

자전거 교통사고의 통계분석 및 활용

홍중선¹ · 김명진²

¹성균관대학교 통계학과 · ²성균관대학교 응용통계연구소

접수 2010년 8월 27일, 수정 2010년 11월 5일, 게재확정 2010년 11월 10일

요약

전세계뿐만 아니라 대한민국 정부에서도 저탄소 녹색성장을 실현하기 위해 노력하고 있으며, 그 방안의 하나로 자전거 수송분담율을 높이기 위하여 자전거도로와 자전거 편의시설 등을 확충하고 있다. 이러한 이유로 자전거 이용자들이 많이 증가하고 있는데 반면에 자전거 교통사고도 급증하는 추세이다. 자전거 교통사고 자료는 경찰청에서 발간하는 연감자료가 유일하나, 이 자료는 사고의 빈도수를 이차원 분할표 형태로 제공하고 있기때문에 일반인들이 이 자료를 통하여 사고의 성격과 위험함에 대하여 파악하고 이해하기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 자전거사고 자료를 확률로 표현하고 자전거 인구와 자동차 등록대수 자료와 결합하여 자전거사고의 특징을 분석하고 파악한다. 또한 조건부 독립이라는 가정 하에 현실세계의 현상에서 자전거사고 발생확률을 구하는 방법을 제안하고, 이 방법을 활용하여 자전거사고를 줄일 수 있는 방안에 대해 논의한다.

주요용어: 분할표, 조건부독립, 치사율.

1. 서론

최근 정부에서는 저탄소 녹색성장이라는 구호 아래 환경오염을 줄이기 위해 노력하고 있으며 중앙 정부와 각 지방자치단체에서는 하천변은 물론 시내 간선도로에도 자전거 도로를 확충 하는 것은 물론 1가정 1자전거 갖기운동, 공무원 자전거 출퇴근, 자전거 시범학교 및 자전거 순찰대 운영 등으로 지난 2008년 현재 1.2%에 불과한 자전거 수송분담율을 2017년까지 10%대로 끌어 올리기 위한 노력을 하고 있다 (하만복과 박훈식, 2009).

점차 자전거 이용객들이 늘어나는 추세에는 있으나 이에 자전거 교통사고 (이하 자전거사고) 역시 급증하는 추세로 이에 대한 대비책이 시급한 실정이다. 특히 자전거사고에 대한 자료는 경찰청에서 매년 발간하는 <교통사고연감>을 통해 파악할 수 있다. 그러나 이 자료는 단순히 이차원 분할표로 작성되기 때문에 행정기관의 독자적인 목적으로 작성되어 일반인이 다소 이해하기 어려운 측면이 있다. 더구나 사고라는 것은 일정한 조건 하에서만 일어난다는 가정이 없기 때문에 이러한 사고의 빈도만 가지고는 사고의 성격이나 위험도 등에 대해 파악하기가 매우 어렵다 (Sellin과 Wolfgang, 10964; 박상기 등 1998).

<교통사고연감> (경찰청, 1998~2009)을 바탕으로 자동차 교통사고를 분석한 연구로는 강성모와 김주환 (2008, 2009), 김명준과 김영화 (2009), 오주택 등 (2007) 그리고 김도훈 등 (2008) 등이 있다. 교통사고 뿐만 아니라 국가에서 매년 발간하는 범죄사고 등의 자료는 대부분 빈도수로 이루어진 표로 작성되어있는데 홍중선과 임한승 (1999)은 이런 자료를 통계적으로 분석하고 조건부확률을 이용하여 국가공식자료를 실생활에 활용할 수 있도록 연구하였다.

¹ 교신저자: (110-745) 서울, 종로구 명륜동 3-53, 성균관대학교 경제학부 통계학전공, 교수.

E-mail: cshong@skku.ac.kr

² (110-745) 서울, 종로구 명륜동 3-53, 성균관대학교 응용통계연구소 연구원, 일반대학원 통계학과 석사과정.

본 논문에서는 교통사고연감에 수록되어있는 자전거사고 자료를 확률과 조건부확률의 개념을 도입하여 자전거 사고확률을 통계적으로 분석하고, 자전거 인구나 차종별 자동차 등록대수 자료와 같이 분석하여 자전거 인구대비 사고확률 그리고 자동차 등록대비 사고확률을 구하여 분석한다. 보다 구체적으로 구성을 살펴보면 2절에서는 1998년부터 2009년까지의 자전거사고인 발생건수 사망자수 그리고 부상자수의 빈도를 파악하면서 추세에 대하여 살펴보고 인구대비 확률로 변환하여 전반적인 사고확률에 대해 파악한다. 3절에서는 2009년만의 자전거사고 빈도자료인 차종유형별, 사고유형별, 연령대별, 7대 도시와 도별로 구분하거나 또는 도시와 기타지역으로 구분한 지역별, 그리고 월별과 주야별로 자전거사고 자료를 통계적으로 분석하고, 나아가 자전거 인구를 예측하여 자전거 인구대비 사고확률로 변환하여 살펴본다. 그리고 차종유형별 자동차 등록대수와 비교 분석하여 자동차 등록대비 확률을 구하여 분석한다. 4절에서는 조건부독립이라는 가정 하에 현실상황에서 자전거사고 발생 확률을 구하고 비교 분석한다. 마지막 5절에서는 본 연구에서 제안한 연구 방법을 활용하여 자전거사고의 예방 및 개선책에 대해 토론한다.

2. 자전거사고의 추세

경찰청에서 매년 발간하는 <교통사고연감>에 있는 자료를 통해 지난 1998년부터 2009년까지 자전거사고의 발생건수, 사망자와 부상자의 수는 표 2.1과 같다. 발생건수보다 부상자수가 많은 이유는 자전거사고시 자전거를 타는 사람 뿐 아니라 보행자, 다른 자전거 이용자 등과의 사고때문이라고 판단된다. 참고로 도로교통법상 사고 후 30일 이내 사망한 경우엔 사망자로 처리하고, 30일 이상 경과시에는 부상으로 처리한다.

표 2.1 1998년부터 2009년까지 자전거 교통사고 건수

-	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
발생	6,319	6,891	5,948	5,804	5,231	5,510	6,108	7,047	6,859	7,416	8,850	10,061
사망	249	253	286	267	216	220	220	257	230	235	231	251
부상	6,425	7,053	5,956	5,806	5,238	5,543	6,168	7,117	6,925	7,555	9,055	10,249

그림 2.1은 1998년부터 2009년까지 자전거사고 발생건수를 그래프로 나타내어 추세를 파악하고자 한다. 사망자수는 매년 250명 내외이며 발생건수와 부상자수에 비하여 매우 작은 수이고 또한 부상자수는 사고 발생건수와 매우 비슷한 추세이므로 그림 2.1에 표현하지 않았다.

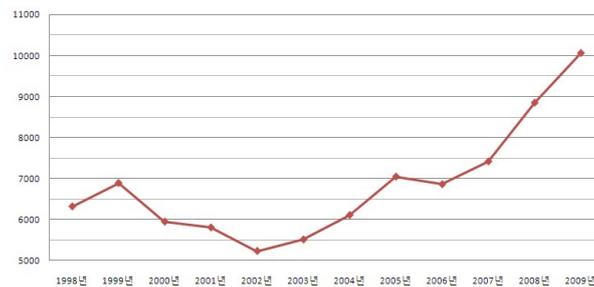


그림 2.1 1998년부터 2009년까지 자전거사고 발생건수

표 2.1과 그림 2.1으로만 자전거 교통사고의 증감을 판단하는 것보다는 자전거 인구를 기준으로 증감

을 판단하는 것이 바람직하다. 하만복과 박훈식 (2009)의 ‘자전거 산업의 발전과 이용률 증가방안 연구 - 미래 국가경쟁력 차원 -’에서 자전거 수송분담율인 전체 인구의 1.2%로 발표한 기준을 바탕으로, 통계청의 1998년부터 2009년까지의 주민등록상 총인구를 바탕으로 자전거 인구를 추정하여 자전거 인구대비 사고확률로 나타낸 것이 표 2.2이다.

표 2.2 1998년부터 2009년까지 자전거 인구대비 사고확률 (단위 %)

-	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
발생확률	1.12	1.21	1.04	1.01	0.90	0.95	1.05	1.20	1.17	1.25	1.49	1.69
사망확률	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
부상확률	1.14	1.24	1.04	1.01	0.91	0.95	1.06	1.22	1.18	1.28	1.52	1.72

표 2.2로부터 자전거 사고율이 2002년을 정점으로 매년 급상승하고 있음을 알 수 있다. 특히 2009에 13.68% 증가해 이에 따른 대책이 필요하다는 것을 실감할 수 있다. 자전거사고가 급증한 2009년에 대하여만 어떤 유형의 사고가 많이 발생했는지 파악하기 위하여 다양한 분석을 3절에서 한다.

3. 2009년 자전거사고 분석

2009년에 발생한 자전거사고는 표 2.1에서 알 수 있듯이 총 10,061건이 발생하여 251명이 사망했고 10,249명이 부상당했다. 이는 자전거 인구의 1.69%가 자전거사고가 난 것이다. 즉 자전거를 타는 인구 1만명당 약 17명정도가 자전거사고를 당한 것으로 인구 50만명의 중규모 도시 기준 연간 850명 가량이 자전거사고를 당한다고 추정한다.

우선, 자전거사고가 발생하는 사고 유형에 대해 살펴보면 표 3.3과 같다. 이 자료는 자전거가 제1당사자 즉, 자전거가 가해자가 되는 입장으로 자전거의 잘못된 경우만을 고려하기 때문에 표 2.1에서의 자전거사고 총 발생건수가 10,061건인데 표 3.1에서는 2,639건이다. 표 3.3을 해석해보면 발생건수를 기준으로 총 2,639건이 발생하는데 이중에 승용차와의 사고가 1,212건 그리고 승용차와의 사고로 사망한 사람이 31명이다. 이를 토대로 2009년의 자전거 인구대비 차종유형별 사고확률은 표 3.4와 같이 작성하였다.

표 3.1 사고 유형별 자전거사고

차종유형	발생건수	사망자수	부상자수
승용	1,212	31	1,225
승합	192	17	189
화물	247	17	245
특수	6	0	6
이륜	109	2	137
자전거	168	2	188
농기계	0	0	0
보행자	514	5	542
기타	67	2	85
불명	124	12	112
총계	2,639	88	2,729

표 3.4를 살펴보면 자전거 인구중 승용차와의 사고 발생율은 0.2029% 즉, 자전거 인구 10000명당 20명가량이 승용차와의 사고이다. 그 다음으로 보행자와의 사고가 0.0861%로 발생해서 승용차 다음으로 위험한 대상임을 알 수 있다. 차종별 차종에 따른 자전거 사고확률을 구하기 위하여 자동차의 등록대수를 파악하고 이를 바탕으로 차종별 자동차 등록대비 자전거사고 (발생건수, 사망자수, 부상자수)의

표 3.2 자전거 인구대비 차종유형별 사고확률

차종유형	자전거인구대비 발생확률	자전거인구대비 사망확률	자전거인구대비 부상확률
승용	0.20292%	0.00519%	0.20510%
승합	0.03215%	0.00285%	0.03164%
화물	0.04135%	0.00285%	0.04102%
특수	0.00100%	0.00000%	0.00100%
이륜	0.01825%	0.00033%	0.02294%
자전거	0.02813%	0.00033%	0.03148%
농기계	0.00000%	0.00000%	0.00000%
보행자	0.08606%	0.00084%	0.09075%
기타	0.01122%	0.00033%	0.01423%
불명	0.02076%	0.00201%	0.01875%
합계	0.44184%	0.01473%	0.45691%

확률을 표 3.5에 구하였다. 차종별 자동차 등록대수 자료는 경찰청에서 발간하는 <교통사고연감>에서 구할 수 있다. 표 3.4를 보면 승용차와의 자전거사고 발생율은 0.2029%로 가장 위험하게 보이지만 표 3.5에서 실제 제일 사고건수를 일으키는 차종은 승합차로 여섯 종류 차종 중 가장 높은 0.0178%가 된다. 그 다음으로는 특수차와의 자전거사고로 0.0111%가 된다. 반면 가장 많은 사고를 내는 것으로 보였던 승용차와의 자전거사고는 실질적으로 0.0101%였다. 마찬가지로 표 3.3에서 자전거사고 사망시 승용차가 가장 위험해 보이거나 실질적으로는 표 3.5와 같이 승합차와 화물차가 각각 0.0178%, 화물차가 0.0078%로 두 개의 차종만 합해도 과반수가 넘는다는 것을 파악할 수 있다.

표 3.3 자동차 등록 대비 자전거사고 확률

차종유형	발생확률	사망확률	부상확률	자동차 등록대수
승용	0.0101%	0.0003%	0.0102%	12,023,819
승합	0.0178%	0.0016%	0.0175%	1,080,687
화물	0.0078%	0.0005%	0.0077%	3,166,512
특수	0.0111%	0.0001%	0.0075%	54,192
이륜	0.0060%	0.0001%	0.0075%	1,820,729
농기계	0.0000%	0.0000%	0.0000%	1,335,614
합계	0.0527%	0.0025%	0.540%	19,481,553

다음으로 사고유형별 2009년 자전거사고 발생건수 자료와 추정된 자전거 인구를 바탕으로 구한 사고 발생확률 자료는 표 3.6과 같다. 이 자료 역시 자전거가 가해자인 제1당사자인 경우이다. 자전거 인구 중 0.4418%가 가해자인 사고이며 이는 자전거 인구 1만명당 44~45명 가량이 제1당사자로 교통사고를 당한다고 파악할 수 있다. 또한 측면 직각충돌사고가 가장 많이 일어나는 사고로 전체 자전거 인구 중 0.2198%가 측면 직각충돌사고가 일어난다. 이는 인구 50만명의 중규모 도시에서 자전거를 타는 사람 중 약 110명가량이 이러한 사고를 일으킨다고 해석할 수 있다. 한편 차대차 사고가 전체 사고의 76.05% (=2007/2639)로 자전거 단독 사고의 비율 4.47% (=118/2639)보다 17배가량 높게 발생한다.

표 3.7에 자전거사고의 발생건수와 사망자수를 연령대별로 정리하였다. 그리고 연령별 자전거 인구를 추정하여 자전거 인구대비 발생확률과 사망확률을 구하였다. 이 자료 역시 자전거가 가해자인 제1당사자의 경우이다. 전체 자전거사고의 16.52%인 436건이 발생하는 14세 이하의 청소년층이 자전거사고에 가장 취약한 계층이며, 자전거사고시 71세 이상의 고령층의 사망 비율이 전체 사망 비율의 28.41%인 25명이 사망함으로써 가장 높다. 그러나 연령대별 자전거 인구를 고려하면, 자전거사고 발생확률이 가장 높은 연령은 66~70세이며 사망확률 역시 66~70세가 가장 높게 나타나 고령층의 자전거사고에 대한 대책이 시급하게 된다는 것을 알 수 있다. 특별히 주목해야 할 점은 61세 이상 고령자의 자전거사고 사

표 3.4 사고유형별 자전거사고 및 확률

사고유형	사고유형	발생건수	자전거 인구대비 발생확률
차대 사람	횡단중	98	0.0164%
	차도통행중	50	0.0084%
	길가장자리구역통행중	41	0.0069%
	보도통행중	132	0.0221%
	기타	193	0.0323%
	총 계	514	0.0861%
차대차	정면충돌	173	0.0290%
	측면 직각충돌	1,312	0.2197%
	진행중 추돌	134	0.0224%
	주정차 충돌	64	0.0107%
	기타	324	0.0542%
	총 계	2,007	0.3360%
차대단독	공작물 충돌	14	0.0023%
	도로추락	11	0.0018%
	도로이탈	2	0.0003%
	주차차량 충돌	4	0.0007%
	전도/전복	44	0.0074%
	기타	43	0.0072%
	총 계	118	0.0198%
총합계		2,639	0.4418%

표 3.5 연령대별 자전거사고 발생건수, 사망자수와 확률

연령대	발생건수	사망자수	연령별 자전거 인구	자전거 인구대비 발생확률	자전거 인구대비 사망확률
14세 이하	436	6	98,988	0.4405%	0.0061%
16~20세	239	2	41,828	0.5714%	0.0048%
21~25세	126	2	37,608	0.3350%	0.0053%
26~30세	115	0	46,731	0.2461%	0.0000%
31~35세	83	2	46,472	0.1786%	0.0043%
36~40세	127	1	53,987	0.2352%	0.0019%
41~45세	157	4	52,497	0.2991%	0.0076%
46~50세	211	4	52,257	0.4038%	0.0077%
51~55세	214	5	46,231	0.4629%	0.0108%
56~60세	219	8	31,866	0.6873%	0.0251%
61~65세	161	5	25,601	0.6289%	0.0195%
66~70세	256	24	22,968	1.1146%	0.1045%
71세 이상	248	25	40,244	0.6162%	0.0621%
불명	47	0	-	-	-
총합계	2,639	88	597,278	-	-

망자는 전체의 52.27% (=49/88)나 차지하므로 고령자층에 대한 자전거사고 예방 교육이 절실히 필요하다. 앞으로 우리나라도 고령화사회에 진입하게 되는만큼 자전거 안전을 위한 제도와 시설, 그리고 교육 등이 필수적으로 선행되어 할 것이다.

자전거사고의 지역적 특성을 알아보기 위하여 지역별 자전거사고를 정리하여 표 3.8에 표현하였다. 자전거사고 당사자가 가해자인 제1당사자인 경우와 피해자인 제2당사자인 경우, 그리고 그의 자전거사고와 관련되어 있는 전체 자료로 2절에서 설명한 발생건수, 사망자수가 다르다. 또한 전국 각 지방경찰청별 자전거사고 발생건수와 사망자수, 그리고 2009년 현재 각 지방별 주민등록상 인구에 1.2%에 해당하는 자전거 인구를 추정하여 자전거 인구대비 발생확률과 사망확률을 구했다. 표 3.8를 살펴보면 자전거 사고 발생건수가 가장 많은 지역은 서울이고 가장 사망자가 많은 지역은 경기도이다. 그러나 자전거

인구대비 확률을 적용하면 사고 발생확률이 가장 높은 지역은 대구이며, 사망확률은 경상북도에서 가장 높다는 것을 파악할 수 있다. 하지만 자전거사고 발생과 사망이 서로 상이하기에 자전거사고 발생시 사망할 확률인 치사율 (=사망자수/발생건수)을 구해보면 그림 3.2와 같다.

표 3.6 지역별 자전거사고 빈도수 및 확률

지역	발생건수	사망자수	자전거 인구	자전거 인구대비 발생확률	자전거 인구대비 사망확률
서울	3,068	44	122,500	2.5045%	0.0359%
부산	509	7	42,516	1.1972%	0.0165%
대구	1,308	19	29,877	4.3779%	0.0636%
인천	582	16	32,527	1.7893%	0.0492%
광주	414	15	17,204	2.4065%	0.0872%
대전	373	8	17,810	2.0943%	0.0449%
울산	237	3	13,378	1.7715%	0.0224%
경기	1,642	67	135,507	1.2117%	0.0494%
강원	406	8	18,154	2.2364%	0.0441%
충북	526	12	18,330	2.8697%	0.0655%
충남	364	30	24,451	1.4887%	0.1227%
전북	643	26	22,254	2.8894%	0.1168%
전남	385	16	22,956	1.6771%	0.0697%
경북	1,051	43	32,039	3.2804%	0.1342%
경남	696	26	39,002	1.7845%	0.0667%
제주	133	0	6,752	1.9698%	0.0000%
합계	12,591	343	597,278	-	-

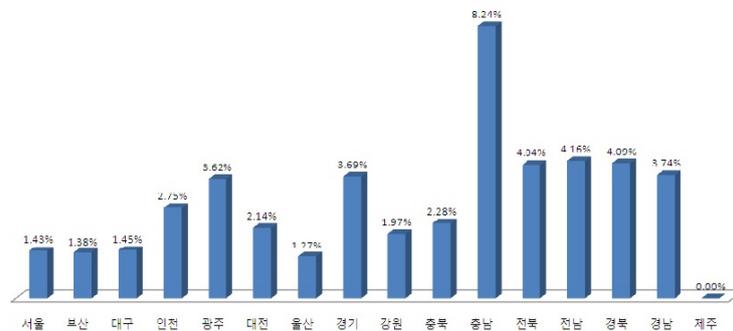


그림 3.1 지역별 자전거사고 치사율

그림 3.2로부터 치사율을 살펴보면 자전거사고 치사율이 충청남도의 경우 무려 8.24% 오히려 자전거를 타기 가장 위험한 지역이고, 다음으로는 전남, 경북, 전북이 뒤를 따른다. 도시에서는 광주시가 3.62%로 높은 치사율을 보인다. 자전거를 타기 가장 안전한 지역은 제주도로 사망자가 없었으며, 다음으로는 울산시로 1.27%의 치사율을 나타낸다. 대구시도 사고는 많이 발생하지만 치사율은 상대적으로 낮은 1.45%로 안전한 도시이다.

표 3.8의 자료를 서울을 비롯한 6대 광역시를 도시로 그리고 나머지 지역을 지방으로 광역화하여 자전거사고의 평균 발생확률과 사망확률을 표 3.9에 정리하였다. 지방에서는 도시에 비해 차량수는 적어 자전거사고 발생확률이 적은 반면에 사망확률은 1.6배 이상 높다. 이것은 지방에서는 국도에서 과속으

로 달리는 차량이 많기 때문에 치사율이 높고, 도시에서는 차량수가 많아 자전거사고가 흔히 일어나지만 상대적으로 저속차량이 많아 치사율이 낮다고 파악할 수 있다.

표 3.7 도시와 지방의 자전거사고확률

도시		지방	
평균 발생확률	평균 사망확률	평균 발생확률	평균 사망확률
2.3059%	0.0457%	2.1750%	0.0745%

주야간 자전거사고를 살펴보자. 자전거가 제 1당사자인 경우에 주간에 발생하는 자전거사고수는 1,680건, 사망자수는 57명이다. 그리고 야간의 사고발생은 959건, 사망자수는 31명이다. 이는 주간에 자전거사고 발생건수나 사망자수가 야간에 비해 높은 편임을 알 수 있다. 하지만 경찰청에서 사고 시간을 주야간 구분할 때 기준으로 일출 시간부터 일몰 시간까지를 주간, 일몰 시간부터 일출 시간까지를 야간으로 구분하여 사고처리를 한다. 그러나 야간에는 인간의 생리현상인 취침시간이 반영되기에 실질적으로 자전거 타는 시간이 주간에 비해 현저히 떨어진다. 예를 들면 주간시간은 06시부터 18시까지 야간시간을 18시 01분부터 24시까지 잡는다면 야간보다 주간이 3배 더 길게 되므로 실질적인 야간의 사고건수는 주간보다 더 높다고 볼 수 있다. 주야간별 치사율을 살펴보면 주간은 3.69%, 야간은 3.23%로 주간이 더 높다.

월별 자전거사고의 특성에 대해 알아보기 위해 월별 자전거사고 발생건수와 사망자수를 표 3.8에 정리하였다. 표 3.10을 살펴보면 겨울에 해당하는 12, 1, 2월의 1,744건보다 여름에 해당하는 6, 7, 8월의 자전거사고 발생건수가 3,890건으로 훨씬 많다. 이는 계절적 환경에 영향을 많이 받는 자전거의 특수성에 따라 상대적으로 자전거 타기 좋은 계절에 그만큼 자전거사고가 많이 발생한다고 볼 수 있다.

표 3.8 월별 자전거사고

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
발생건수	488	594	810	1,024	1,117	1,308	1,286	1,296	1,589	1,496	961	662
사망자수	22	16	29	26	36	30	27	37	40	39	22	19

월별 자전거사고 치사율을 구하여 그림 3.3에 표현하였다. 그림 3.3을 살펴보면, 동절기인 1, 3월에 자전거사고 치사율이 높은 반면 하절기에 해당하는 6월, 7월에는 상대적으로 낮게 나타났다. 하절기 중에서 7월에 자전거사고 치사율이 낮은 이유는 비가 많이 오는 장마 때라고 추측된다.

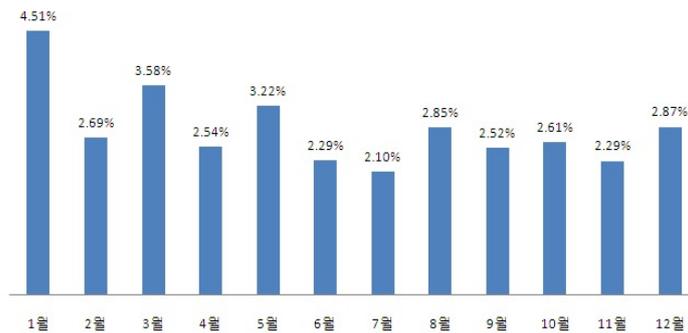


그림 3.2 월별 자전거사고 치사율

4. 자전거사고 확률의 활용

3절에서는 2009년도 자전거사고 자료를 분석하여 구한 확률을 활용하여 실생활에 적용하여 보자. 예를 들어 서울에 거주하는 52세의 사람이 자전거사고로 부상당할 확률을 구해보자. 여기서 자전거사고로 부상당한 사상을 조건으로 거주지와 연령의 사상이 조건부독립이라는 가정을 활용하면 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 P(\text{서울에 사는 52세 사람의 자전거사고로 발생}) &= P(\text{자전거사고 발생}) \times P(\text{서울} \cap 51 \sim 55\text{세} \mid \text{발생}) \\
 &= P(\text{자전거사고 발생}) \times P(\text{서울} \mid \text{발생}) \times P(51 \sim 55\text{세} \mid \text{발생}) \\
 &= 1.72\% \times \frac{3068}{12591} \times \frac{214}{2639} \\
 &= 3.3986 \times 10^{-4},
 \end{aligned}$$

여기서 $P(\text{자전거사고 발생})$ 은 표 2.2에서, $P(\text{서울} \mid \text{발생})$ 은 표 3.8 그리고 $P(51 \sim 55\text{세} \mid \text{발생})$ 은 표 3.7을 이용하였다.

좀더 복잡한 조건 하에 자전거사고 확률을 구해보자. 경기도에 거주하는 사람이 야간에 자전거를 타고 가다가 승용차와 사고로 사망할 확률은 자전거사고로 사망한 사상을 조건으로 거주지와 차종유형별 사고 그리고 주,야간 사고 사상들이 조건부독립이라는 가정 하에 다음과 같이 구한다.

$$\begin{aligned}
 P(\text{경기도에 사는 자전거 이용자가 야간에 화물차와 사고로 사망}) &= P(\text{자전거사고 사망}) \times P(\text{경기} \cap \text{승용차} \cap \text{야간} \mid \text{사망}) \\
 &= P(\text{자전거사고 사망}) \times P(\text{경기} \mid \text{사망}) \times P(\text{승용차} \mid \text{사망}) \times P(\text{야간} \mid \text{사망}) \\
 &= 0.04\% \times \frac{67}{343} \times \frac{31}{88} \times \frac{31}{88} \\
 &= 0.9696 \times 10^{-5},
 \end{aligned}$$

여기서 $P(\text{자전거사고 사망})$ 은 표 2.2에서 발견할 수 있으며, $P(\text{경기} \mid \text{사망})$ 과 $P(\text{승용차} \mid \text{사망})$ 은 각각 표 3.8과 표 3.3에서 구하였다. 그리고 $P(\text{야간} \mid \text{사망})$ 은 3절에서 언급한 주야간 자전거사고에 대한 설명을 활용하였다.

그러므로 경찰청에서 발간한 자전거사고 자료를 본 연구에서 언급한 방법을 이용하여 분석한다면, 현실적인 현상에서 발생하는 자전거사고의 확률을 구할 수 있다. 이러한 확률을 이용하여 분석한 피영규 외 (2010)의 연구와 같이 자전거사고에 확률을 일상생활에 적용한다면, 자전거사고로 인한 피해를 줄일 뿐만 아니라 정부가 추진하는 저탄소 녹색성장에 더욱 박차를 가할 수 있을 것이며 국민 모두의 건강과 쾌적한 삶의 질 향상을 꾀할 수 있을 것이다.

5. 결론

본 논문에서는 경찰청에서 발간하는 <교통사고연감>에서 자전거 교통사고에 대한 자료만을 분석하였다. 일반 국민도 쉽게 인지할 수 있고 정보를 입체적으로 파악할 수 있도록 두가지 방법을 제안하였다. 첫번째 방법은 추정된 자전거 인구나 수집한 자동차 등록대수 자료를 이용하여 자전거 인구나 자동

차 등록대수 대비 사고확률을 계산하였고, 두번째는 조건부확률을 사용하고 조건부독립을 가정하여 여러 상황에서 발생한 확률을 구하기 위한 방법이다.

이를 통해 자전거사고는 자전거 인구대비 약 1% 내외로 발생하는 것을 알 수 있으며, 특히 2006년 이후로 매년 급증하는 추세이다. 한편 일어날 가능성이 높은 상황은 차량과의 사고인데 이중에서도 승합차와의 사고 발생확률이 높고 사고로 인한 치사율이 높다. 반면 보행자와의 사고는 빈도에 비해 사망률이 현저히 떨어지는 것으로 나타나 자전거와 차량과의 사고가 절대적으로 위험하다는 것을 알 수 있다. 차량 중에도 승합차와 화물차들이 위험대상이 된다.

차량과의 사고유형 중 측면 직각충돌 사고가 가장 비율이 높는데 이는 주로 이면도로에서 자전거가 주행하다 갑자기 튀어나오는 자동차와의 충돌이 많다. 이는 자전거 타는 사람은 물론 차량 운전자도 서로 주의를 해야한다.

연령대별 자전거사고의 특성을 알아보면 사고 자체는 유소년층에서 많이 발생하지만 사고가 사망으로 연결되는 치사율 경우엔 60세 이상의 고령층에서 급격히 늘어나 고령층을 대상으로 자전거 안전에 신경을 써야 함을 알 수 있다. 특히 고령층은 반사신경이 느린편 이고 안전장비를 갖추지 않고 자전거를 타는 편이라 사고의 위험에 항상 노출되었다 (박용훈, 2006).

지역별 교통사고의 특성을 살펴보면 서울과 6대광역시를 묶은 도시와 나머지 지역을 묶은 지방으로 나누었을 때 사고의 빈도는 도시에서 높게 나타났으나 사망으로 연결되는 치사율은 지방에서 높다. 이는 차량수가 도시에 많고 이로 인한 사고는 자주 발생하지만 자전거 도로 등의 인프라가 상대적으로 부족한 지방에서는 발생빈도가 작은 자전거사고가 심각한 사고로 연결되기 때문에 치사율은 더 높게 나타나는 것임을 알 수 있다.

본 연구의 어려운 점은 경찰청에서 발간하는 자전거 교통사고 자료는 자동차 사고에 대해 양과 질적인 면에서 매우 적게 다루고 있다는 점이다. 자전거도 도로교통법상 도로 주행시 차종으로 분류되고, 아직은 적은 1.2%의 수송분담율을 가지고 있지만 정부가 2017년까지 10%까지 수송분담율을 끌어 올리고자 중앙정부와 지방자치단체가 예산을 할애하는 것을 보면 자전거사고에 관한 조사 역시 좀더 체계적으로 이루어져야 한다. 정확한 통계 자료를 바탕으로 분석한다면, 자전거사고를 예방할 수 있는 여러가지 좋은 방법이 많이 나올 수 있겠다.

참고문헌

- 강성모, 김주환 (2008). 후미추돌사고에서의 자동차 손상에 대한 유효충돌속도의 통계적 모형. <한국데이터정보과학회지>, **19**, 464-473.
- 강성모, 김주환 (2009). 후미추돌사고의 속도변화와 승차자 상해에 관한 실증적 분석. <한국데이터정보과학회지>, **20**, 797-807.
- 경찰청 (1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009). <교통사고연감>.
- 김도훈, 조한선, 김응철 (2008). 도시부 교차로에서의 자전거 사고유형 분석에 관한 연구. <한국도로학회논문집>, **38**, 117-125.
- 김명준, 김영화 (2009). 다양한 모형화를 통한 자동차 보험가격 산출. <한국데이터정보과학회지>, **20**, 515-526.
- 박상기, 손동권, 이순래 (1998). <형사정책>, 한국형사정책연구원.
- 박용훈 (2006). 고령화 사회의 교통안전 노인운전에 대한 관심과 체계 갖추어야. <자동차생활>, **2월호**.
- 오주택, 김응철, 지민권 (2007). 도시부 신호교차로에서의 자전거사고 분석. <한국도로학회논문집>, **8**, 1-11.
- 피영규, 이정희, 정성화 (2010). 확률모형을 이용한 자궁경부암 조기검진 전략. <한국데이터정보과학회지>, **21**, 129-138.
- 하만복, 박훈식 (2009). 자전거 산업의 발전과 이용률 증가방안 연구 - 미래 국가경쟁력 차원 -. <한국도로학회논문집>, **11**, 57-64.
- 홍종선, 임현승 (1999). 공식통계자료의 표현방법. <한국통계학회지>, **12**, 657-670.
- Sellin, T. and Wolfgang, M. (1964). *The measurement of delinquency*, Wiley, New York.

Statistical analysis and its application of bicycle accidents

Chong Sun Hong¹ · Moungh Jin Kim²

¹Department of Statistics, Sungkyunkwan University

²Research Institute of Applied Statistics, Sungkyunkwan University

Received 27 August 2010, revised 5 November 2010, accepted 10 November 2010

Abstract

Most nations including Korean government make a great endeavor to realize low-carbon and green-growth world. We also work hard to expand bicycle facilities and bicycle road in order to increase bicycle transportation rate. Nowadays number of cyclists is increasing but fortunately, bicycle accidents also increase rapidly. Most data of bicycle accidents published by National Police Agency annually are represented as frequencies in two dimensional contingency tables. In this work, risk rates and characteristics of bicycle accidents are analyzed by using concepts of the probability and conditional probability. Especially with numbers of estimated cyclists and registered cars, risk rates of various kinds of bicycle accidents are obtained. Under the assumption of the conditional independence, probability of bicycle accident occurred at realistic situations could be estimated. Furthermore we discuss to reduce bicycle accidents with these results obtained in this work.

Keywords: Conditional independence, contingency table, fatality rate.

¹ Corresponding author: Professor, Department of Statistics, Sungkyunkwan University, 3-53, Myungryun-Dong, Jongro-Gu, Seoul 110-745, Korea. E-mail:cshong@skku.ac.kr

² Master's course, Department of Statistics, Researcher, Research Institute of Applied Statistics, Sungkyunkwan University, 3-53, Myungryun-Dong, Jongro-Gu, Seoul 110-745, Korea.