

## 지역별 교통사고 예측모형에 관한 연구

朴秉皓

충북대학교 도시공학과

### 1. 서 론

우리는 현재 자동차 문화의 부산물인 교통사고로 인해 매년 수많은 인명의 손실과 재산피해를 입고 있다. 이것은 1980년대 이후 급격히 증가하기 시작한 교통수요에 부응한 각종 교통안전 대책이 부진했기 때문이다. 특히, 자동차화(motorization) 시대에 걸맞는 교통질서나 문화가 아직 정착되지 못한 단계이며, 더구나 사고예방에 필요한 안전시설의 공급도 크게 부족한 실정이다.

1993년말 현재 우리나라의 교통사고 발생건수는 약 26 만건으로 1980년에 비해 약 2.2배 증가하였으며, 동기간에 교통사고 사망자수는 1.9배, 부상자수는 3.0배 증가하였다. 따라서 교통사고의 심각성에 대한 재인식과 아울러 사고감소 대책을 적극 수립·집행해야 할 것이다. 이를 위해서는 무엇보다 교통사고를 예측하는 모형의 개발이 필수적이다.

이 논문은 지역별 교통사고 예측모형을 다루고 있다. 연구의 목적은 세가지로, (1) 국내·외 관련이론의 분석을 통해 교통사고 예측모형의 형태를 결정하고, (2) 통계적 분석기법을 활용하여 지역별 교통사고 모형을 개발하며, (3) 지역별 예측모형이 갖는 특성을 비교·분석하는 데 있다.

### 2. 기존 이론의 검토

#### 1) 국내·외 관련이론의 검토

교통사고 예측모형을 정립하기 위하여

는 우선 국내·외 관련이론을 검토하는 것이 매우 중요하다. 교통사고 예측모형으로 가장 널리 알려진 모형은 영국의 Smeed(1949) 모형으로, 유럽 20개국 38년간의 사고통계를 이용해 개발한 일종의 곱함수(Multiplicative) 모형이다.<sup>1)</sup> 그는 차량당 사망자수 (D/V)를 종속변수 그리고 인당 차량대수 (V/P)를 독립변수로 설정하여 아래와 같은 식을 개발하였다.

$$D/V = 0.0003 \cdot (V/P)^{-2/3} \dots\dots\dots(1)$$

여기에서 D는 연간 사망자수(인)이고, V는 자동차 등록대수(수)이며, P는 인구수(인)를 나타낸다. 위 식은 자동차당 교통사고가 자동차화의 수준(인당 자동차 보유 대수)이 높아짐에 따라 감소하는 특성을 지니고 있다. 이 모형은 齊藤和夫(1979)<sup>2)</sup>, Adams(1987), Broughton(1988)<sup>3)</sup>, Naoum과 Al-Jawahiry(1989)<sup>4)</sup> 등에 의해 확장되었다. 그들은 “각 국가와 지역은 그 나름대로 자신의 사고특성을 반영할 모형을 가지고 있다”고 주장한다.

이러한 일반식을 근거로 최근 Trinca(1989)는 교통사고의 지역별 다양성을 설명할 모형으로 다음 식(PTM 모형식)을 제안하고 있다.<sup>5)</sup>

$$P = T \times M \dots\dots\dots(2)$$

여기에서 P는 개인의 사망위험성(사망자수/인), T는 자동차대수당 사망사고의 위험성(사망자수/대) 그리고 M은 자동차화(motorization)의 수준(자동차보유대수/인)을 나타낸다. 또한 Navin(1994)은 교통사고와 자동차화의 단계사이에 밀

접한 관계가 있다는 기존 이론을 바탕으로, T와 M간의 관계식을 다음 지수함수로 표현하고 있다.<sup>6)</sup>

$$T = T_1 \cdot e^{-M/M_0} \dots\dots\dots(3)$$

위 모형에서  $T_1$ 는 자동차가 도입된 시기의 사망률(이론적 수치)을 나타내며, e는 지수값 그리고  $M_0$ 는 최대의 교통사고율( $P_{max}$ )에서의 M값(자동차화 수준)을 나타낸다.

물론 교통사고를 설명하기 위한 변수는 자동차화의 수준 외에도 매우 많다. 교통사고의 예측에는 사회적, 경제적, 문화적, 제도적 및 기술적 요인 등이 직·간접적으로 영향을 준다. 이탈리아의 Trichopoulos(1975)는 유럽 17개국의 1970년 교통사고 통계 자료를 이용하여 10만인당 사망자수를 종속변수(D)로 하는 중회귀모형(multiple linear regression model)을 개발하였다.<sup>7)</sup>

$$D = 58.770 + 30.322X_1 + 4.278X_2 - 0.107X_3 - 0.776X_4 - 2.874X_5 + 0.147X_6 \dots\dots\dots(4)$$

여기에서  $X_1$ 에서  $X_6$ 는 각기 자동차 보유율(대/인), 도로밀도(km/km), 대도시 거주 인구비율(%), 19세 이하의 청소년층 인구비율(%), 65세 이상의 노년층 인구비율(%), 그리고 [자가용+택시] 비율(%)을 나타내고 있다.

또한 金鴻詳(1987)은 공업국가 중심의 19개국 1980년 교통사고 통계를 이용하여 중회귀분석을 실시한 바 있다.<sup>8)</sup> 그는 독립변수로 인구수, 자동차 보유대수, 도로 총연장, 정 국민 총생산액, 연간 주행거리, 국토면적, 2륜차를 제외한 차량보유수, 정부예산중 도로교통부분이 차지하는 비율 등을 이용하고 있다.

교통사고 예측을 위한 국내 모형에는 우선 임현연·이일병(1990)이 개발한 모형을 들 수 있다.<sup>9)</sup> 그들은 1962년~1989

년의 자료를 근거로 다음과 같은 일종의 멱함수(Multiplicative 함수)를 이용한 모형을 개발한 바 있다.

$$D = 17.415 \cdot V^{0.438} \dots\dots\dots(5)$$

또한 그들은 부산시의 교통사고 예측모형(1992)에 전술한 모형 외에 시계열 ARIMA 모형과 Logistic모형을 분석한 결과, Logistic모형이 부산시의 교통사고 예측에 가장 적합한 것으로 기술하고 있다. 그러나 이들 모형식은 자동차대수가 증가함에 따라 교통사고가 많아지는 특성을 지니고 있어, 1990년 이후 교통사고가 감소하고 있는 우리나라의 특성을 충분히 반영한다고 볼 수 없다.

이와 같은 단점을 보강한 논문은 1995년 대한교통학회에 발표된 박병호의 논문이다.<sup>10)</sup> 그는 자동차화의 수준(M)과 개인의 사고 위험성(P) 간의 두 가지 유형의 모형, 즉 M값이 증가함에 따른 P값의 Inverted-U(鐘모양) 곡선과 P값의 증가(혹은 감소) 곡선을 검증하였다. 그 결과 종모양의 곡선에서는 Navin(1994)이 제시한 지수함수식이, 그리고 증가(혹은 감소) 곡선에는 멱함수(Multiplicative 함수)가 통계적 유의성(level of significance)과 민감도(sensitivity) 분석에서 가장 적합한 것으로 결론짓고 있다.

그러나 위의 논문에서도 두 모형중 어떤 모형이 우리 나라 교통사고에 보다 적합한지 언급하고 있지 않으며, “교통사고의 수준은 해당 지역의 자동차화의 수준과 그 지역에서 수행하는 교통안전 정책의 결과”라고 기술하고 있다.<sup>11)</sup>

## 2) 예측모형의 분석

교통사고 모형의 형태는 지역특성에 따라 각기 다양할 뿐 아니라, 그의 설명변수도 경제, 사회, 문화, 제도 및 기술적 요인 등 다양하다. 교통사고를 설명할 다양한 변수들(variables)과 함수식들(func-

tions)을 기준으로 교통사고 모형을 일반화(generalization)하면 다음과 같다.

$$D=f(X_i; t), i=1, 2, 3, \dots, n \dots (6)$$

여기에서  $f$ 는 함수(function)의 형태를 나타내며,  $X_i$ 는 독립변수(independent variables)로서 전술한 바와 같이 Trichopoulos(1975), 김홍상(1987) 등이 중회귀분석에서 사용한 변수들이며,  $t$ 는 시간(time)을 나타내는 변수이다.

중회귀분석(multiple regression analysis)의 경우 교통사고에 영향을 주는 다양한 변수를 사용한다는 점에 그 의의가 있으나, 일반적으로 독립변수들 간의 correlation이 문제가 된다. 식 (4)와 같이 독립변수들의 계수값(parameter)과 그 부호를 설명하기 어려운 경우가 발생하게 된다.

또한 김홍상(1987)이 지적한 바, 교통사고 모형에는 자동차 보유대수의 설명력이 매우 높다는 것이다. 그는 많은 독립변수들중 자동차 보유대수 하나만으로 교통사고 사망자수의 95%를 설명하고, 그 외 변수는 결정계수( $R^2$ )를 1% 이상 증가시키지 못하였음을 지적하고 있다.<sup>12)</sup> 그러나 하나의 독립변수만을 이용하는 경우 교통사고의 설명력이 너무 단순하게 되고, 통계적 유의성도 감소되는 단점이 있게 된다.

하나의 독립변수를 이용하는 경우에도 모형의 형태, 즉 함수식은 다양하다. 전술한 곱함수(Multiplicative 모형) 외에도 단순선형(simple linear) 모형, 자연대수값을 이용한 모형, 시계열 ARIMA 모형, Logistic 모형, Exponential 모형 등 수많은 형태가 있다.<sup>13)</sup> 하지만 지역별 교통사

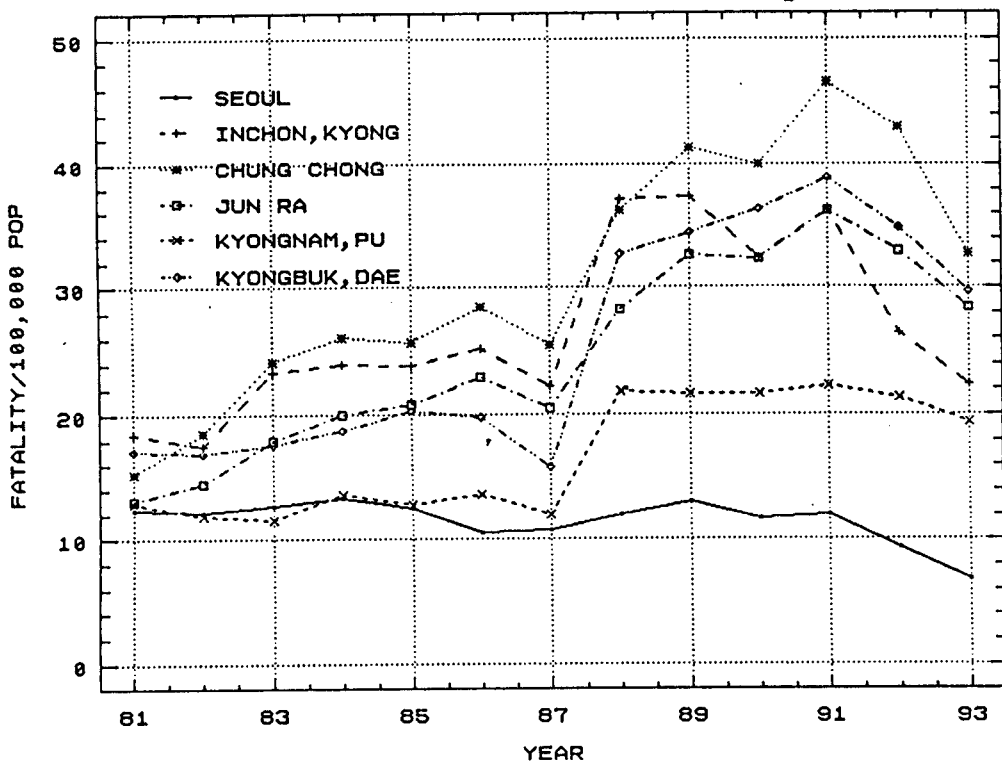


그림 1. 지역별 10만인당 교통사고 사망자수의 추이

고 모형을 구축하기 위해서는 해당 지역이 갖는 교통사고의 상황을 적절하게 설명할 수 있어야 한다.

(그림 1)에 나타나듯이 우리 나라의 경우 1960년 이래 급격히 자동차화가 진행되면서 교통사고 지표가 증가하다가, 1990년을 전후로 교통사고 지표가 감소하고 있다. 더구나 서울시의 경우 최근 5년간 사망사고의 감소추세를 나타내고 있어, 멱함수(Multiplicative 함수)를 적용할 경우 멱수(power value)가 -1.16이 된다. 이것은 멱함수(Multiplicative 함수)를 이용한 사고분석 보다는 Inverted-U 곡선이 더 적합함을 나타내고 있다.

나아가 1992년 이후 범국민적인 “교통사고 줄이기 운동”이 확산되고 있으며, 이에 따른 정책적 배려가 이루어지면 교통사고는 크게 감소할 것으로 전망된다. 따라서 자동차화의 수준에 따른 모형의 형태는 박병호(1995)가 제시한 두 가지 모형에서 Inverted-U 곡선이 더 적합할 것으로 판단된다. 요약하면, 기존 국내·외 이론을 종합분석한 결과, 지역별 교통사고의 특성을 가장 잘 설명하는 모형은 PTM과 지수함수의 결합모형이다.

### 3. 지역별 예측모형의 개발 및 적용

#### 1) 예측모형의 통계처리 및 분석

지역별 교통사고 예측모형은 Trinca (1989)의 PTM 모형을 기준으로 하고, T와 M의 관계식에는 지수(exponential)모형을 이용한다. 회귀분석에 사용된 자료는 1981년에서 1993년까지 13개 년도의 지역별 인구, 자동차보유대수 및 사망자수이다. 여기에서 지역은 서울(서울특별시), 경기·인천(인천광역시 및 경기도), 강원(강원도), 충청(대전광역시, 충청북도 및 충청남도), 전라(광주광역시, 전라북도 및 전라남도), 경남(부산광역시 및 경상남도), 경북(대구광역시 및 경상북도) 그리고 제주(제주도)로 구분한다.<sup>14)</sup>

통계처리 패키지를 이용하여 T(자동차당 사망자수)와 M(인당 자동차대수) 간의 통계처리 결과를 요약하면 (표 1)과 같다. 표에서 나타나듯이 모형식에서 상수값은 회귀계수(regression coefficients) 값이며, t는 계수값(a와 b)에 대한 t 검정값, R<sup>2</sup>와 F값은 각각 통계적 유의성(level of significance)을 나타내고 있다.

회귀분석의 유의성 검정은 t-검정의

표 1. 지역별 교통사고 모형

구 분	모 형 식	t-value		R <sup>2</sup>	F-value
		a	b		
한 국	T=EXP(-4.5678-13.0700·M)	-70.65	-13.81	0.95	190.69
서 울	T=EXP(-5.1293-15.9651·M)	-47.74	-12.95	0.94	167.82
경 기·인 천	T=EXP(-4.2273-14.9051·M)	-74.90	-19.28	0.97	371.71
강 원	T=EXP(-4.2395-14.8353·M)	-33.98	-6.67	0.80	44.53
충 청	T=EXP(-3.9501-15.7332·M)	-74.72	-17.06	0.96	291.02
전 라	T=EXP(-3.9896-18.8185·M)	-94.79	-20.82	0.98	433.38
경 남	T=EXP(-4.8533-13.0112·M)	-63.62	-10.62	0.91	112.68
경 북	T=EXP(-4.4521-11.8482·M)	-50.42	-9.28	0.89	86.12
제 주	T=EXP(-4.3249-14.2836·M)	-57.91	-14.16	0.95	200.43

주 : EXP는 지수함수(예 : e<sup>-4.5678-13.0700·M</sup>)를 나타냄.

경우 자유도(degree of freedom) 12,  $\alpha=5\%$ 의 t 임계값 1.782를 이용하며, F-검정의 경우엔  $\nu_1=11, \nu_2=1, \alpha=5\%$ 의 F 임계값 4.84를 이용한다. 이러한 지표를 바탕으로 분석하면, 강원과 경북지역이 타 지역에 비해 t값,  $R^2$  및 F 값이 약간 낮지만, 전반적으로 통계적 신뢰성은 매우 높은 것으로 판단된다.

(그림 2)는 표에 나타난 모형을 이용하여 장래 P값을 그래프로 표현한 것이다. 이 모형은 종모양의 곡선으로 Navin (1993)이 지적한 내용과 동일하다.<sup>15)</sup> 즉 “일반적으로 자동차화의 초기 단계에 있는 국가나 도시들은 도로망이 개발되어 있지 않거나 위험스런 도로망을 가지고 있어, 자동차화가 진행되면서 사망사고 발생률(P)은 증가하게 되고, 어떤 임계치

에 도달하면 P값은 감소하게 된다”는 것을 이 모형은 잘 표현한다.

또한 이 모형은 독립변수로서 자동차화의 수준을 이용함으로써 개발단계나 시간을 포함하고 있으며, 사고율을 변화시키는 경제력과 시간변수를 감안한다는 점에서 동적(dynamic)인 특성을 지니고 있다. 즉 어떤 국가나 지역의 시계열 자료를 분석하여 교통사고의 변화추이를 살펴보면, 해당지역의 자동차 문화의 진전에 따라 교통사고가 어떻게 변화되는가를 파악할 수도 있다.

모형의 동적인 특성을 한 국가나 지역의 상대적인 안전성(safety)은 항상 변화하고 있다는 것을 의미한다. 어떤 지역은 다른 지역보다 더 많이 변할 수도 있다. 또한 교통사고의 변화추이가 더 좋아지느

(X 1E-4)

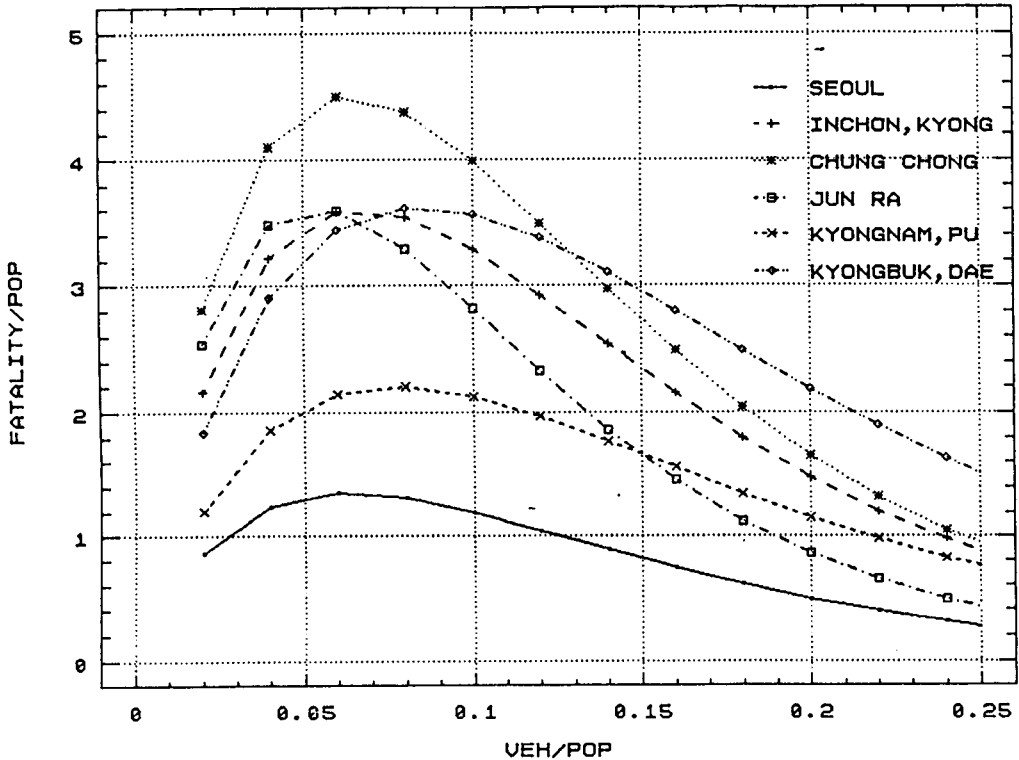


그림 2. 지역별 인당 사망자수의 예측

나 악화되느냐 하는 것은 자동차화의 수준과 그 국가가 수행하는 정책에 달려 있다. 물론 이것은 반드시 어떤 사고 발생 단계를 거쳐야 하는 것이 아니라 정책수행의 결과에 따라 다양한 패턴을 가질 수 있음을 의미한다.<sup>16)</sup>

2) 지역별 예측모형의 비교분석

지역별 예측모형이 갖는 특성을 비교분석하기 위하여 우선 (표 1)에 나타난 모형식을 PTM의 일반모형으로 나타내면,  $P = M \cdot e^{(-a-b \cdot M)}$  이 된다.<sup>17)</sup> 위 식에서 최대 사망자수( $P_{max}$ )와 그 지점에서의  $Mc$ ( $M$ 의 임계값)값을 구하기 위해,  $P$ 를  $M$ 으로 미분하여 정리하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} dP/dM &= e^{(-a-b \cdot M)} + M \cdot (-b) \cdot e^{(-a-b \cdot M)} \\ &= (1-b \cdot M) \cdot e^{(-a-b \cdot M)} = 0 \\ Mc &= 1/b, P_{max} = (1/b) \cdot e^{-a-1} \dots\dots\dots(7) \end{aligned}$$

또한  $M$ 의 변화율에 대한  $P$ 의 변화율, 즉 탄력성(elasticity)은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \eta_{PM} &= |(dP/dM) \cdot (M/P)| \\ &= |1-b \cdot M| \dots\dots\dots(8) \end{aligned}$$

여기에서 탄력성은 절대값(absolute value)으로 표현되며,  $M$ 값에 따라 변하는 특성을 지니고 있다. 즉,  $0 \leq M < 2/b$  이면,  $\eta < 1$ (inelastic),  $M$ 이  $2/b$  이면,  $\eta = 1$ (unit elastic) 그리고  $M > 2/b$   $\eta > 1$ (elastic)이 된다.

(표 2)는 식 (7)을 이용하여 구한 최대 사망자수인  $P_{max}$ (모형 값)와 실제 값(관측치) 그리고  $M$ 이 0.2가 될 경우(100인당 20대의 자동차 보유수준)의  $P$ 값의 추정치와 탄력성을 비교분석하고 있다. 표에 제시된 결과를 요약·정리하면 다음과 같다.

표 2. 지역별 교통사고 예측모형의 비교분석

구 분	10만인당 사망자수		M=0.2일 경우의 P와 $\eta$	
	$P_{max}$ 의 추정치	$P_{max}$ 의 관측치 (연도)	P(10만인당 사망자수)	$\eta_{PM}$ 탄 력 성
한 국	29	31('91)	15	1.61
서 울	14	13('89)	5	2.19
경 기 · 인 천	36	37('89)	15	1.98
강 원	36	41('91)	15	1.97
충 청	45	46('91)	17	2.15
전 라	36	36('91)	9	2.77
경 남	22	21('91)	12	1.60
경 북	36	39('91)	22	1.37
제 주	34	34('90)	15	1.86

첫째, 실제 최대사망수(인구 10만인당)는 서울지역과 경기·인천지역은 1989년에, 제주지역은 1990년 그리고 그 밖의 지역은 1991년에 발생하고 있다. 또한 이 수치들은 모형식에 의해 구한 이론값( $P_{max}$ )과 매우 근사한 수치를 나타내고 있어, 지수함수와 PTM의 결합모형의 신뢰성이

높은 것으로 판단된다.

둘째, 모형식에 의한 최대 사망자수로 비교하면, 서울과 경남지역이 우리 나라 평균값보다 적게 나타나며, 그 밖의 지역은 평균값 보다 높게 나타난다. 특히 서울지역은 전국평균의 0.4배인 반면에 충청지역은 전국 평균의 1.5배로 지역간 차

이가 크다.

셋째, 이러한 수치를 선진외국의 최대 사망자수와 비교하면, 미국과 캐나다의 최대 사망자수와 거의 비슷하며, 일본의 최대 사망자수의 1.9배를 나타내고 있다. 또한 최대 사망사고가 발생하는 시기의 자동차화 수준을 비교하면, 우리 나라는 인당 0.08대(1991년)로 미국의 0.43대/인, 캐나다의 0.47대/인 그리고 일본 0.18대/인(1970년) 보다 훨씬 적은 수치를 나타내고 있다.<sup>18)</sup> 이는 우리 나라 자동차 문화의 진척속도가 선진외국보다 빠른 속도로 진행되고 있음을 나타내고 있다.

넷째, 국가간 교통사고에 대한 비교분석에서 현 상태의 사망사고율로 단순 비교하는 것은 의미가 적다. 오히려 동일한 자동차 수준(M값)이나 최대 교통사고율로 비교하는 것이 더 객관적일 수 있다. 이것은 비교 대상국의 자동차화의 수준, 즉 M값에 따라 사망사고율 P값이 크게 차이가 발생하기 때문이다.<sup>19)</sup>

다섯째, M값이 0.2일 경우 모형식에 의한 P값의 추정치는 우리 나라의 평균값은 10만인당 15인이며, 지역별로 보면 서울이 가장 낮고 경북이 가장 높게 나타난다. 이러한 수치는 현상황에서의 추정치를 나타내고 있으며, 물론 해당지역의 사고지표는 그 지역에서 수행될 교통안전 정책에 따라 크게 다르게 될 것이다.

마지막으로, 지역별 사고모형식의 탄력성(elasticity)을 분석하면, M값이 0.2일 경우 우리 나라 전체의 탄력성은 1.61로 나타난다. 즉 자동차화 수준이 1% 증가함에 따라 사망사고는 1.61% 감소하는 특성을 나타낸다. 이것은 우리 나라 자동차화의 수준이 최대 사망자수를 나타내는 임계 M값을 지났기 때문에 교통사고 모형에서 M값이 증가함에 따라 P값이 감소하는 단계에 있기 때문이다. 지역별 탄력성을 비교하면, 전라지역이 2.77로 가장 높은 반면에 경북지역은 1.37로 가장

낮은 값을 보이고 있다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 국내·외 관련이론의 분석을 통해 지역의 특성에 알맞는 교통사고 예측모형을 정립하고, 통계적 분석기법을 활용하여 지역별 교통사고 예측모형을 개발하며, 개발된 지역별 예측모형이 갖는 특성을 비교·분석하는 데 중점을 두어왔다. 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 기존 국내·외 이론을 종합 분석한 결과, 지역별 교통사고 특성을 가장 잘 설명하는 모형은 PTM 함수와 지수함수의 결합모형인  $P=M \cdot e^{(-a-b \cdot M)}$ 이다.

둘째, 위의 함수식을 이용하여 통계적 유의성 분석과 민감도 분석을 실시한 결과, 지역별 사고모형의 신뢰성이 매우 높다. 특히 지역별 최대 사망자수에 대한 모형 값과 관측치가 거의 유사하여 모형의 신뢰성을 높여주고 있다.

셋째, 지역별 교통사고의 특성은 사고모형식에서 산출된 최대 사망자수인  $P_{max}$ (모형 값)와 실제 값(관측치)의 비교, M이 0.2가 될 경우의 P값의 추정치와 탄력성 등을 이용하여 (3.2)결과 같이 비교설명될 수 있다.

본 논문에서 제시된 지역별 교통사고 모형과 그 결과는 교통안전 정책을 수립하는 근거로 활용될 수 있으리라 기대된다. 그러나 사고모형 자체가 갖는 한계성을 극복하기 위해서는 사고모형에 정책변수(policy variables)를 포함시키는 노력이 필요하다. 정책변수에는 교통안전시설에 대한 투자액, 안전시설의 종류와 갯수, 교통안전 계몽·홍보 실적 등이 포함될 수 있다. 아울러 세분화된 설명변수들과 종속변수들을 이용한 개별모형(disaggregate models)의 개발도 매우 중요하리라 판단된다.

## 주

- 1) Smeed, R.J., 1949, "Some Statistical Aspects of Road Safety Research", Journal of Royal Statistical Society, A(I), pp.296-300. 단, 모형식에서 변수의 기호는 본 논문의 흐름에 맞추어 재정리한 것임.
- 2) 임현연·이일병, 1990, "한국의 교통사고 예측 모형 개발에 관한 연구", 대한교통학회지 제 8권 1호, p.76. 齊藤和夫(1979)는 1948-1970년간의 자료를 이용하여  $D/V = 0.0003 \cdot (V/P)^{-0.8886}$ 의 모형을 개발한 바 있음.
- 3) Broughton, J., 1988, "Predictive Models of Road Accident Fatalities", Traffic Engineering and Control, 19(5), pp.296-300.
- 4) Naoum, F. and Al-Jawahiry, J., 1989, "The Factors Affecting Growth of Accident Rates in Developing Countries: Iraq as a Case Study", Proceedings of 11th IRF World Meeting, Seoul, Korea, Vol.5, pp.19-22. 이 논문에서 그는 이라크의 교통사고 발생건수와 충돌사고를 추정하기 위하여 Multiplicative 모형을 적용하였으며, 사망자수와 차량대수 간의 선형합수식도 개발하였음.
- 5) Trinca, G.W. and Johnston, I.R. et. al., 1989, "Reducing Traffic Injury-A Gloval Challenge", An International Traffic Safety Project of the Royal Australasian College of Surgeon.
- 6) Navin, F., Bergan, A. and Qi, J., 1994, "A Fundamental Relationship for Roadway Safety: A Model for Gloval Comparisons", TRB, 73rd Annual Meeting, p.244. 이 모형은 교통류이론중 Underwood에 의해 개발된 모형과 유사함.
- 7) 임현연·이일병, 1992, "부산시 교통사고 예측 모형 개발에 관한 연구", 대한교통학회지 제 10권 3호, p.120.
- 8) 김홍상, 1987, "교통사고의 기술방법에 관한 연구", 서독 칼스루에 공과대학 박사학위 논문, p.111.
- 9) 임현연·이일병, 1990, 앞의 논문, p.76.
- 10) 박병호, 1995, "충청권의 교통사고 예측모형 개발에 관한 연구", 대한교통학회지 제 13권 1호, pp.63-82.
- 11) 박병호, 1995, 위의 논문, p.81.
- 12) 임현연·이일병, 1990, 앞의 논문, p.77.
- 13) 이외에도 박병호(1995) 논문에는 Greenshields, Greenberg 및 Reciprocal 모형 등이 있음. 그러나 각종 모형들을 분석한 결과, 통계적 유의성과 민감도에서 Multiplicative 모형과 Exponential 모형이 한국의 교통사고 특성에 적합한 것으로 나타나 있음.
- 14) 통계분석에는 STATGRAPHICS가 이용되었으며, 교통사고 지수로는 부상자수와 사고발생건수도 포함되지만, 여기서는 사망사고의 경우만 기술함. 장기추이(1960-1992)를 이용한 한국, 일본, 충청권 및 충북의 모형식은 박병호(1995), p.76 참조바람.
- 15) Navin, 1994, 앞의 논문, p.245.
- 16) 박병호, 1995, 앞의 논문, p.73.
- 17) 이 모형은 방정식 (2)와 (3)의 결합모형과 동일함.
- 18) 최대 사망자수와 최대점이 발생하는 자동차 보유수준은 일본의 경우 1970년도 관측치이며, 미국과 캐나다의 경우엔 Navin(1994)이 제시한 다음 모형식에서 구한 수치임.  
 캐나다 :  $P = 0.0017 \cdot M \cdot e^{-M/0.473}$   
 미국 :  $P = 0.002 \cdot M \cdot e^{-M/0.427}$
- 19) 예를 들어 1991년 기준으로 우리 나라의 10만인당 교통사고 사망자수는 일본의 3.4배, 미국의 1.7배, 캐나다의 1.9배이며, 1억 대당·km 기준으로 보면 우리 나라의 교통사고 사망자수는 일본의 23.7배, 미국의 34.6배, 캐나다의 14.1배의 수준을 나타냄. 참고 자료중 박병호(1993) p.23을 참조하기 바람.

## 참고문헌

- 경찰청·도로교통안전협회, 1987, 1994, 교통사고 통계.
- 경찰청, 1990, 교통안전백서.
- 교통개발연구원, 1993. 2, 교통정보.
- 교통부, 1989, 교통안전연차보고서.
- 김홍상, 1987, 교통사고의 기술방법에 관한 연구, 서독 칼스루에 공과대학 박사학위 논문.
- 도로교통안전협회, 1992, 1993, 교통사고통계분석.
- 박병호, 1993, "충청권의 교통사고 감소대책에



- 관한 연구”, 교통안전세미나논문집.
- 박병호, 1993, 교통행정반(II), 충북도공무원연수원.
- 박병호, “충청권의 교통사고 예측모형 개발에 관한 연구”, 대한교통학회지 제13권 제1호, pp. 63-82.
- 임현연·이일병, 1990, “한국의 교통사고 예측모형 개발에 관한 연구”, 대한교통학회지 제8권 제1호. pp. 73-88.
- 임현연·이일병, 1992, “부산시 교통사고 예측모형의 개발”, 대한교통학회지 제10권 제3호. pp. 103-122.
- Adams, R. G., Feb. 1987, “Smeed's Law : Some Further Thoughts, Traffic Engineering and Control”, 28(2), pp. 70-73.
- Broughton, J., “Predictive Models of Road Accident Fatalities”, Traffic Engineering and Control, 19(5), pp.296-300.
- Naoum, F. and Al-Jawahiry, J., “The Factors Affecting Growth of Accident Rates in Developing Countries: Iraq as a Case Study”, Proceedings of 11th IRF World Meeting, Seoul, Korea, Vol.5, pp.19-22.
- Navin, F., June 1993, “Fundamental Relationship for Road Safety”, Lectures to the First Highway Design Company, Xian, China.
- Navin, F., Bergan, A. and Qi, J., 1994, “A Fundamental Relationship for Roadway Safety : A Model for Gloval Comparisons”, TRB, 73rd Annual Meeting, p.244.
- Nicholas J. Garber and Leaster A. Hoel, 1988, “Traffic and Highway Engineering”, West Publishing Company.
- Smeed, R.J., “Some Statistical Aspects of Road Safety Research”, Journal of Royal Statistical Society, A( I ), pp.296-300.
- Trinca, G.W. and Johnston, I.R. et al., 1989, “Reducing Traffic Injury A Gloval Challenge”, An International Traffic Safety Project, Royal Australasian College of Sur-

geons,

- 齊藤和夫, 1979, わか國における 交通事故 死亡危険度の推移に 關する マクロ分析的 研究, 交通工學, vol. 14, No.6, pp. 3-12.

## ABSTRACT

### A Study on the Forecasting Models of Traffic Accident by Region

Park, Byung-Ho  
Professor,

Chungbuk National University

This paper deals with the forecasting models for traffic accident by region. Its objectives are to develop the appropriate model for projecting the accident and to analyze the regional characteristics of the accident model. The main results are as follow. First, the literature reviews, statistical tests and sensitivity analyses show that the joint model combined both PTM and Exponential functions is appropriate to project the traffic accidents by region. Second, the statistical analyses on the regional accident models indicate that the levels of significance in terms of  $t$ -value,  $R^2$  and  $F$ -value are very high. Finally, the comparative analyses among regions show that the regional differences on the accident patterns can be explained by the joint models and the accident indices (parameters,  $P_{max}$ ,  $1/b$ ,  $\eta$  etc.) of each region.

부록 : 교통사고의 추이

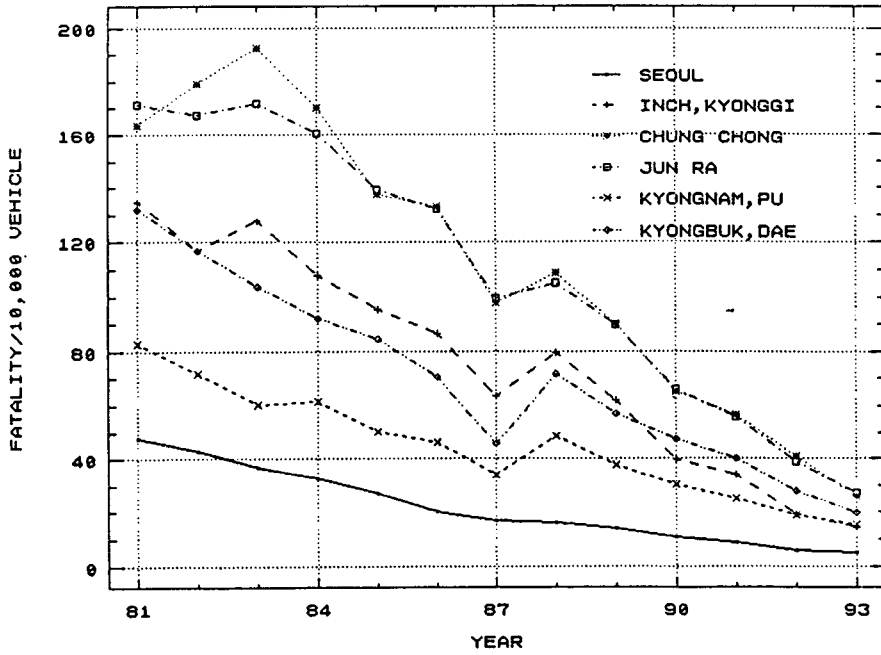


그림 3. 지역별 자동차 10,000대당 사망자수의 추이

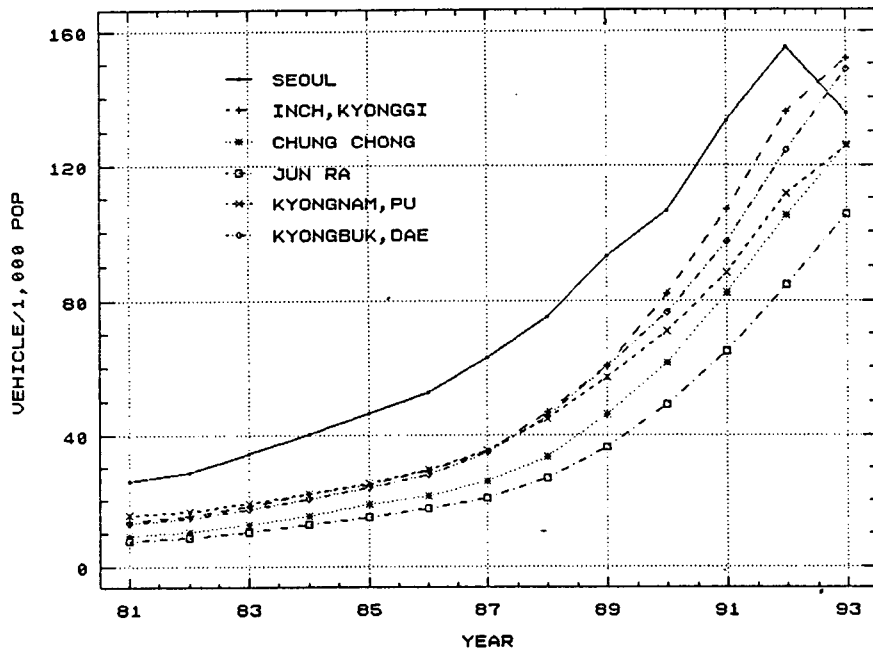


그림 4. 지역별 1,000인당 자동차 보유대수의 추이