

A Risk Analysis of Bicycle Accidents in Korea

- Focused on Driver's Human Error -

Hyeon U Cho^{1#}, Dong Jin Kim²⁺

¹ Safety Research Division, National Disaster Management Institute, 365, Jongga-ro, Jung-gu, Ulsan, Korea

² Department of International Trade, Pusan National University, 2, Busandaehak-ro 62beon-gil, Geumjeong-gu, Busan, Korea

Abstract

Bicycle riding becomes more popular as a leisure activity and bicycle accidents by human error have recently increased. To provide safety measure for the accidents, this study performed a risk analysis of bicycle accidents in South Korea. We collected the statistical data of bicycle accidents due to driver's negligence during 5 years (2014-2018) from Koroad TAAS (Traffic Accidents Analysis System). Bicycle accident types were identified in the 1st and 2nd detailed classifications, and human casualty was weight calculated including fatalities and injuries. The results show that side collision by an automobile is most frequent and driving off the road is the most severe in fatality rate. Considering that most of the bicycle accidents occurred by human error, local and central government should improve road safety education and campaign and enforce safety regulation.

Key words: leisure life, bicycle, accident, risk, safety measure

1. 서론

「근로기준법」 개정으로 2004년 주 5일제가 국내에서 최초로 도입되었다. 그리고 2018년 주 52시간제가 시행되었다. 이에 따라 근무시간 단축으로 여가시간이 증대하였다. 또한 점차 고령화 사회에 접어들게 됨에 따라 건강하고 활기찬 삶을 위하여 여가활동을 즐기는 사람들이 늘어나고 있다(Gyeonggi Research Institute, 2014; Kim, *et. al.*, 2015). 2019년 국민생활체육조사에 따르면 2015년부터 2019년까지 최근 5년간

국민생활체육 참여율(주 1회 이상, 1회 운동 시 30분 이상 규칙적으로 생활체육에 참여한 비율)이 지속적으로 증가하였다: '15년 56.0% → '16년 59.5% → '17년 59.2% → '18년 62.2% → '19년 66.6%(Ministry of Culture, Sports and Tourism, 2019).

여러 가지 다양한 여가활동 중에서 자전거에 대한 관심이 높다. 전 세계적으로 자전거는 친환경 교통수단일 뿐만 아니라 손쉽게 여가생활을 즐기는 수단으로도 각광받고 있다(OECD, 2013). 이러한 국제적인 추세에 따라 국내에서도 국가 및 지역적으로 자전거

[#] The 1st author: Hyeon U Cho, Tel. +82-52-928-8113, Fax. +82-52-928-8149, e-mail. sim8491@gmail.com

⁺ Corresponding author: Dong Jin Kim, Tel. +82-51-510-2548, e-mail. ssskdj@hanmail.net

운행과 이용문화가 확산되고 있다. 2015년 행정안전부는 2.1%에 머무르고 있는 자전거 교통분담률을 국외 선진국 수준(네덜란드 27%, 덴마크 20%, 일본 15%, 독일 10%)으로 증가시키겠다고 발표하였다(Ministry of the Interior, 2015a). 정부는 국가 자전거 도로 구축 사업을 완료하였으며, 현재 국토종주 자전거길 인증제 시행하고 있다(Ministry of the Interior, 2015b). 그리고 서울특별시의 따릉이 등 많은 지방자치단체는 공유자전거를 운영 중이다(Korea Transportation Institute, 2016).

특히 코로나19로 인하여 언택트 시대에 진입하여 타인과의 접촉을 최소화 할 수 있는 개인이동수단이면서, 실내운동의 규제를 피하여 즐길 수 있는 여가생활수단으로 자전거의 이용이 증가할 것으로 전망된다(The New York Times, 2020; Financial News, 2020; MK Economy, 2020).

그러나 자전거 이용이 증가함에 따라 사고가 지속적으로 발생하고 있다. 자전거는 사고 발생 시 인체손상도가 높아 안전대책을 강구해야 한다(Oh, *et. al.*, 2007). OECD가 실시한 자전거 이용 실태조사에 따르면 국가별 자전거 운행 10억km당 사망자수에서 한국의 자전거 사고 사망자수는 32.5명으로 나타났다. 이는 수치가 가장 낮은 네덜란드 10.7명과 비교하여 약 3배 이상 높다(OECD, 2013).

해외에서는 활성화되고 있는 자전거 이용을 반영하여, 국가 또는 지역별 자전거 사고 현황과 저감방안에 대한 보고서를 내놓고 있다(OECD, 2013; City of Vancouver, 2015; Transport for London, 2015; Denver Public Works, 2016). 반면 자전거 사고의 위험성에도 불구하고 국내에서 자전거 사고는 도로교통사고의 일부로만 여겨지고 있다. 현재 자전거는 「도로교통법」에 따라 차로 분류된다. 자전거 사고는 원인 제공 여부에 따라 가해 사고(자전거 운전자가 제1당사자) 또는 피해 사고로 나누어진다. 자전거 운전자의 과실로 발생한 가해 자전거 사고의 경우 상대방은 자동차(일부 자전거·원동기 등 포함), 도보 중인

사람, 자전거 단독 등 그 사고유형이 다소 복잡하게 나타난다.

따라서 활성화 되는 친환경 이동수단이며 여가생활 활동수단인 자전거 사고를 저감할 수 있는 안전대책을 마련해야 할 필요가 있다. 이에 본 연구는 자전거 사고 발생 특성을 분석하고, 예방방안을 모색하고자 한다.

II. 연구배경

1. 자전거 이용 환경 변화

1) 국가 자전거 도로 구축

1995년 정부는 「자전거 이용 활성화에 관한 법률」을 제정하였다. 이후 2010년부터 우리나라 최초로 국가차원에서 전국을 잇는 자전거 도로망의 체계적인 구축을 위하여 ‘국가 자전거 도로 네트워크 구축사업’을 시작하였다(Ministry of the Interior and Safety, 2010). 최근 10년간(2009~2018) 전국적으로 자전거 도로의 노선 수는 3배, 총연장은 2배 이상 증가하였다. 2009년 자전거 도로 노선 수는 4,647개, 총 연장은 11,387km에 불과하였으나, 2018년 15,172개, 23,000km로 늘어났다(Korea Statistics e-National Index, 2020a).

2) 국토종주 자전거길 조성 및 인증제 시행

녹색뉴딜정책의 일환으로 자전거 인프라 조성 및 자전거 이용문화 확산을 위하여, 2011년 ‘국토종주 자전거길’이 처음 개통되어 현재까지 1,853km가 조성되었다(<Figure 1>). 2011년 10월 남한강 자전거길, 11월 새재 자전거길에 이어 2012년 4월 낙동강 자전거길이 개통됨으로써 인천에서 부산 을숙도까지 이어지는 633km 국토종주자전거 길이 완성되었다. 이와 함께 금강 자전거길과 영산강 자전거길도 개통되어 4대강 국토종주 자전거 길이 완성되었다. 이를 바탕으로 행정안전부와 국토교통부는 구간별 종주, 국토종주, 4대강 종주, 국토완주 등 국토종주 인증제를 시행하고 있다(Bicycle Happy Ssharing, 2020).



※ Source: Bicycle Happy Sharing(<http://www.bike.go.kr>).

Figure 1. Bicycle Paths through the country

3) 공영·공유 자전거 확대

전국적으로 각 지방자치단체에서 공영자전거를 운영 중이다(<Figure 2>). 대표적으로는 서울특별시 ‘따릉이’, 경남 창원시 ‘누비자’, 대전광역시 ‘타슈’, 경기 고양시 ‘피프틴’ 등이 있다(Korea Transportation Institute, 2016). 2008년 경남 창원시는 국내 최초로 무인대여 공영자전거 ‘누비자’를 도입하였다. 2009년 대전광역시



※ Source: Korea Transportation Institute(2016).

Figure 2. Public Bike by Local Government

‘타슈’, 2010년 경기 고양시 ‘피프틴’이 운영되기 시작하였다.

서울시는 전국에서 가장 많은 대여소와 공영자전거를 보유하고 있다. 2015월 9월 따릉이 도입 이후, 점차 규모를 확대하여 2018년 자전거 대여소는 1,560개소, 공영자전거는 22,153대를 운영 중이다. 대여실적은 2016년 185만건에서 2018년 1,014만건으로, 5배 이상 급증한 것으로 나타났다(Korea Statistics e-National Index, 2020b).

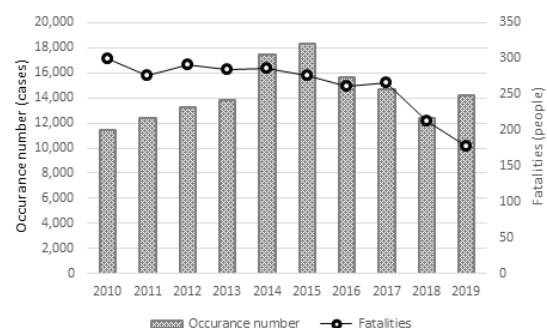
최근 전기 자전거를 활용한 민간의 공유자전거 서비스도 확대되고 있다. ‘카카오T바이크’는 2019년 시범 서비스 이후 서울과 인천, 경기 성남·하남, 전북 전주, 울산 등으로 이용 지역을 확대하였다. ‘일레클’은 서울과 세종시, 경기 수원 삼성디지털시티, 경기 김포 등에서 운영되고 있다(Hankyung, 2019).

2. 자전거 사고 발생 현황

1) 전체 자전거 사고

도로교통공단 교통사고분석시스템(TAAS)에 따르면 최근 10년간(2010~2019) 연평균 14,361건의 자전거 사고로 인해 매년 264명의 사망자가 발생하였다(<Figure 3>).

지난 10년간 자전거 사고는 전반적으로 사망자 수는 감소하는 추세이지만, 발생건수는 증가와 감소가 반복되고 있는 실정이다. 2010년 11,439건이었던 자전거 사고 발생건수는 2015년 18,310건으로 증가하였다. 이후 2016년부터 다소 감소하여 2018년 12,389건으로 나타났다. 그러나 2019년 다시 14,239건으로 증가하였다.

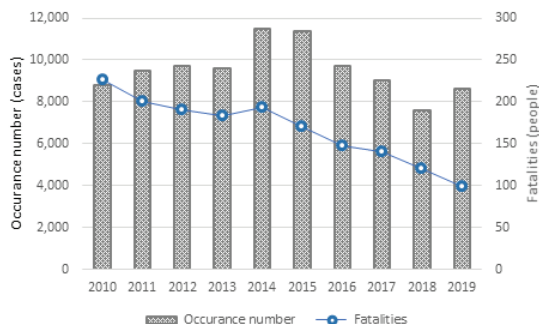


※ Source: Koroad TAAS(<http://taas.koroad.or.kr>).

Figure 3. Trend of bicycle accidents(2010~2019)

2) 사고원인 제공 여부에 따른 자전거 사고

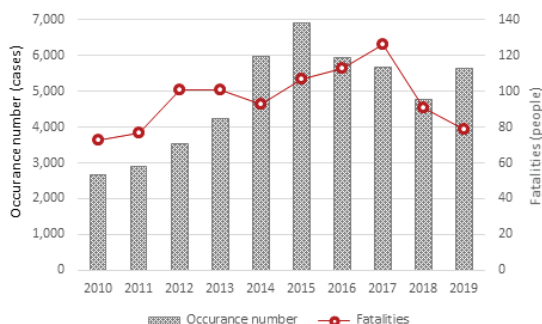
자전거 사고를 원인 제공 측면에서 2개의 형태로 분류하여 살펴보았다. 주목할 만한 사실은 자전거 운전자가 피해를 입은 사고는 전체 자전거 사고와 같이 사망자가 지속적으로 감소하고 있다. 2010년 226명에서 2019년 99명으로 50% 이상 줄어든 것으로 나타난다(<Figure 4>).



※ Source: Koroad TAAS(<http://taas.koroad.or.kr>).

Figure 4. Bicycle accidents caused by other party(2010~2019)

반면 자전거 운전자의 과실에 따른 가해 자전거 사고는 점차 사망자가 증가하는 것을 확인할 수 있다. 2010년 88명에서 감소와 증가를 반복하면서 2017년 126명까지 늘어났다. 2018년과 2019년에 각각 사망자 91명과 79명이 발생하였다. 또한 가해 자전거 사고 발생건수 추이는 2009년 2,639건에서 2015년 6,920건으로 약 2.6배 증가하였으며, 2016년부터 다소 감소하였다. 그러나 2019년 다시 증가하여 5,633건으로 집계되었으며, 2009년의 발생건수와 비교하여 2배 이상 높은



※ Source: Koroad TAAS(<http://taas.koroad.or.kr>).

Figure 5. Bicycle accident caused by bicycle driver's error (2010~2019)

수치이다(<Figure 5>).

본 연구는 이와 같이 증가하고 있는 자전거 운전자가 원인을 제공한 사고에 초점을 맞추어 자전거 사고의 특성과 위험도를 분석하고, 사고 저감방안을 마련하고자 하였다.

3. 관련 연구동향

1) 선행연구

여가활동으로 자전거 이용이 점차 늘어나면서, 2000년 이후 자전거 사고 분석 및 안전에 관한 관심이 높아졌다. Oh, *et. al.*(2007)는 도시의 평면교차로에서 자전거 사고에 대한 심각도 유발요인의 영향력을 분석하여, 안전성을 높일 수 있는 도로 설계방향을 제시하였다. Joo, *et. al.*(2012)는 자전거 운행의 안전 증진방안으로 과속방지턱의 적정 규격 설계에 대한 연구를 수행하였다. Kwon, *et. al.*(2015)는 현재 설치 운영되고 있는 자전거 도로의 문제점을 파악하고, 자전거 사고 예측모형을 개발하여 자전거 도로 개선대책을 제시하였다.

또한 자전거 이용자의 설문조사를 기반으로 자전거 도로의 상태, 주행환경, 관련시설물 유지·관리 등 안전성에 대한 인식분석 및 만족도에 관한 연구가 진행되고 있다. Kim, *et. al.*(2010)는 창원, 마산시를 대상으로 자전거 이용자의 인식평가에 관하여 연구하였으며, Yu & Na(2014)은 레저형 영산강 자전거길의 만족도에 미치는 영향요인을 연구하였다. 또한 Park & Choi(2016)은 광주광역시 자전거도로 만족도 모형을 개발하고 평가지표를 제시하였다.

그 외 Hong & Kim(2010)은 자전거 이용 인구 및 자동차 등록대수 대비 자전거 사고확률을 계산하였고, 이를 이용하여 여러 상황에서 발생하는 자전거 사고확률을 산정함으로써 자전거 사고의 발생특성을 파악하였다. Kang, *et. al.*(2017)은 자전거로 활동 중에 발생한 인체 손상에 대한 임상 특징 및 사망원인을 연구하였다. Kim, *et. al.*(2019) 역시 자전거로 인한 신체 손상 및 안전모 착용에 대한 특징을 고찰하고, 자전거 운전 시 안전모 착용의 중요성을 강조하였다.

2) 연구의 차별성

위와 같은 기존연구는 일부 연구를 제외하고 자전거 이용 활성화를 위하여 도로 구축 및 주행환경 등 인프라 안전개선에 초점을 둔 연구들이 주를 이룬다. 이에 비해 본 연구에서는 점차 증가하고 있는 자전거 사고를 효율적으로 줄이기 위해 위험도가 높은 사고 유형을 식별하여 이를 저감 할 수 있는 방안을 모색하였다. 교육·단속 등 인적요인 개선과 안전문화 확산 측면을 살펴보았다. 이는 자전거 사고에 대한 현실적이며 실질적인 저감방안이 될 수 있을 것이다.

이번 연구는 국내에서 발생하는 자전거 사고에 대하여 유형별 사고 전개 시나리오를 활용하여 정량적 위험도 분석을 수행하였다. 이때 증가하고 있는 자전거 운전자의 잘못으로 발생한 사고를 중점적으로 위험도 분석을 수행하였다. 특히 인명피해 규모 추정 시, 사망자뿐만 아니라 부상자를 고려하여 보다 명확한 자전거 사고 인명위험도 분석을 수행하고자 하였다.

III. 자전거 사고 위험도 분석

1. 연구방법

1) 분석절차

위험도(Risk)는 어떠한 사건이 일어날 가능성과 그 사건으로 인한 결과의 조합이라고 정의한다(UNIDSR, 2009). 아래의 Eq. (1)과 같이 표현할 수 있다.

$$R = P \times C \quad (1)$$

위험도를 분석하기 위해서는 Eq. (1)과 같이 위험도의 요소인 사고의 발생가능성과 그 결과를 규명하여 산출해야 한다. 여기서, 발생가능성은 빈도 또는 확률, 결과는 인명피해, 경제적인 손실, 환경에 대한 영향 등으로 계산한다(Kim & Kim, 2008; Cho, *et. al.*, 2013).

본 연구에서는 국내에서 발생하는 자전거 사고에 대하여 발생확률과 인명피해(사망자와 부상자 합산하여 고려)를 산정하여 위험도를 분석하였으며, 다음의

6단계에 따라 연구를 수행하였다.

- 1단계: 기초 발생특성 분석
- 2단계: 사고전개 시나리오 구축 및 확률 계산
- 3단계: 인명피해 산출
- 4단계: 위험도 산정
- 5단계: 안전대책 모색
- 6단계: 해외사례 및 시사점

위험도 분석기법으로 활용하고자 하는 사고전개 시나리오 분석(ETA, Event Tree Analysis)은 전통적으로 사용되는 의사결정나무(Decision Tree)의 수정된 형태이다. 이 기법은 최초 사건에 뒤따르는 사건들의 전개과정과 그 결과를 체계적이며 가시적으로 규명할 수 있다(Cho, *et. al.*, 2013). 또한 인명피해는 사망자와 부상자를 합산하여 산출하였다. 이때 미국 교통부의 교통사고로 인한 인체손상도 구분 지표(MAIS, Maximum Abbreviated Injury Scale)에 따라 부상자는 가중치를 적용하여 사망자로 환산하였다(U.S. Office of the Secretary of Transportation, 2008). 이를 통해 자전거 사고로 인한 인명피해 현황을 보다 정확하게 분석하고자 하였다.

2) 분석자료

본 연구의 분석자료는 도로교통공단 교통사고분석 시스템(이하 Koroad TAAS)이 제공하는 경찰청 DB(국가승인통계)에서 2014년부터 2018년까지 최근 5년간 전국에서 발생한 자전거 사고 데이터를 수집하였다. 자전거 사고 유형별 발생건수와 인명피해(사망, 중상, 부상 등)를 활용하여 위험도 분석을 수행하였다(Koroad TAAS, 2020).

단, 자전거 사고의 기초현황 분석은 도로교통공단에서 발간하는 ‘교통사고 통계분석’에서 발췌하였으나, 가장 최근 발간된 2018년도 통계자료에 한정된다. 이 보고서에서 2016년판(2015년 자료)부터 자전거 사고에 대한 통계분석이 제공되기 시작하였다. 최초 3년간(2016~2018) 원인제공 여부의 구분 없이 전체 자전거

거 사고의 통계자료가 제공되었다. 이후 2019년(2018년 자료)부터 자전거 운전자의 과실로 인해 발생하는 자전거 가해 사고의 세부적인 특성이 포함되기 시작하였다. 이러한 통계제공의 한계로 인하여 2018년도 자전거 사고 자료만을 수집하여, 자전거 사고에 대한 기본적인 발생특성을 파악하였다(Koroad, 2019).

2. 분석결과

1) 기초 발생특성 분석

본 연구에서는 자전거 운전자의 과실로 발생한 사고에 대한 기본적인 특성을 파악하고자 하였다. 2018년을 대상으로 ① 성별, ② 연령별, ③ 월별, ④ 시간대별, ⑤ 도로종류별, ⑥ 기상상태별 발생건수와 사망자 현황을 살펴보았다.

2018년 자전거 사고 발생건수는 4,771건이며, 이로 인한 사망자는 91명이었다. 이 중 성별에 따른 발생건수는 남성 3,827건(80.2%), 여성 906건(19.0%), 불명 38건(0.8%)이었다. 사망자는 남성 86명(94.5%), 여성 5명(5.5%)이었다.

연령별 발생건수는 65세이상 1,313건(27.5%), 51-60세 726건(15.2%), 13-20세 722건(15.1%) 순으로 많은 것으로 나타났다. 사망자 역시 연령이 높을수록 많은 것으로 확인된다. 65세 이상이 51명으로 사망자 중 56.0%를 차지하였으며, 51-60세 19명(20.9%)이었다. 반면 20세 이하에서 사망자는 1명으로 나타났다.

월별 자전거 사고 발생은 5월 512건(10.7%), 6월 623건(13.1%), 7월 479건(10.0%), 9월 521건(10.9%), 10월 490건(10.3%) 등이 다소 많은 것으로 나타났다. 사망자는 사고건수가 많은 7월 11명(12.1%), 5월 및 9월에 각각 10명(11.0%)이 발생하였다.

시간대별 사고 발생건수는 16-18시 796건(16.7%), 14-16시 638건(13.4%), 18-20시 629건(13.2%), 08-10시 588건(12.3%) 등의 순으로 많다. 사망자는 14-16시 13명(14.3%), 16-18시 12명(13.2%), 06-08시 10명(11.0%) 등으로 나타났다.

도로종류에 따른 사고발생 현황은 특별광역시 2,246건(47.1%)으로 가장 많았으며, 다음으로는 시도 1,415건

(29.7%)이었다. 그러나 사망자는 시도 34명(37.4%), 특별광역시도 29명(31.9%), 일반국도 11명(12.1%) 등이었다.

기상상태별 자전거 사고 발생건수는 맑은날이 4,529건(94.9%)으로 대다수를 차지하였다. 또한 사망자는 맑음 85명(93.4%)이었으며, 흐림 4명(4.4%), 비 1명(1.1%), 안개 1명(1.1%) 등의 순으로 나타났다.

2) 사고전개 시나리오 구축 및 확률 계산

국내에서 자전거 운행 중 발생한 사고의 유형은 상대방(사고의 제2당사자)에 따라 분류된다. 자전거는 도로교통법상 차에 해당됨으로 차대차, 차대사람, 차량단독으로 나뉜다(Koroad, 2019). 그러나 본 논문에서는 ‘자전거대차(일부 자전거, 원동기 등 포함)’, ‘자전거대사람’, ‘자전거 단독’으로 수정하여 정의하였다.

Accident types		Scenario	Probability
1 st classification	2 nd classification		
Bicycle accident 1.0000 (5,851)	by automobiles 0.7604 (4,449)	Side collision 0.4866 (2,165)	S1 0.3700
		Front collision 0.0949 (422)	S2 0.0722
		Rear-end 0.0706 (314)	S3 0.0537
		Reverse collision 0.0002 (1)	S4 0.0002
		Etc. 0.3477 (1,547)	S5 0.2643
		At the crosswalk 0.2641 (302)	S6 0.0516
		On the sidewalks 0.1583 (181)	S7 0.0310
		On the roadway 0.0547 (63)	S8 0.0107
		By the side of road 0.0482 (55)	S9 0.0094
		Etc. 0.4747 (543)	S10 0.0929
	with pedestrians 0.1956 (1,144)	Rollover 0.3910 (101)	S11 0.0172
		Collision with structures 0.1055 (27)	S12 0.0046
		Off the road 0.0341 (9)	S13 0.0015
		Etc. 0.4694 (121)	S14 0.0207
	by solo 0.0440 (258)		
Sum		-	1.0000

Figure 6. Bicycle accident scenarios and probability(2014-2018)

1차 사고는 각각 4~5개의 2차 사고유형으로 세분화된다. 먼저 자전거대차는 사고가 발생하는 충돌 방향에 따라 측면충돌, 정면충돌, 추돌, 후진중 충돌 등으로 분류된다. 두 번째로 자전거대사람은 장소적 특징에 따라 횡단중, 보도통행중, 차도통행중, 길가장자리 통행중 등으로 구분된다. 세 번째로 자전거 단독 사고는 전도전복, 공작물충돌, 도로이탈 등으로 나뉜다.

위와 같은 1, 2차로 분류되는 사고유형을 바탕으로, 14개의 사고 시나리오를 구축하였다(<Figure 6>). 여기서 시나리오별 발생확률은 최근 5년간(2014~2018) 연평균 발생건수를 활용하여 계산하였다.

1차 분류에서 가장 높은 발생확률을 나타내는 자전거 사고유형은 자전거대차로 0.7604로 절대적으로 높은 발생확률을 나타낸다. 그다음으로는 자전거대사람(0.1956), 자전거 단독(0.0440)으로 나타났다.

2차 분류에서는 자전거대차 중 측면충돌(0.4866)이 가장 많이 일어나며, 자전거대사람 및 자전거 단독 사고에서는 기타사고를 제외하고 각각 횡단중(0.2641)과 전도전복(0.3910)으로 인한 사고가 가장 많은 것으로 나타났다.

최종적으로 14개의 시나리오별 확률은 S1(자전거대차-측면충돌)이 0.3700으로 가장 높은 것으로 확인된다. 이는 전체 사고 중 1/3을 상회하는 수치로, 자전거 사고로 발생하는 유형에서 가장 중점적으로 살펴 봐야 하는 유형임을 알 수 있다. 다음으로는 S5(차대차-기타), S10(자전거대사람-기타), S2(차대차-정면충돌) 등의 순으로 발생확률이 높은 것으로 나타난다.

2차 사고 유형으로 분류되지 않은 기타 사고가 높은 확률을 나타내고 있다. 기타 사고로는 자전거 사고의 유형을 특정 나타내기에는 한계가 있다. 향후 연구에서는 가공되지 않은 자료를 수집하여 기타사고를 더욱 세분화해야 할 것으로 판단된다.

3) 인명피해 산출

본 연구에서 인명피해는 교통사고 치사율(사고 100건당 사망자수)의 개념(Koroad, 2019)을 응용하여, 사

고 1건당 인명피해를 산정하였다. 이를 통해 자전거 사고의 인체 손상정도에 대한 심각도를 나타내고자 하였다.

$$1\text{건당 인명피해} = \text{인명피해} / \text{발생건수}$$

그러나 기존의 분석은 자전거 사고 분석 시 사망자만을 대상으로 하고 있다. 그러나 사망자 외 부상자가 많이 발생하는 자전거 사고의 경우, 더욱 명확한 위험도를 산출하기 위하여 인명피해로 사망자와 부상자를 모두 고려하고자 하였다. 이때 부상자에 대한 가중치는 미국 교통부의 교통사고 인체 손상정도를 구분하는 지표인 MAIS를 활용하였다(<Table 1>).

$$\text{인명피해} = \text{사망자 수} + \text{부상자 수} \times \text{MAIS weight}$$

TASS에서 제공하는 사고 데이터에서 자전거 사고의 인명피해를 사망, 중상, 부상(경상 및 부상신고 포함)으로 집계하고 있다. 중상은 3주 이상의 치료를 요하는 상태로, MAIS 3단계(Serious)를 부여하였다. 부상은 경상(5일 이상 3주 미만)과 부상신고(5일 미만)를 합한 수치로, 가장 낮은 MAIS 1단계(Minor)를 적용하였다.

Table 1. MAIS

Level	Severity	Fraction of VSL	Remarks * weight in this study
1	Minor	0.0020	✓
2	Moderate	0.0155	
3	Serious	0.0575	✓
4	Severe	0.1875	
5	Critical	0.7625	
6	Fatal	1.0000	

※ Source: U.S. Office of the Secretary of Transportation(2008).

최근 5년간(2014~2018) 자전거 운전자 과실로 인하여 매년 106명의 사망자가 발생하였다. 또한 부상자는 연평균 6,185명으로 사망자수 보다 발생이 현저히 많

다. 이 중 중상자는 무려 1,804명이며, 부상자는 4,382명에 이른다.

여기에 가중치를 적용하여 인명피해를 환산하였다(<Table 2>). 사망자 106명, 중상자 1,804명에 가중치 0.0575(MAIS 3단계 VSL)를 곱한 수치 및 부상자 4,382명에 가중치 0.0020(MAIS 1단계 VSL)를 곱한 수치의 총합으로, 218.4702명으로 산출된다. 이는 연평균 사망자보다 2배 이상 높은 수치이다. 이와 같이 산출한 인명피해를 발생건수로 나누어 1건당 인명피해를 계산하였다.

$$\begin{aligned}\text{인명피해} &= 106\text{명} + (1,804\text{명} \times 0.0575) + (4,382\text{명} \times 0.0020) \\ &= 106 + 103.7070 + 8.7632 = 218.4702\text{명} \\ \text{1건당 인명피해} &= 218.4702\text{명} / 5,851\text{건} = 0.0373\end{aligned}$$

위와 같은 방식으로 시나리오별 인명피해를 구한 후, 1건당 인명피해를 산출하였다(<Figure 7>).

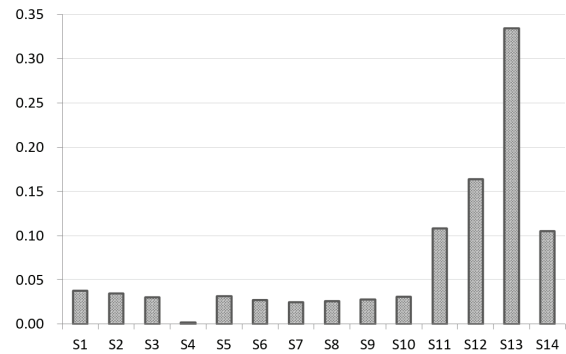


Figure 7. Distribution of calculated fatalities per a case

1건당 인명피해가 가장 큰 사고유형은 S13(자전거 단독-도로이탈)으로 0.3343으로 나타났다. 다음으로

Table 2. Calculated fatalities by bicycle accident scenarios(2014~2018)

Accident types		Scenario	Fatalities per a case		Fatalities (A) + (B)		Fatalities (A)	Injuries			Injuries × Weight (B)		
1 st classification	2 nd classification		Value	Rank	Value	Rank		Sub-total	Serious	Injured	Sub-total	Serious	Injured
계		-	0.0373	-	218.4702	-	106	6,185 (100.0)	1,804 (29.17)	4,382 (78.83)	112.4702	103.7070	8.7632
by automobiles	Side collision	S1	0.0377	5	81.6291	1	43	2,259 (100.0)	615 (27.2)	1,645 (72.8)	38.6291	35.3395	3.2896
	Front collision	S2	0.0347	6	14.6637	4	6	475 (100.0)	139 (29.3)	336 (70.7)	8.6637	7.9925	0.6712
	Rear-end	S3	0.0305	9	9.5733	7	4	339 (100.0)	92 (27.1)	247 (72.9)	5.7733	5.2785	0.4948
	Reverse collision	S4	0.0017	14	0.0020	14	0	1 (100.0)	0 (0.0)	1 (100.0)	0.0020	0.0000	0.0020
	Etc.	S5	0.0316	7	48.9154	2	21	1,637 (100.0)	440 (26.9)	1,196 (73.1)	27.7154	25.3230	2.3924
with pedestrians	At the crosswalk	S6	0.0274	11	8.2620	8	1	334 (100.0)	115 (34.4)	219 (65.6)	7.0620	6.6240	0.4380
	On the sidewalks	S7	0.0249	13	4.5120	9	1	191 (100.0)	60 (31.4)	131 (68.6)	3.7120	3.4500	0.2620
	On the roadway	S8	0.0260	12	1.6292	12	0	71 (100.0)	23 (32.4)	48 (67.6)	1.4292	1.3340	0.0952
	By the side of road	S9	0.0280	10	1.5412	13	0	60 (100.0)	18 (30.0)	42 (70.0)	1.1412	1.0580	0.0832
	Etc.	S10	0.0309	8	16.7913	3	4	585 (100.0)	209 (35.8)	375 (64.2)	12.7913	12.0405	0.7508
by solo	Rollover	S11	0.1079	3	10.8607	6	8	93 (100.0)	41 (44.1)	52 (55.9)	2.4607	2.3575	0.1032
	Collision with structures	S12	0.1640	2	4.4133	10	4	24 (100.0)	10 (43.5)	13 (55.9)	0.6133	0.5865	0.0268
	Off the road	S13	0.3343	1	2.9341	11	3	6 (100.0)	2 (33.3)	4 (66.7)	0.1341	0.1265	0.0076
	Etc.	S14	0.1052	4	12.7429	5	10	111 (100.0)	38 (34.2)	73 (65.8)	2.3429	2.1965	0.1464

S12, S11, S14, S1 등의 순으로 높은 수치를 나타낸다.

이때 자전거 사고가 발생하는 경우, 가장 치명적인 인명피해를 나타내는 S13의 값은 S1(자전거대차-측면 충돌, 시나리오별 확률 1위)의 1건당 인명피해(0.0377) 대비 약 9배 높은 수치를 나타낸다. S1은 전체 인명피해 합계는 1위로 나타났지만, 1건당 인명피해는 5위로 확인된다.

상기 그림에서 자전거 단독 사고에 포함되는 S11~S14의 값이 상대적으로 큰 것을 알 수 있다. 1건당 인명피해의 상위 5위 중 4개의 시나리오가 자전거 단독 사고로 나타나, 자전거 단독 사고의 인체 손상도가 월등히 높은 것으로 분석된다. 특히 자전거 단독 사고는 사망자뿐만 아니라 중상자의 발생이 많은 것을 알 수 있다(<Table 2> ‘Injuries’ 참조). 부상자에서 중상자의 평균 비중은 29.17%이지만, 반면 자전거 단독 사고는 33.3%에서 최대 44.1%를 나타내고 있다. 자전거 단독 사고의 인명피해 심각도를 주목해야 한다.

4) 위험도 산정

본 연구에서 자전거 사고의 위험도는 F-N curve (Frequency-Number of Fatalities curve, 이하 리스크 곡선)로 도식화하여 평가하였다.

리스크 곡선은 평면상에 개별 시나리오별 인명피해(N)와 이에 따른 빈도 또는 확률(F)을 연속적으로 표현하는 기법이다. 이는 위험도 산정 결과를 3개의 구역으로 평가하여, 위험도의 수용 여부를 판단한다. 위험도가 높게 평가되면 안전대책을 마련하고 위험도 저감 노력을 해야 한다(Kim & Kim, 2008; Cho, et. al., 2013).

- ① 위험을 수용할 수 있는 범위(Acceptable Region)
- ② 실행할 수 있는 한 위험을 낮게 하는 범위(ALARP, As Low As Reasonably Practical)
- ③ 수용 불가능한 범위(Intolerable Region)

최근 5년간(2014~2018) 자전거 운전자의 과실로

발생한 사고의 위험도를 x축은 1건당 인명피해, y축은 그에 대한 발생확률을 나타내는 리스크 곡선으로 나타내었다(<Figure 8>).

여기서 사망자만을 고려한 위험도(노란색 영역)와 사망자 및 가중치를 적용한 부상자를 합산한 인명피해(회색 영역)의 위험도 분석 결과는 극명하게 차이가 있다. 사망자와 부상자를 모두 고려한 자전거 사고의 위험도 수준이 월등히 높다. 부상자를 반영하여 인명피해를 산출하는 경우, 보다 정확하게 현재 상황의 위험도를 나타낼 수 있다.

해외에서는 위험도 분석 결과를 평가하는 기준이 정립되어 있지만, 국내에서 명확한 근거가 아직은 없어, <Figure 8>에서는 임의의 지점을 정하여 3개의 구역으로 구분하였다(인명피해와 확률, 2개 요소의 최소값과 최대값을 각각 등간격으로 나누어줌)

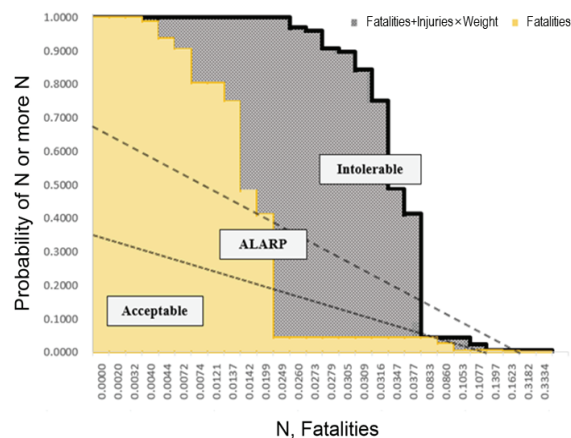


Figure 8. Bicycle accident risk level with F-N curve

자전거 사고 유형별 위험도를 평가하고자 위험수준의 기준은 <Figure 8>과 동일하게 설정하였다(<Figure 9>, <Figure 10>, <Figure 11>).

자전거대차 사고의 경우 1건당 인명피해 ‘0.1’이하 구간에서 높은 확률을 나타내어, 위험을 수용할 수 없는 범위에 있는 것으로 확인된다. 자전거대사람은 비교적 낮은 위험도 수준을 보여준다. 그러나 자전거 단독은 발생확률은 상대적으로 희박하지만, 발생 시 1건당 인명피해가 치명적인 것으로 나타나 위험을 수용

할 수 없는 것으로 평가된다.

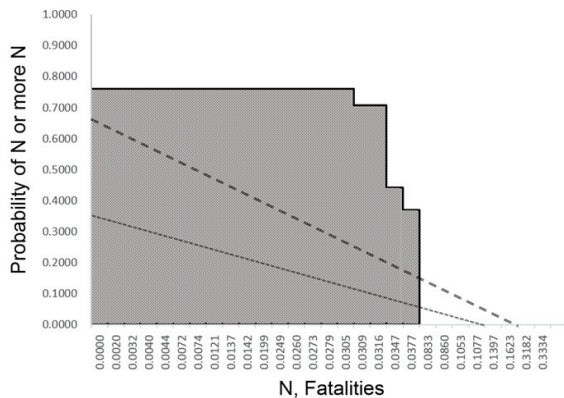


Figure 9. Risk level with F-N curve
- bicycle accident by automobiles

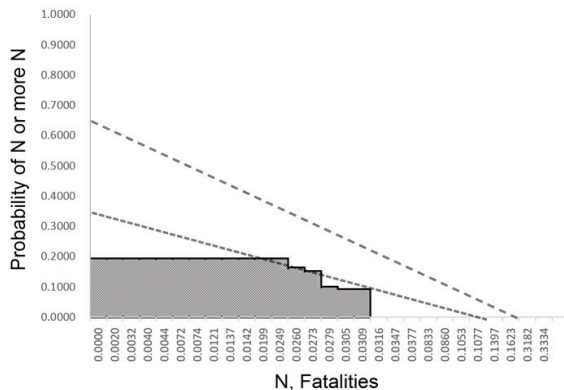


Figure 10. Risk level with F-N curve
- bicycle accident with pedestrians

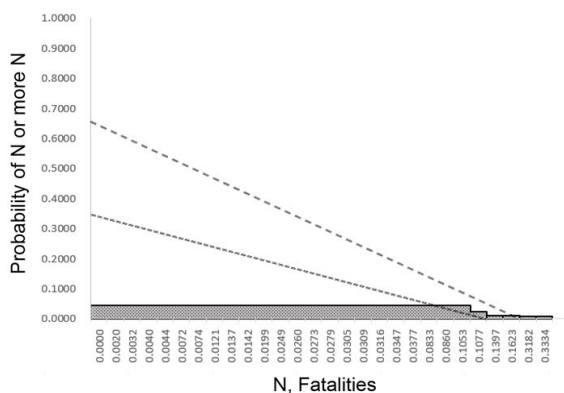


Figure 11. Risk level with F-N curve
- bicycle accident by solo

5) 안전대책 모색

상기 리스크 곡선에 의하여 자전거 사고의 위험도

를 허용할 수 없는 유형은 위험도 저감을 위한 안전대책을 마련해야 한다. 여기서는 위험도가 수용 불가능한 범위에 있는 것으로 평가된 자전거대차 및 자전거 단독 사고를 중심으로 사고의 저감방안을 수립하고자 하였다. 구체적인 자전거 사고의 안전대책은 아래와 같다.

① 자전거대차 사고

- 좌·우회전 등 방향전환 시 수신호

② 자전거 단독 사고

- 안전모 착용

③ ①, ② 자전거 사고를 동시에 저감 할 수 있는 방안

- 자전거 동호회 활용 및 민간 협업 교육·홍보

- 단속을 통한 위험행위 근절

자전거 사고를 줄이기 위한 방안으로는 개인 안전수칙과 지자체 및 정부 차원의 안전대책으로 구분할 수 있다. 첫째, 가장 기본적으로 자전거 운전자 개인은 좌·우회전 등 방향전환 시 수신호를 하여야 하고, 자전거 운행 시 안전모 착용과 같은 개인 안전수칙을 준수하여야 한다. 둘째, 이러한 안전법규 준수의 실효성을 강화하기 위해서는 지자체와 정부의 노력이 함께 병행되어야 한다. 따라서 해외 사례와 같이 지자체 또는 정부는 자전거 운전자가 위험한 행동을 인지할 수 있도록 다양한 교육 및 홍보 프로그램을 개발해야 할 것이다. 또한 강력한 단속을 통해 법규준수를 강화시키는 것이 필요하다고 판단된다.

(1) 자전거대차 사고 안전대책

국내 자전거 운전자 법규위반 현황에서 2018년 자전거 사고 4,771건 중 안전운전 의무 불이행 건수는 3,029건으로, 무려 63.5%에 이른다. 다음으로 신호위반 366건(7.7%), 안전거리 미확보 172건(3.6%), 교차로 통행방법 위반 172건(3.6%), 보행자 보호의무 위반 41건(0.9%) 등으로 나타났다(Koroad, 2019).

가장 높은 발생확률을 나타내는 자전거대차-측면

사고 저감을 위해서 자전거 운전자는 자동차 운전자에 적용되는 교통규칙을 준수해야 한다. 특히 좌회전·우회전·유턴과 같은 진로 변경 시 손, 방향지시기 또는 등화 등을 사용하여 신호해야 한다(도로교통법 시행령 제21조 및 별표 2). 그러나 대다수의 자전거 운전자들은 이를 지키지 않은 것으로 나타나 이를 교육하거나 홍보가 필요한 것으로 판단된다.

(2) 자전거 단독 사고 안전대책

자전거로 인한 사망은 대부분 두부 손상에 의한 것이나, 중증 인체손상과 사망을 줄일 수 있는 안전모 착용률은 현저히 낮다(Kang, *et. al.*, 2017). 자전거 사고로 응급실에 내원한 환자 31,923명(2013~2016) 중 헬멧 착용환자는 3,304명(10.3%)에 불과하였다(Kim, *et. al.*, 2019). 해외에서는 안전모 착용 시 인체손상을 막을 수 있기 때문에, 자전거 운행 시 안전모 착용을 권고하고 있다(OECD, 2013).

자전거 단독 사고 중 도로이탈은 인체 손상도가 몹시 높게 나타났다. 이 경우 안전모 미착용을 추측할 수 있다. 특히 과속을 하는 경우라면 자전거 운행의 제어가 어려워 사망 또는 중증의 부상을 입게 되었을 것으로 판단된다. 국내에서도 도로교통법 개정으로 2018년 9월부터 모든 자전거 운전자의 안전모 착용이 의무화 되었다(도로교통법 제50조 및 시행규칙 32조). 그러나 자전거 운전자의 안전모 착용률은 저조하다. 따라서 적극적인 홍보와 교육을 통해 자전거 사고 안전모 미착용에 대한 위험성을 인지시킬 필요가 있다.

6) 해외사례 및 시사점

(1) 해외 자전거 사고 안전대책

해외에서는 자전거 동호회 등 민간단체 및 정부의 자전거 안전교육과 홍보 활동이 적극적으로 시행되고 있다. 캐나다 밴쿠버에서는 학생들을 대상으로 안전한 자전거길 안내 프로그램 ‘Safe Routes to School’을 운영하고 있다(City of Vancouver, 2015). 베른, 취리히, 바젤, 루체른 등 스위스 각 도시에서 민간 자전거 단체

인 ‘Pro Velo Schweiz’는 자전거 학교 ‘Velokurse’를 열어 자전거 안전을 교육하고 있다(Pro Velo Schweiz, 2020). 영국 런던에서는 ‘London Cycle Campaign’이라는 시민단체가 주기적인 대규모 안전 캠페인을 홍보하고 있다(Transport for London, 2015).

이와 더불어 런던 교통국은 자전거 운전자의 위험행동을 알리는 ‘Cycle Safety Tips Campaign’을 시행하면서, 자전거 안전 단속반인 ‘Safeway’, ‘Cycle Cycle Team’을 구성하였다. 이들은 불안정한 자전거 운행 습관, 안전모 미착용 등 안전수칙 미준수 단속에 그치지 않고 간단한 안전교육 실시 등 재발방지 및 안전문화를 확산하는 역할을 수행하였다(Transport for London, 2015).

국외에서는 자전거 운행 안전확보를 위하여 노면표시, 도로설계 등 인프라 확충(Green marking(coloured conflict zone marking), Bike boxes, Advance stop line, Buffered bicycle lane, Parking protected bicycle lane, Narrow bicycle lane, Flashing LED lights warning, Protected intersection design, Roundabout with bicycle lane)에 중점을 두고 있다.

그린마킹 ‘Green Marking’이라고 불리는 노면 표시는 초록색, 푸른색 등과 같이 시인성이 높은 색깔로 자전거와 자동차 사고 다발지역임을 표시하여, 자전거 및 차량 운전자에게 주의를 주는 방법이다(OECD, 2013). 마이크박스 ‘Bike box’는 자전거 정지선을 차량 정지선 보다 앞서 표시함으로써, 좌·우회전시 자전거 통행의 안전을 보장하는 방안이다(City of Vancouver, 2015).

(2) 시사점

해외에서는 단순 자전거 이용 활성화가 아닌 증가하고 있는 자전거 사고의 위험성·심각성을 알려 안전운행을 도모하고 있다. 자전거 사고 위험행위 분석을 통하여 자전거 운전자의 안전 행동지침을 개발하고 있으며, 다양한 교육 프로그램 및 정기·지속적인 캠페인, 단속 등을 통해 안전한 자전거 이용 안전문화를 확산시키고 있다.

또한 노면 표시, 도로설계와 같이 인프라 구축을 통하여 자동차와 자전거 운전자의 인지를 향상시키는 다양한 대안을 마련하고 있다. 자전거 사고 다발지역 분석을 통하여 안전성을 고려한 인프라 및 도로구조를 디자인하고 있다. 이는 운전자들의 주의를 높임으로써 안전한 주행을 할 수 있는 환경 조성에 도움이 된다.

그러나 인프라 개선은 국내 도입의 적합성 및 효용성을 입증하는 데 시간이 소요되며, 시행 시 많은 비용이 수반된다. 따라서 자전거 운전자의 위험행동을 분석하여 이를 방지 할 수 있는 안전교육과 홍보를 우선적으로 시행하는 것이 효과적인 자전거 사고 저감방안이 될 수 있을 것으로 판단된다.

그럼에도 불구하고 자전거 안전주행을 위해서 자전거 도로는 매우 중요한 요소이다. 앞서 2장에서 언급한 바와 같이 최근 10년간(2009~2018) 전국적으로 자전거 도로의 노선 수는 3배, 총연장은 2배 이상 증가하였다. 그러나 자전거 도로는 연계성 부족, 가로등 미설치 구간 존재 등 안전성 저하, 유지관리가 미흡한 상태이다(Kwon, et. al., 2015). 따라서 지자체와 관련 부처는 양적인 증가보다는 일부 안전한 자전거길을 선정하여 유지·보수 등 집중적인 안전관리를 추진하고 활성화를 홍보하는 것이 필요할 것이다.

IV. 결 론

본 연구는 최근 5년간(2014~2018) 자전거 사고 데이터를 기반으로, 자전거 사고유형과 그에 대한 인명피해 발생 특징을 분석하고자 하였다. 최근 증가하고 있는 자전거 운전자가 교통사고의 제1당사자(원인제공자) 사고에 초점을 맞추어 위험도를 분석하였다.

최근 5년간 자전거 운전자의 과실로 발생한 자전거 사고는 연평균 5,851건이었으며, 이로 인하여 매년 사망자 106명, 부상자 6,185명(이 중 중상자 1,804명)의 인명피해가 발생하였다. 자전거 사고는 사망자 외 중상자 등 부상자 발생이 많은 것으로 나타났다. 따라서

본 연구에서는 미국 교통부의 MAIS에 따라 사망자 및 부상자에 가중치를 적용하여 합한 환산 인명피해를 산출하였다. 또한 1건의 자전거 사고로 인한 인명피해 심각도를 분석하고자, 치사율을 응용하여 1건당 인명피해를 산정하였다.

이러한 자전거 사고유형은 자전거대차(일부 원동기 및 자전거 포함) 중 측면충돌이 가장 높은 확률로 나타났다. 반면 자전거 사고 발생 시, 인체손상의 심각도는 자전거 단독 사고 중 도로이탈이 가장 높은 것으로 나타났다. 위험도가 높게 평가되는 측면충돌은 좌·우회전과 같은 방향전환 시 수신호 등 안전운전의 무 불이행으로 주로 발생하는 것으로 나타났다. 인체손상이 치명적으로 나타나는 도로이탈은 안전모 미착용으로 인한 것이다. 따라서 개개인은 안전수칙을 철저히 준수하여야 한다. 이와 함께 지자체와 해당 당국은 자전거 운행 시 위험행위를 인지시키는 교육과 홍보·단속을 통하여 인적오류를 개선하는 적극적인 활동을 해야 할 것으로 판단된다.

그러나 본 연구에서는 자전거 운전자 과실로 발생한 사고에만 한정을 하고 있어, 사고의 범위를 자전거 피해사고로 확대하는 것이 필요하다. 또한 TASS에서 제공하는 자전거 사고 데이터가 세분화 되어 있지 않아, 자전거 사고 유형을 정의하는 데 한계가 있었다. 향후 연구에서는 기타 사고를 정제하여 보다 명확하고 세분화된 자전거 사고의 특징을 도출해야 할 것이다.

References

- Bicycle Happy Sharing. 2020. 9. 10. Introduction to Happy Routes. <http://www.bike.go.kr>.
- Cho, S., D. Kim, and K. Choi. 2013. Hazardous and Noxious Substances (HNS) Risk Assessment and Accident Prevention Measures on Domestic Marine Transportation. *Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety*. 19(2): 145-154.
- City of Vancouver. 2015. Cycling Safety Study.

- Denver Public Works. 2016. Bicycle Crash Analysis.
- Financial News. 2020. 7. 14. COVID-19 Era, Attention to Untact Exercise. <https://www.fnnews.com/news/202007140930443731>.
- Gyeonggi Research Institute. 2014. Increasing Leisure Demand. Depressed Leisure Sports Industry. *GRI Trends In Perspective*. 61: 1-4.
- Hankyung. 2019. 3. 11. Acceleration of Electric Bike. <https://www.hankyung.com/it/article/2019031103491>.
- Hong, J. and M. Kim. 2010. Statistical Analysis and its Implication of Bicycle Accidents. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*. 21(6): 1081-1090.
- Joo, S., C. Oh, H. Choi, and J. Jang. 2012. Methodology for Designing Bicycle Speed Hump Using Multi-criteria Decision Making Process. *International Journal of Highway Engineering*. 14(4): 103-111.
- Kang, I., H. Lee, J. Lee, K. Lee, Y. Kim, and Y. Youn. 2017. Causes of Death and Clinical Features of Bicycle Injury Patients over 8 Years. *Crisisonomy*. 13(3): 33-42.
- Kim, D. and S. Kim. 2008. A Methodology for Risk Analysis on Ship Accidents at Port Area. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*. 59: 105-121.
- Kim, H., C. Lee, and Y. Yu. 2015. A Study on Prioritizing of Marina Safety Management Items by AHP. *Crisisonomy*. 11(2): 29-48.
- Kim, H., K. Ahn, J. Park, J. Kim, S. Lee, and S. Lee. 2019. Epidemiological Characteristics of Bicycle Injury. *Journal of the Korean Society of Emergency Medicine*. 30(2): 190-197.
- Kim, S., K. Song, and H. Jung. 2010. A Study on the Conscious Evaluation of Bicycle Users by Importance: Performance Analysis Focused on Changwon-si and Masan-si in Korea. *Journal of Korean Society of Transportation*. 28(2): 87-98.
- Korea Statistics e-national index. 2020a. 8. 31. Bicycle Lanes. <https://www.index.go.kr>.
- Korea Statistics e-national index. 2020b. 8. 31. Public Bike Operation. <https://www.index.go.kr>.
- Korea Transportation Institute. 2016. Public Bike. *Interesting Transportation Statistics*. 2: 1-3.
- Koroad TAAS (Traffic Accidents Analysis System). 2020. 9. 7. Bicycle Accidents(2014-2018). <http://taas.koroad.or.kr>.
- Koroad. 2019. 2018 Statistical Data Analysis of Road Traffic Accidents.
- Kwon, S., Y. Kim, J. Kim, and T. Ha. 2015. Development of Bicycle Accident Prediction Model and Suggestion of Countermeasures on Bicycle Accidents. *Journal of The Korean Society of Civil Engineers*. 35(5): 1135-1146.
- Ministry of Culture, Sports and Tourism. 2019. 2019 Investigation of Sports for All.
- Ministry of the Interior and Safety. 2010. 2. 2. National Bicycle Lanes Construction.
- Ministry of the Interior. 2015a. 3. 24. Safer Bike Lanes.
- Ministry of the Interior. 2015b. 11. 9. JeJu Fantastic Bicycle Road.
- MK Economy. 2020. 9. 7. Hyper Solo Era, Personal Product Consumption. <http://news.mk.co.kr/v2/economy/view.php?year=2020&no=922230>.
- OECD. 2013. Cycling, Health and Safety.
- Oh, J., E. Kim, and D. Kim. 2007. A Study on the Bicycle Accident Injury Severity at Urban Intersections. *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*. 27(4D): 389-395.
- Park, H. and W. Choi. 2016. A Study on the User Satisfaction of Bike Lane by Type in Gwang-ju Metropolitan City. *Journal of the Korean Regional Development Association*. 28(1): 123-136.
- Pro Velo Schweiz. 2020. 10. 10. Velokurse. <https://www.pro-velo.ch>.
- The New York Times. 2020. 5. 18. Thinking of Buying a Bike? Get Ready for a Very Long Wait. <https://www.nytimes.com/2020/05/18/nyregion/bike-shortage-coronavirus.html?partner=naver>.
- Transport for London. 2015. Cycle Safety Action Plan.
- U.S. Office of the Secretary of Transportation. 2008. Departmental Guidance Memorandum.
- UNIDSR. 2009. Terminology in Disaster Risk Deduction.
- Yu, C. and J. Na. 2014. A Study on the Factors Influencing Satisfaction Leisure Type Bicycle Paths. *Journal of the Korean Urban Management Association*. 27(2): 211-230.

Korean References Translated from the English

강인혜, 이희영, 이정일, 이강현, 김용화, 윤영한. 2017. 자전거 손상 환자의 8년간 연도별 임상적 특징과 사망요인.

- Crisisonomy. 13(3): 33-42.
- 경기개발연구원. 2014. 증가하는 레저, 침체된 레저 · 스포츠산업. GRI Trends In Perspective. 61: 1-4.
- 권성대, 김윤미, 김재곤, 하태준. 2015. 자전거 사고예측모형 개발 및 개선방안 제시에 관한 연구. 대한토목학회논문집. 35(5): 1135-1146.
- 김수성, 송기욱, 정현영. 2010. IPA기법을 이용한 자전거 이용자의 의식평가에 관한 연구. 창원 마산시를 중심으로. 대한교통학회지. 28(2): 87-98.
- 김화영, 이창현, 유영현. 2015. 계층분석법을 이용한 마리나 안전관리 항목의 우선순위 선정에 관한 연구. Crisisonomy. 11(2): 29-48.
- 김효동, 안기욱, 박주욱, 김주영, 이승철, 이상현. 2019. 자전거 손상 및 자전거 안전모 착용의 역학적 특징. 대한응급의학회지. 30(2): 190-197.
- 도로교통공단 교통사고분석시스템. 2020. 7. 16. 자전거 관련 사고 (2014-2018). <http://taas.koroad.or.kr>.
- 도로교통공단. 2019. 2018 교통사고 통계분석.
- 매경이코노미. 2020년 9월 7일자. 미국도 하이퍼 솔로 시대, 자전거 · 러닝머신 1인 전용 제품 소비. <http://news.mk.co.kr/v2/economy/view.php?year=2020&no=922230>.
- 문화체육관광부. 2019. 2019 국민생활체육조사.
- 박현길, 최완석. 2016. 광주광역시 자전거도로 유형별 만족도조사 연구. 한국지역개발학회지. 28(1): 123-136.
- 오주택, 김응철, 김도훈. 2007. 도시부 교차로에서의 자전거사고 심각도 분석에 관한 연구. 인천광역시를 중심으로. 대한토목학회논문집. 27(4D): 389-395.
- 유창호, 나주몽. 2014. 레저형 자전거길의 만족도에 미치는 영향요인 연구. 영산강 자전거길 이용자를 중심으로. 도시행정학보. 27(2): 211-230.
- 조심정, 김동진, 최강식. 2013. 국내 위험유해물질(HNS) 해상운송사고 위험도 분석 및 사고 저감방안 연구. 해양환경안전학회지. 19(2): 145-154.
- 주신혜, 오철, 최희용, 장지용. 2012. 다기준의사결정론을 적용한 자전거 과속방지턱 설계기법 연구. 한국도로학회논문집. 14(4): 103-111.
- 통계청 e-나라지표. 2020a. 8. 31. 자전거 도로. <https://www.index.go.kr>.
- 통계청 e-나라지표. 2020b. 8. 31. 공유자전거 현황. <https://www.index.go.kr>.
- 파이낸셜뉴스. 2020년 7월 14일자. 코로나 시대 언택트 운동 주목, 자전거 · 골프용품 매출 증가. <https://www.fnnews.com/news/202007140930443731>.
- 한국경제. 2019년 3월 11일자. 공유자전거 가속페달. <https://www.hankyung.com/it/article/2019031103491>.
- 한국교통연구원. 2016. 공공자전거 현황. 재미있는 교통통계. 2: 1-3.
- 행정안전부. 2010년 2월 2일자. 전국 국가 자전거 도로 사업 구축.
- 행정자치부. 2015년 11월 9일자. 제주, 환상 자전거길 열렸다.
- 행정자치부. 2015년 3월 24일자. 자전거 도로 더욱 안전해진다.
- 홍종선, 김명진. 2010. 자전거 교통사고의 통계분석 및 활용. 한국데이터정보과학회지. 21(6): 1081-1090.

Received: Oct. 16, 2020 / Revised: Nov. 9, 2020 / Accepted: Nov. 9, 2020

국내 자전거 사고 위험도 분석

- 자전거 운전자의 과실로 발생한 사고를 중심으로 -

국문초록 여가생활 활동수단으로 자전거 이용이 증가하는 추세이다. 최근에는 자전거 운전자의 과실로 인한 자전거 사고가 증가하고 있어, 이에 대한 예방방안을 마련해야 한다. 이를 위해 본 연구는 도로교통 관리공단 교통사고분석시스템(TAAS)에서 최근 5년간(2014-2018) 자전거 운전자가 교통사고의 원인을 제공한(제1당사자) 사고 데이터를 수집하여, 자전거 사고의 위험도를 분석하였다. 사고전개 시나리오를 활용하여 1, 2차 세부적인 사고유형을 분류하였으며, 인명피해는 사망자뿐만 아니라 부상자를 고려하여 분석하였다. 자전거 사고는 1차적으로 자전거대차(일부 원동기 및 자전거 포함), 2차 분류에서 측면충돌이 가장 높은 확률을 나타내고 있었다. 반면 1건당 인명피해는 자전거 단독 사고 중 도로이탈이 가장 치명적인 것으로 나타나, 인체손상의 심각도를 보여주었다. 이러한 자전거 사고는 대부분 안전수칙 미준수로 인하여 발생하는 것으로 확인된다. 그러므로 개개인은 방향전환 시 수신타, 안전모 착용과 같은 기본적인 안전수칙을 지켜야 한다. 지자체와 정부는 인적오류를 개선할 수 있는 교육 프로그램과 홍보, 단속을 적극적으로 펼쳐야 할 것이다.

주제어 : 여가생활, 자전거, 사고, 위험도, 안전대책

Profiles **Hyeon U Cho** : She is under doctoral course of the Department of International Trade at Pusan National University, Korea. She is a researcher of the Safety Research Division at National Disaster Management Research Institute. Her interesting subject and area of research is Quantitative Risk Assessment, Multi-criteria Decision Making, Human error, Disaster&Safety Management Project and Budget(sim8491@gmail.com).

Dong Jin Kim : He received his Ph.D. from State University of New York(Stony Brook), U.S.A in 1994. He is a professor of the Department of International Trade at Pusan National University. His interesting subject and area of research is Quantitative Risk Assessment, Multi-criteria Decision Making, Transportation Optimization, Supply Chain Management and Human error(ssskdj@hanmail.net).