekend=0; weekday =1)	X15	0.69 0.465
	<b>Day and Night</b> (Daytime=0; Nighttime=1)	X16	0.56 0.496
	<b>Yellow Time of Main. Street</b> (3 sec=0; Over 4 sec=1)	X17	0.71 0.456
	<b>Season</b> (Winter=0; Spring=1; Summer=2; Fall=3)	X18	1.58 1.115
	<b>Distance of Crossing(Main.s)</b> (Under 25m=0; 25-39m=1; 41-54m=2; Over 55m=3)	X19	1.68 0.793
<b>Distance to next intersection</b> (Under 200m=0; 201-300m=1; 301-400m=2; Over 401m=3)	X20	1.16 1.080	
<b>Number of Lane(Main. s)</b> (1 Lane=0; 2 Lane=1; 3 Lane=2; Over 4 Lane=3)	X21	2.34 0.732	

이제곱 값이 5575.456, 자유도는 35이고 유의수준 95%( $\alpha = 0.05$ )에서 유의한 것으로 나타났다. (c)에서는 유사결정계수인 Nagelkerke  $R^2$  및 Cox-Snell  $R^2$ 은 각각 0.818, 0.599 나왔으나, 이는 선형 회귀분석의  $R^2$ 값과는 달리 독립변수들로 이루어진 회귀식이 종속변수를 예측할 수 있는 설명력이라고 해석하는 데는 다소 제한이 있다. (d)에서 제시된 Hosmer and Lemeshow 검정은 로지스틱 회귀모형의 전체적인 적합도를 판단하는

기준으로, 카이제곱 검정은 종속변수의 실제로 관측된 값과 모형에 의해 예측된 값의 일치정도를 나타내며, 카이제곱값이 작을수록 모형이 적합도가 높다고 분석된다. 따라서 카이제곱검정의 유의확률이 0.531로 유의수준 0.05보다 크므로 개발된 모형은 적합하다고 판단된다.

로지스틱 회귀분석에서 모형의 해석은 계수의 숫자나 기호가 아닌 각 독립변수들의 통계치가 나오는 (e)의 오즈값 (EXP( $\beta$ ))을 이용하여 해석한다. 오즈값이 1.0을 넘는 변수는 양의 영향력을 갖는 변수들이며, 1.0을 넘지 않는 변수들은 음의 영향력을 갖는다고 해석할 수 있다. 영향요인에 대한 분석결과, 회귀계수(B)값이 양(+)으로 나타난 변수는 절대값이 클수록 신호위반사고에 영향을 주는 것으로 충돌형태(측면직각충돌 등), 사고 충돌전 진행방향(직진) 변수 등이다. 반면에 회귀계수값이 음(-)인 것은 연령대(30대, 50대)와 음주운전 여부 및 사고유형(차대 사람, 차대 차) 변수로서 신호위반사고보

다는 비신호위반사고와 관련성이 큰 것으로 분석되었으며, 각각의 유의확률이 0.05보다 낮아 통계적으로 유의하다고 판단할 수 있다.

## 결론 및 향후 연구과제

### 1. 결론

신호위반사고 자료를 바탕으로 특성분석을 실시한 결과, 신호위반사고의 주요 연령층은 40대이며, 60세 이상의 고령운전자의 약 55%가 부상 이상의 피해를 입은 것으로 분석되었다. 제한속도가 50-60km/h인 교차로에서 신호위반사고의 약 87%가 발생하였으며, 야간시간대에는 1천266건(56.4%)의 신호위반사고로 주간 980건(43.6%)보다 1.3배 이상 많이 발생한 것으로 나타났다. 사고 충돌전 진행방향을 살펴본 결과, 직진중에 발생한 사고는 1천431건(전체의 63.7%)이며, 30건의 사망사고 중 23건이 직진 중에 일어났으며, 좌회전시에 발생한 사고는 686건(전체의 30.5%)이나 되었다.

신호위반사고의 영향요인에 대한 정확한 분석을 위해 2천246건의 신호위반사고와 3천884건의 비신호위반사고 자료를 토대로 이항 로지스틱회귀모형을 개발하였으며, 그 결과는 다음과 같다. 첫째, 회귀모형의 전체적인 적합도를 판단하는 Hosmer and Lemeshow 검정 결과, 카이제곱검정의 유의확률이 0.531로 유의수준 0.05보다 크므로 개발된 모형은 적합한 것으로 분석되었다. 둘째, 신호위반사고에 영향을 주는 변수는 충돌형태(측면직각충돌 등), 사고 충돌전 진행방향(직진 등)으로 나타났다. 셋째, 신호위반사고보다는 비신호위반사고와 관련성이 높은 변수로는 운전자의 연령(30대, 50대)와 음주운전 여부 및 사고유형(차대사람, 차대차) 등으로 분석되었다. 일반적으로 신호위반사고를 예방하기 위한 방법들은 교통안전교육, 신호체계 조정 및 강력한 물리적단속 등이 있겠으나, 본 연구에서 도출된 결과를

Table 9. Result of binary logistic regression

(a) Table classification table

Observed \ Predicted	Number of Crashes		
	RLR	Non-RLR	CCR(%)
RLR Crashes	2017	228	89.8
Non-RLR Crashes	304	3558	92.1
Total			91.3

(b) Omnibus tests of model coefficients

	Chi-Square	df	Sig
Step	5575.456	35	0.000
Block	5575.456	35	0.000
Model	5575.456	35	0.000

(c) Model summary

Step	-2Log Likelihood	Cox-Snell R <sup>2</sup>	Nagelkerke R <sup>2</sup>
1	2457.349 <sup>a</sup>	0.599	0.818

(d) Hosmer and Lemeshow test

Step	Chi-Square	df	Sig
1	7.052	8	0.531

(e) Variables in the equation

	B	S.E	Wald	df	Sig	Exp( $\beta$ )
X2. Age(2)	-.435	.202	4.654	1	.031	.647
X2. Age(4)	-.459	.190	5.857	1	.016	.632
X4. Alcohol Use	-2.724	.180	228.945	1	.000	.066
X5. Accident Pattern	-1.254	.203	38.163	1	.000	.285
X6. Crash Type	1.776	.148	143.732	1	.000	5.906
X9. Maneuver of Vehicle before Crash	1.370	.197	48.575	1	.000	3.936

고려한 교통사고 감소방안을 마련한다면 더욱 효과적인 것이라 판단된다.

## 2. 향후 연구과제

본 연구의 목적은 도시내 신호교차로에서 일반적으로 발생하는 신호위반사고의 특성분석과 영향요인을 분석하고자 하는 것으로, 다음과 같은 몇 가지 연구가 추가적으로 진행된다면, 신호교차로의 안전성 향상에 많은 도움이 될 것으로 판단된다. 첫째, 개별 지점의 교통량을 파악할 수 없어서 변수선정에서 제외시켰으나, 향후 연구에서는 교통량 자료를 포함한 교차로별 신호위반사고 특성 연구가 요구된다. 둘째, 2천246건의 신호위반사고에는 이륜차 및 자전거 사고(294건) 등의 다양한 차종이 포함되어 있다. 그리고 사고발생 위치 또한 단일로 횡단 보도 및 교차로로 구분할 수 있음에도 모형개발에 있어서는 이를 동일시하여 분석하므로 향후 연구에서는 개별 차종 및 사고발생 위치에 따른 비교 검토가 필요하다. 셋째, 향후 연구에서는 청주시와 타 도시 및 지방부 교차로와의 비교 검토가 필요하다. 넷째, 신호위반사고는 접근로의 딜레마 존, 차량의 접근속도 등과 밀접한 관련성이 있으므로 이를 고려한 연구가 진행되길 기대한다.

## REFERENCES

- Bonneson J., Zimmerman K. (2004), Development of Guidelines for Identifying and Treating Locations with a Red-light Running Problem, Report No.FHWA/TX-05/0-4196-2, Texas Department of Transportation Engineers, Washington, Texas.
- Bonneson J., Zimmerman K. (2006), Identifying Intersections with Potential for Red-light-related Safety Improvement, TRR 1953, 128-135. TRB, Washington, DC.
- Bonneson J., Zimmerman K., Brewer M. (2002), Engineering Countermeasures to Reduce Red-Light-Running, FHWA/TX-03/4027-2.
- Bonneson J., Zimmerman K., Quiroga C. (2003), Review and Evaluation of Enforcement Issues and Safety Statistics Related to Red-light-running, Report No.FHWA/TX-04/4196-1, Texas Department of Transportation Engineers, Washington, Texas.
- Chang M-S., Messer C. J., Santiago A. J. (1985), Timing Traffic Signal Change Intervals based on Driver Behavior, TRR 1027, 20-30. TRB, Washington, DC.
- Elnashar D. (2008), Characteristics of Red Light Running Crashes in Florida, Degree of Master of Science at the University of Central Florida.
- Hill S. E., Lindly J. K. (2003), Red Light Running Prediction and Analysis, UTCA.
- Jung U. Y. (2001), A Study on the Driver's Thought based on Red Light Violation, The Collection of Works, 2, RTSA.
- Jung Y. J. (2009), A Study on the Factors Influencing the Number of Enforcement on the Traffic Signal Violation, Keimyung University.
- Kim J. H., Lee S. B., Kim D. H., Hong J. Y. (2012), The Relationship between Violation of Designated Lane Usage and Accident Severity on Freeways, J. Korean Soc. Transp., 30(3), Korean Society of Transportation. 119-127.
- Mohamedshah Y. M., Chen L. W., Council F. M. (2000), Association of Selected Intersection Factors with Red Light Running Crashes, Proceedings of the 70th annual. ITE.
- Park J. S. (2011), Analysis of Red Light Violation Data Collected from Red Light Cameras, Research of Regional Policy, 12(2), 37-56.
- Park J. S., Kim Y. H., Jung W. T. (2010), Red light Violation Analysis using Statistical Methods, Journal of the Korean Society of Road Engineers, 12(3), 49-57.
- Quiroga C., Kraus E., Schalkwyk I. V., Bonneson J. (2003), Red Light Running - A Policy Review, Center for Transportation Safety Texas Transportation Institute.
- Retting R. A. et al. (1996), Characteristics of Red Light Violation: Results of field investigation, Journal of Safety Research, 27(1).
- Retting R. A. et al. (1999), Prevalence and Characteristics of Red Light Running Crashes in the United States, Accident Analysis and Prevention, 31(6), 687-694.
- Yan X. (2005), Safety Issue of Red Light Tuning and



Unprotected Left-turn at Signalized Intersections,  
B.Sc. Xi'an University of Architecture & Technology  
M.Sc. University of Central Florida.

Yang C. Y. D., Najm W. G. (2006), Analysis of Red  
Light Violation Data Collected from Intersections  
Equipped with Red Light Photo Enforcement  
Cameras, NHTSA.

<http://taas.koroad.or.kr>

☞ 주 작 성 자 : 박정순

☞ 교 신 저 자 : 박정순

☞ 논문투고일 : 2013. 9. 10

☞ 논문심사일 : 2013. 11. 13 (1차)

2014. 4. 8 (2차)

2014. 4. 14 (3차)

☞ 심사판정일 : 2014. 4. 14

☞ 반론접수기한 : 2014. 10. 30

☞ 3인 익명 심사필

☞ 1인 abstract 교정필