

도로교통안전도 비교평가지수 산정연구

김기용^{1*} · 김원철² · 장명순³

¹ 교통안전공단 교통환경처, ² 충남발전연구원 지역도시연구부, ³ 한양대학교 교통물류공학과

Evaluation of the Highway Traffic Safety Exposure Measures

KIM, Ki Yong^{1*} · KIM, Won Chul² · CHANG, Myungsoon³

¹ Transportation Environment Office, Korea Transportation Safety Authority, Gyeonggi 425-801, Korea

² Dept. of Regional & Urban Research, Chungnam Development Institute, Chungnam 314-140, Korea

³ Department of Traffic and Logistics Engineering, Hanyang University, Gyeonggi 426-791, Korea

Abstract

Highway traffic safety evaluation of area on the basis of the accident rate has a limitation, thus its result is dependent on the exposure variables. It works an obstacle to decision making for effective budget execution. In this paper, we developed a methodology of taking simultaneously macroscopic exposure indicators into account in evaluating the safety using least squares method. The weight of exposure indicators to make up of highway traffic safety evaluation index is that accident rate per population, accident rate per registration vehicle and accident rate per length of road is 0.29, 0.52 and 0.19 respectively and calculated the highway traffic safety index of total local governments in Korea. The methodology to calculate highway traffic safety evaluation index proposed in this paper can be utilized in executing the traffic safety policies to increase the efficiency of investment about traffic safety budget.

지역단위 도로교통안전도에 대한 거시적 평가는 인구, 자동차대수, 도로연장 등의 거시적 노출변수(Macroscopic Exposure Measures)에 기반한 사고율을 노출지표로 이용하는 것이 일반적이거나, 노출지표를 이용한 도로교통안전도 평가에 노출지표들이 미치는 영향이 각기 다르기 때문에 결과적으로 각각의 개별노출지표별 평가시 평가결과가 서로 상이하게 되는 문제가 있으며, 이는 예산투자의 효율적 집행을 위한 교통안전정책의 결정과정에 방해요인으로 작용하게 된다. 따라서 본 연구에서는 최소제곱법 및 가중치를 일정단위로 변화시키는 시뮬레이션을 이용하여 노출지표별 최적의 가중치를 도출하였으며, 이를 종합적으로 반영할 수 있는 도로교통안전도 비교평가지수 산정방법을 개발하였다. 지수를 구성하는 노출지표별 가중치는 인구당사고율이 0.29, 자동차등록대수당사고율이 0.52, 도로연장당 사고율이 0.19로 도출되었으며, 개발된 방법을 적용하여 전국 기초지자체별로 도로교통안전도 비교평가지수를 산정하였다. 본 연구에서 제시한 방법을 통해 노출지표별로 평가결과가 상이해지는 문제를 해결할 수 있으며, 교통안전 예산의 투자효율성을 높이기 위한 교통안전정책의 합리적인 결정방법으로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

Key Words

Accident Rates, Exposure Measures, Highway Traffic Safety Index, Sum of Square, Weight
사고율, 노출지표, 도로교통안전지수, 제곱합, 가중치

* : Corresponding Author
kky@ts2020.kr, Phone: +82-031-362-3705, Fax: +82-31-481-0491

Received 9 October 2012, Accepted 17 July 2013

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

일반적으로 국가간 또는 지역간 도로교통안전 수준을 가늠하는 지표로는 인구당, 자동차당, 도로연장당 사고건수 또는 사망자수를 주로 이용하고 있으며, 이에 따른 국가간 비교에서 우리나라의 도로교통안전 수준은 OECD 회원국 중 최하위권을 유지하고 있는 상태이다. 이에 정부는 도로교통안전 수준을 국가경쟁력으로 인식하고 교통사고를 줄이기 위한 노력을 강화하고 있다. 이러한 노력의 일환으로 정부는 다각적인 교통안전정책을 추진하고 있으며, 교통안전예산을 지자체에 배정하여 사고예방을 위한 교통안전사업의 시행을 지원하고 있다.

교통안전사업 시행에 따른 효과를 높이기 위해서는 투자의 효율성이 매우 중요할 것이다. 투자의 효율성은 도로교통안전 수준이 상대적으로 열악한 지자체에 우선적으로 교통안전예산 배정 및 사업을 시행하여 도로교통안전도 개선효과를 극대화할 수 도모하는 한편, 지자체별 도로교통안전도의 개선성과에 대한 평가 및 인센티브 차등부여 등을 통해 지역별 도로교통안전도에 대한 지자체의 관심을 높임으로써 한정된 예산의 투자효율성을 높일 수 있을 것이다. 이러한 도로교통안전수준 개선을 위한 효율적인 투자의 선결과제는 도로교통안전도에 대한 평가의 객관성을 확보하는 것이라 할 수 있다.

도로교통안전도의 평가는 지점단위, 구간단위, 지역단위로 구분할 수 있으며, 그 동안 지점 및 구간단위의 평가방법에 비해 지역단위 평가방법에 대한 연구는 상대적으로 미진한 상태다. 지역단위의 도로교통안전도를 평가하기 위해서는 인구, 자동차대수, 도로연장 등과 같은 노출변수에 근거한 거시적 노출지표를 이용하는 것이 일반적이는데, 이는 지점 및 구간단위 평가에 이용되는 노출변수들을 지역단위로 산정하기가 어렵고, 상대적으로 노출변수자료의 수집과 활용이 용이하기 때문이다.

이러한 거시적 노출지표를 이용한 지역단위 도로교통안전도의 합리적인 평가를 위해서는 평가에 이용되는 노출지표들간의 기여도를 산정하여 반영하는 것이 필요하다. 그 이유는 도로교통안전도를 설명하는데 있어 각 노출지표들이 미치는 영향이 다르기 때문이다. 그러나 기존의 방법들은 노출변수에 따른 노출지표간의 관련성을 고려하지 못하는 한계가 있다.

본 연구는 대표적인 거시적 노출지표인 인구당 사고

율, 자동차등록대수당 사고율, 도로연장당 사고율 등을 복합적으로 고려하여 지역단위의 도로교통안전도를 비교 평가할 수 있는 방법을 개발하고, 지자체별로 적용하여 도로교통안전도 비교평가지수를 산정하는 것을 목적으로 한다.

2. 연구방법

지역단위 도로교통안전도 비교평가에 이용되는 거시적 노출지표별로 평가지수 산정에 미치는 영향을 분석하기 위해 회귀모형 계수값 도출에 이용되는 최소제곱법을 응용하여, 각 노출지표에 대한 가중치를 일정한위별로 변화시켜가며 노출지표별 가중치 조합에 따른 도로교통안전도 비교평가지수를 산정 후, 이에 따른 지역별 안전도순위의 변화폭을 최소화시키는 가중치(ω)조합을 노출지표별 최적의 가중치로 도출하고, 이를 적용하여 지역별 도로교통안전도에 대한 비교평가를 수행하고자 한다. 본 연구의 수행과정은 Figure 1과 같다.

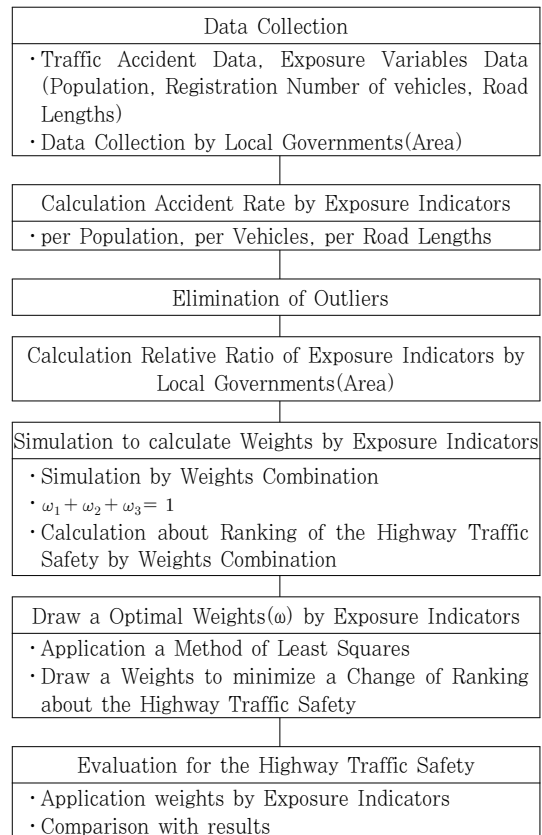


Figure 1. Flowchart of Study

II. 기존 문헌고찰

1. 사고노출과 교통사고의 관계

과거 교통사고 발생을 설명하기 위한 이론이나 모형을 공식화하려는 시도의 연구는 많이 진행되어 왔다.

Houer(1982)는 도로안전문제를 노출과 위험도의 결과물로 설명하고자 하였으며, Rumar(1999)는 도로안전문제를 노출, 사고위험도, 심각도의 3가지 차원의 함수로 설명한 바 있다.

이렇듯 교통사고 노출은 사고발생 또는 사고율에 영향을 주는 모든 요인이라는 포괄적인 정의를 바탕으로 교통사고 발생과 사고노출요인들은 함수관계에 있으며, 이러한 함수관계를 통해 일반적으로 교통사고노출요인이 증가할수록 교통사고 발생빈도도 증가하는 경향을 나타낸다는 다수의 연구결과들이 발표된 바 있다(Chapman, 1973).

또한 도로교통환경시스템을 구성하는 노출변수들의 함수를 통해 노출변수와 교통사고 발생과의 관계를 설명하여 도로교통안전도 평가방법에 대한 연구결과도 제시된 바 있다(Chang, 1982).

2. 지역단위 도로교통안전도 평가관련 연구

지역단위의 도로교통안전도 비교평가를 위한 방법 및 분석사례에 대한 관련 연구는 지점단위(또는 구간단위)의 평가방법 연구에 비해 상대적으로 많은 연구가 수행되지 않았다.

Amoros(2003)는 프랑스의 일부지역을 대상으로 사고발생율과 사고심각도의 발생분포를 고려하여 지역특성과 도로유형을 노출변수로 설정하여 지역별 사고발생량과 사고심각도를 예측하는 모형을 제시한 바 있다. 또한 Al Haji(2005)는 교통안전도, 이용자안전도, 차량차량안전도, 도로수준, 이용자행태, 사회경제적조건 등을 6가지 유형의 노출지표로 설정하여 도로안전개발지수를 산정하는 방법론과 이를 바탕으로 스웨덴과 동남아시아의 주요 국가들간의 도로교통안전수준을 비교한 결과를 제시한 바 있다.

국내 관련연구로는 Kim(1994)이 인구, 자동차, 도로연장 등의 3가지 거시적 노출변수별로 산정한 각각의 사고율을 노출지표로 설정하고, 노출지표간의 단순 감소한

산술평균값으로 지역별 교통안전도를 비교평가하는 방안을 제시하였다. Sung(2005) 역시 인구당사고율, 자동차당 사고율, 도로연장당사고율 등의 거시적 노출지표에 대해 각각의 노출지표를 독립적 사건으로 가정하여 도시의 교통안전도 평가지수 산정방안을 제시한 바 있다. 그러나 이러한 연구들은 노출지표간의 관계를 고려하지 못한 한계가 있다.

교통사고 발생을 설명하기 위해 시도된 연구들은 통해 알 수 있듯이 지역단위 도로교통안전도를 비교평가하기 위해서는 지역단위의 사고노출정도를 산출하는 것이 필요하며, 이를 위해서는 통계적으로 집계 및 자료수집이 용이한 인구, 자동차, 도로연장과 같은 거시적 노출변수를 기반으로 한 사고율과 같은 노출지표를 계량화하여 비교평가 하는 것이 현실적으로 가능한 방법이다.

본 연구에서는 지역단위의 도로교통안전도 평가관련 선행연구들에서 이용한 거시적 노출지표에 대한 검토를 바탕으로 가장 많은 빈도로 이용된 노출지표들을 선정 한 후, 국내 자료수집가능성을 검토하여 최종적으로 본 연구에서 이용하고자 하는 거시적 노출지표로 인구당사고율, 자동차당사고율, 도로연장당사고율을 선정하였으며, 이렇게 선정된 거시적 노출지표간의 가중치를 도출하여 객관적으로 지역단위의 도로교통안전도를 비교할 수 있는 평가지수를 산정하였다.

III. 도로교통안전도 비교평가지수 산정방법 정립

1. 자료의 수집 및 구축

1) 지역단위 교통사고 및 노출지표 자료

지역단위의 도로교통안전도를 비교평가하기 위해서는 앞서 언급한 바와 같이 지역별 교통사고 자료와 거시적인 노출변수 자료의 수집을 통한 노출변수에 근거한 사고율을 산정하여 각각의 노출지표 자료를 구축하는 것이

Table 1. Analysis data and collection contents

Category	Data Contents
Data Collection	· Accident Data by Local Government · Population, Registration Number of vehicles and Road Lengths by Local Government
Collection Period	· 2008-2010year(for 3 years)

필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 Table 1에서 나타내고 있는 바와 같이 최근 3년간의 교통사고 자료와 인구, 자동차등록대수, 도로연장 등의 거시적 노출변수자료에 대해 전국 230개 기초자치단체별로 자료를 수집하여 인구당사고율, 자동차당사고율, 도로연장당사고율의 노출지표 자료를 구축하였다.

일반적으로 사고율을 통한 도로교통안전도를 비교평가하고자 할 때, 몇 년간의 자료를 이용할 것인가에 대한 문제가 제기되는데, 기존 연구들은 사고경험이 고려될 때 3년간의 사고자료를 기반으로 한 표본크기가 적절한 것으로 제시하고 있으며(Renshow & Carter, 1980), 거시적 노출변수자료 또한 사고자료와 같이 3년간의 자료가 노출변수에 유의한 변동이 있을 만큼 긴 기간이 아니며, 확률적 사고변동으로 인하여 사고통계에 편의가 발생할 만큼 짧은 기간도 아니라는 결과들이 제시되고 있다(Kim, 1994).

따라서 본 논문에서는 분석기간에 대한 기존 연구결과들을 바탕으로 최근 3년간의 사고 및 노출변수자료를 이용하여 산정한 사고율자료를 노출지표 설정하여, 지역별 도로교통안전도 비교평가를 위한 지수산정에 활용하였다.

2) 이상치(Outlier) 제거

이상치는 자료계열에서 관측치들의 대부분에 의해 제시된 형태를 이루지 못하는 관측치를 의미하며, 만약 자료에 이상치가 존재하면 그것은 검정통계량 무효화 및 모수추정 왜곡 등 결과적으로 잘못된 통계적 추론을 유도하는 문제가 있다. 특히 평균을 통해 제시된 값을 이용할 때는 평균값에 자료 1개의 영향력이 모두 동일하게 미치게 되므로 소수의 매우 크거나 작은 이상치가 존재할 경우, 그 영향을 크게 받기 때문에 이상치에 대한 검증 및 제거과정이 필요하다.

따라서 본 논문에서는 산출하고자 하는 노출지표별 가중치를 위해 분석대상기간의 전국 230개 지자체에 대해 노출변수별 사고율을 바탕으로 통계적으로 이상치를 검정하여 제거하였다. 검정은 사분위수검정방법을 이용하였으며, 이상치를 제거결과 및 노출지표별 가중치산정에 이용할 자료는 Table 2와 같다. 이상치는 전체 230개 기초지자체 단위에 대해 노출지표별로 각각 검출하고, 노출지표들간 합집합에 해당되는 지자체별 자료를 종합하여 최종이상치로 제거하였다. 이런 과정을 거쳐

Table 2. Results to eliminate outliers (Unit : Number)

Category	Accident Rate per Population	Accident Rate per Vehicles	Accident Rate per Road Lengths	Total
Total Data	230	230	230	230
Outliers	9	17	4	20

이상치로 제거된 자료수는 230개의 자료 중 20개이다.

2. 노출지표의 가중치 산정

거시적 노출지표를 통한 지역단위 도로교통안전도 비교평가지수를 산정하는데 있어 개별 노출지표 각각의 상대적인 기여도 또는 영향력을 고려하는 것이 필요하다. 그 이유는 인구, 자동차등록대수, 도로연장 등이 교통사고 발생에 미치는 영향이 각기 다를 것이고, 이러한 노출변수를 기반으로 한 노출지표 역시 도로교통안전도 평가를 위한 지수의 산정에 미치는 영향이 다를 것이기 때문이다. 이는 단적으로 교통사고 발생건수와 각 노출변수간의 상관성 분석을 통해 확인할 수 있다.

따라서 지역별 도로교통안전도를 합리적으로 비교평가하기 위해서는 평가지수 산정에 미치는 노출지표간의 기여도를 노출지표간의 가중치로 산정하여 적용하는 것이 필요하다. 노출지표간의 가중치를 정량적으로 산정하기 위한 접근방법은 가중치를 일정한위별로 변화시켜가며 노출지표간의 영향력이 균형적으로 배분되는 가중치 조합을 찾을 수 있는데, 이러한 방법론을 시도한 선행연구로는 관측치와 비교치의 설정을 통한 기대치간의 카이스퀘어(χ^2)값을 산정하여 카이스퀘어값이 작을수록 비교자료간의 독립성이 커지는 특성을 이용하여 카이스퀘어값을 최소화시키는 가중치 조합을 찾아가는 방법이 제시된 바 있다(Kim, 2009). 그러나 이 방법을 본 연구에서 적용하는데 있어서는 실제 지역별 수집자료를 바탕으로 관측치를 설정할 수 있는 것과 달리 비교치를 설정하는데 있어 한계가 있었다. 국가가 정하고 있는 지역별 사고감소목표치를 비교치로 이용하여 분석을 수행해 보았으나, 결과적으로 비교치로 적용한 지역별 사고감소목표치가 가공된 수치라는 점이 이를 통해 도출된 노출지표별 가중치의 합리적 타당성을 확보하기 어려운 점이 있었다. 따라서 본 연구에서는 노출지표간의 영향력이 균형적으로 배분되는 가중치조합을 찾는 방법으로 최소제곱법(Method of Least Squares)을 이용하여 노출

지표별 가중치를 산정하는 방법을 제시하고, 이를 통해 지역별 도로교통안전도를 평가지수 산정에 적용하였다.

1) 노출지표별 가중치 도출방법론

지역단위별로 도로교통안전도의 합리적인 비교평가를 위해 본 연구에서 제시한 노출지표별 가중치 도출방법은 노출지표별 가중치 조합별로 지역별 상대적 도로교통안전도 평가지수에 따른 도로교통안전도 순위를 산출하고, 각각의 가중치 조합에 의해 산출된 안전도 순위를 상호 비교하여, 안전도 순위간의 변화폭(Deviation)을 최소화시키는 노출지표별 가중치의 조합을 찾는 것이다. 이는 표본에서 모집단의 특성을 추정하는 방법 중 실제로 관측된 값과 이론적으로 가정된 기댓값간의 편차제곱합을 최소화함으로써 모집단의 특성치(파라메타값) 최소제곱법을 이용한 방법이다. 결과적으로 이렇게 도출된 노출지표별 가중치 조합은 안전도 평가지수 산정에 있어 노출지표간의 영향력을 합리적으로 배분한 것으로 볼 수 있다. 이를 위해 본 논문에서 설정한 방법은 노출지표간 가중치를 소수점 자리수를 기준으로 2단계로 구분하여 분석하였다. 각 단계별로 각각 일정단위별(0.1단위, 0.01단위)로 변화시켜가며, 가중치 변화에 따른 지역별 도로교통안전도 순위를 도출한 후, 각각의 가중치 조합별로 다른 가중치 조합을 적용한 경우들과 비교하여 지역별 안전도 순위의 변화폭을 최소화시키는 가중치 조합을 최종적인 가중치로 도출하였다.

본 논문에서 고려하고자 하는 노출지표별 가중치간의 관계 및 가중치 적용에 따른 지역별 도로교통안전도 순위의 변화폭을 최소화 시키는 가중치 조합 도출방법을 단계별로 설명하면 다음과 같다.

- 과정 1. 노출지표별 가중치의 합계는 1이 되어 하므로 식(1)과 같이 노출지표별 가중치간의 관계를 설정할 수 있다.

$$(w_1 + w_2) + w_3 = 1 \tag{1}$$

- 과정 2. 위의 관계식으로부터 3개의 노출지표 가중치 중 두 노출지표간의 가중치를 우선적으로 설정하면, 나머지 노출지표의 가중치는 아래와 같이 자연스럽게 설정될 수 있다.

if $w_1=0.0$, $w_2=0.0$ 이면, $w_3=1.0$ 로 설정가능

Table 3. Example of weights combination

Combina-tion	Step 1 (One Decimal Places)			Step 2 (Two Decimal Places)		
	w_1	w_2	w_3	w_1	w_2	w_3
1st	0.0	0.0	1.0	0.20	0.50	0.30
2nd	0.0	0.1	0.9	0.20	0.51	0.29
3rd	0.0	0.2	0.8	0.20	0.52	0.28
:	:	:	:	:	:	:
39th	0.5	0.0	0.5	0.30	0.40	0.30
40th	0.5	0.1	0.4	0.30	0.41	0.29
41th	0.5	0.2	0.3	0.30	0.42	0.28
:	:	:	:	:	:	:
nth Combination	1.0	0.0	0.0	0.40	0.50	0.10
Total Combination	66			331		

if $w_1=0.1$, $w_2=0.1$ 이면, $w_3=0.8$ 로 설정가능

:

if $w_1=1.0$, $w_2=0.0$ 이면, $w_3=0.0$ 로 설정가능

위와 같은 방식으로 소수점 한자리까지의 노출지표별 가중치는 Table 3과 같이 총 66개의 조합이 생성되게 되고, 소수점 두자리까지의 노출지표별 가중치 산정을 위한 조합은 전단계에서 가중치 조합에 따른 가중치 적용범위가 설정되므로 총 331개의 조합이 생성된다.

- 과정 3. 지역별 도로교통안전도의 순위는 식(2)와 같이 지역별 노출지표의 비율과 가중치조합을 통해 조합 Case별로 상대적 도로교통안전도 비교평가지수에 따른 안전도 순위를 산출할 수 있다.

$$RHTSI_i = (w_1) \cdot (\text{지역별 노출지표 A의 비율})_i + (w_2) \cdot (\text{지역별 노출지표 B의 비율})_i + (w_3) \cdot (\text{지역별 노출지표 C의 비율})_i \tag{2}$$

여기서, $RHTSI_i$ 는 i 지역의 상대적 도로교통안전도 비교평가지수(Relative Highway Traffic Safety Index), w_1, w_2, w_3 는 각기 i 지역의 노출지표 A, 노출지표 B, 노출지표 C의 가중치이다.

- 과정 4. 노출지표별 가중치 조합에 따른 지역별 도로교통안전도 순위변화에 대한 차이는 각각의 가중치 조합을 기준으로 다른 가중치조합 적용시와의 차이를 식(3)과 같이 산출할 수 있고, 순위편차의 절대적인 비교를 위해 편차의 제곱합(Sum of Square)을 구한다.

$$\sum_{i=1}^n (\Delta D_i)^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m [(R_{i,(j)th\text{조합}} - R_{i,(j+1)th\text{조합}})^2 + (R_{i,(j)th\text{조합}} - R_{i,(j-1)th\text{조합}})^2] \quad (3)$$

여기서, ΔD_i 는 i 지역의 도로교통안전도 순위편차, $R_{i,(j)th\text{ 조합}}$ 는 i 지역의 각각 가중치 j번째 조합 적용시 도로교통안전도 순위이다.

- 과정 5. 노출지표별 가중치는 가중치 조합에 따른 지역별 도로교통안전도 순위편차의 제곱합을 최소화(Minimize) 시키는 가중치 조합을 도출한다.

- 과정 6. 소수점 한자리에 대해 수행한 이러한 과정을 소수점 두자리까지 반복수행하여 가중치 변화에 따른 지역별 교통안전도 순위변화를 최소화시키는 가중치를 소수점 두자리까지 도출할 수 있다.

2) 가중치 도출 시뮬레이션

노출지표별 가중치 조합에 따른 지역별 도로교통안전도 순위산출 및 도로교통안전도 순위의 변화폭을 최소화시키는 가중치조합을 도출하기 위해 앞서 자료의 수집 및 구축부문에서 기술한 최근 3년간의 지역별 교통사고 및 노출변수자료를 바탕으로 노출변수별 사고율을 산출

하고, 각 노출지표의 지역별 비율을 Table 4와 같이 산정하여 적용하였다.

노출지표별 가중치 조합에 따른 지역별 도로교통안전도 순위의 변동폭(Variable Breadth)을 합리적으로 산출하기 위해서는 지역별로 각 노출지표의 크기에 대한 상대적인 비율을 적용하는 것이 필요하다.

앞서 기술한 노출지표별 가중치 설정개념 및 조합과정에 따라 소수점 한자리까지 가중치를 조합할 수 있는 경우의 수는 총 66개로 이를 대상으로 각 조합별로 지역별 도로교통안전도 평가지수의 산정 및 안전도순위의 산

Table 4. Calculation ratio of exposure indicators by local government(area)

Category	Average Accident Rates for 3 years('08-'10year)			Relative Ratio of Exposure Indicators		
	Accident Rate per Population	Accident Rate per Vehicles	Accident Rate per Road Length	Ratio of Accident Rate per Population	Ratio of Accident Rate per Vehicles	Ratio of Accident Rate per Road Length
Area 1	0.00530	0.01679	0.00454	0.545	0.620	0.863
Area 2	0.00377	0.01359	0.00286	0.388	0.502	0.542
Area 3	0.00368	0.01568	0.00281	0.379	0.579	0.534
Area 4	0.00270	0.01066	0.00390	0.278	0.393	0.740
Area 5	0.00343	0.01452	0.00486	0.353	0.536	0.923
:	:	:	:	:	:	:
Area 206	0.00421	0.01250	0.00053	0.433	0.461	0.100
Area 207	0.00323	0.01009	0.00029	0.332	0.373	0.055
Area 208	0.00392	0.00950	0.00196	0.404	0.350	0.372
Area 209	0.00629	0.01490	0.00118	0.647	0.550	0.224
Area 210	0.00580	0.01301	0.00088	0.597	0.480	0.167
Total	0.97189	2.70953	0.52664	100.0	100.0	100.0

Table 5. Highway traffic safety evaluation index and ranking according to weights combination

Category		Weights Combination ($w_1 + w_2 + w_3 = 1$)																
		Combina-tion 1	Combina-tion 2	Combina-tion 3	Combina-tion 4	Combina-tion 5	...	Combina-tion 41	Combina-tion 42	Combina-tion 43	Combina-tion 44	Combina-tion 45	...	Combina-tion 62	Combina-tion 63	Combina-tion 64	Combina-tion 65	Combina-tion 66
Step 1 (One Decimal Places)	Accident Rate per Population Weights (w_1)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	...	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	...	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0
	Accident Rate per Vehicles Weights (w_2)	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	...	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	...	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0
	Accident Rate per Road Length Weights (w_3)	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	...	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	...	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0
Calculation of Highway Traffic Safety Evaluation Index (HTSI) and Ranking of Highway Traffic Safety by Local Government(Area)																		
Area 1	Evaluation Index	0.863	0.838	0.814	0.790	0.765	...	0.687	0.663	0.638	0.614	0.590	...	0.584	0.560	0.577	0.552	0.545
	Ranking	163	165	167	170	173	...	180	186	193	191	182	...	177	162	174	151	147
Area 2	Evaluation Index	0.542	0.538	0.534	0.530	0.526	...	0.472	0.468	0.464	0.460	0.456	...	0.415	0.410	0.403	0.399	0.388
	Ranking	136	136	139	139	139	...	123	116	106	103	92	...	63	60	49	55	48
Area 3	Evaluation Index	0.534	0.539	0.543	0.548	0.552	...	0.481	0.485	0.490	0.494	0.499	...	0.414	0.419	0.394	0.399	0.379
	Ranking	134	137	140	141	143	...	126	124	122	122	127	...	62	66	38	54	42
:	:	:	:	:	:	:	...	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Area 208	Evaluation Index	0.372	0.370	0.367	0.365	0.363	...	0.380	0.378	0.376	0.374	0.372	...	0.395	0.393	0.400	0.398	0.404
	Ranking	118	118	115	113	104	...	73	51	39	26	32	...	38	46	44	53	59
Area 209	Evaluation Index	0.224	0.257	0.289	0.322	0.354	...	0.458	0.491	0.523	0.556	0.589	...	0.595	0.627	0.605	0.637	0.647
	Ranking	94	95	95	101	100	...	118	129	151	167	181	...	183	193	183	194	195
Area 210	Evaluation Index	0.167	0.198	0.229	0.261	0.292	...	0.401	0.433	0.464	0.495	0.527	...	0.542	0.573	0.554	0.585	0.597
	Ranking	71	73	70	64	66	...	90	93	105	123	139	...	158	172	166	175	180

출결과는 Table 5에서 나타내고 있는 바와 같다. 가중치 조합은 기본적으로 노출지표간 가중치의 합($\omega_1 + \omega_2 + \omega_3$)은 1이라는 개념을 바탕으로 $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ 를 각각 인구당사고율, 자동차당사고율, 도로연장당사고율로 설정하여 적용한 가중치 조합을 나타내고 있다. 여기서 $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ 의 노출지표의 조합순서가 변해도 산술적인 결과는 동일하게 나타나게 된다.

노출지표별 가중치 조합을 바탕으로 지역별 노출지표의 상대적인 비율을 적용하여 지역별로 도로교통안전도 비교평가지수를 산정할 수 있으며, 각 노출지표의 가중치 조합 케이스별로 산정한 지역별 도로교통안전도 순위와 다른 가중치 조합을 적용했을 때의 도로교통안전도 순위를 구한 후, 노출지표별 가중치 조합간의 안전도 순위 차이를 구할 수 있다. 여기서 가중치 도출 1단계(소수점 한자리)의 경우는 가중치 조합이 총 66개가 나오므로 가중치 조합별 도로교통안전도 순위간 편차산정을 위한 경우의 수는 모두 65개가 된다.

여기서 가중치 조합별 지역의 도로교통안전도 순위차이는 절대적 평가를 위해 앞서 설명한 바와 같이 제공합

Table 6. Calculation sum of square about deviation between ranking by weights combination

Category	Weights Combination					Total
	Combina-tion 1	Combina-tion 2	Combina-tion 3	...	Combina-tion 66	
Weights Combina-tion	0	2,338	11,020	...	1,846,770	37,883,654
	2,338	0	4,026	...	1,807,406	35,904,802
	11,020	4,026	0	...	1,758,464	33,488,802
	:	:	:	...	:	:
	1,846,770	1,807,406	1,758,464	...	0	65,742,816
	:	:	:	...	:	:

값을 산출하여 비교하였다.

Table 6은 소수점 한자리까지의 가중치 조합별 다른 가중치 조합간의 안전도순위 편차의 제공합 값을 산정결과의 일부분을 나타내고 있다.

위와 같은 방식으로 소수점 한자리까지의 노출지표간 가중치 산정과정 및 결과를 바탕으로 소수점 두자리까지 가중치산정을 반복수행할 수 있다.

3) 노출지표별 가중치 도출결과

노출지표별 가중치 조합에 따른 지역별 도로교통안전도 순위편차의 제공합값을 산정한 결과는 Table 7과

Table 7. Results to calculate weights between exposure indicators (one place of decimal)

Step 1		Accident Rate per Population (ω_1)																					
Calculation Weights	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0												
												0.0	37,883,654	35,927,418	33,667,294	31,237,448	28,738,976	25,711,556	21,892,772	19,038,554	22,059,768	39,724,116	65,742,816
Accident Rate per Vehicle (ω_2)	0.1	35,904,802	33,635,880	31,033,646	28,693,486	25,564,692	21,719,140	18,614,020	20,346,744	36,447,878	63,284,302												
	0.2	33,488,802	30,937,514	28,683,354	25,472,874	21,879,844	18,418,140	19,210,092	33,543,222	60,677,056													
	0.3	31,096,978	28,708,150	25,537,790	22,066,130	18,516,134	18,433,724	31,237,568	57,953,380														
	0.4	28,908,692	25,834,040	22,469,250	18,789,542	18,058,788	29,437,400	55,578,008															
	0.5	26,196,180	22,941,960	19,259,420	17,990,938	28,053,636	53,315,226																
	0.6	23,562,672	19,826,178	18,243,212	26,952,454	51,488,392																	
	0.7	20,665,948	18,783,442	26,370,878	49,742,912																		
	0.8	19,590,308	26,259,636	48,684,794																			
	0.9	26,249,926	47,793,080																				
	1.0	46,794,306																					
		Accident Rate per Vehicle (ω_1)																					
Accident Rate per Road Length (ω_2)	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0												
												0.0	65,742,816	63,284,302	60,677,056	57,953,380	55,578,008	53,315,226	51,488,392	49,742,912	48,684,794	47,793,080	46,794,306
												0.1	39,724,116	36,447,878	33,543,222	31,237,568	29,437,400	28,053,636	26,952,454	26,370,878	26,259,636	26,249,926	
												0.2	22,059,768	20,346,744	19,210,092	18,433,724	18,058,788	17,990,938	18,243,212	18,783,442	19,590,308		
												0.3	19,038,554	18,614,020	18,418,140	18,516,134	18,789,542	19,259,420	19,826,178	20,665,948			
												0.4	21,892,772	21,719,140	21,879,844	22,066,130	22,469,250	22,941,960	23,562,672				
												0.5	25,711,556	25,564,692	25,472,874	25,537,790	25,834,040	26,196,180					
												0.6	28,738,976	28,693,486	28,683,354	28,708,150	28,908,692						
												0.7	31,237,448	31,033,646	30,937,514	31,096,978							
												0.8	33,667,294	33,635,880	33,488,802								
												0.9	35,927,418	35,904,802									
1.0	37,883,654																						
		Accident Rate per Road Length (ω_1)																					
Accident Rate per Population (ω_2)	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0												
												0.0	46,794,306	26,249,926	19,590,308	20,665,948	23,562,672	26,196,180	28,908,692	31,096,978	33,488,802	35,904,802	37,883,654
												0.1	47,793,080	26,259,636	18,783,442	19,826,178	22,941,960	25,834,040	28,708,150	30,937,514	33,635,880	35,927,418	
												0.2	48,684,794	26,370,878	18,243,212	19,259,420	22,469,250	25,537,790	28,683,354	31,033,646	33,667,294		
												0.3	49,742,912	26,952,454	17,990,938	18,789,542	22,066,130	25,472,874	28,693,486	31,237,448			
												0.4	51,488,392	28,053,636	18,058,788	18,516,134	21,879,844	25,564,692	28,738,976				
												0.5	53,315,226	29,437,400	18,433,724	18,418,140	21,719,140	25,711,556					
												0.6	55,578,008	31,237,568	19,210,092	18,614,020	21,892,772						
												0.7	57,953,380	33,543,222	20,346,744	19,038,554							
												0.8	60,677,056	36,447,878	22,059,768								
												0.9	63,284,302	39,724,116									
1.0	65,742,816																						

Table 8. Results to calculate weights between exposure indicators by weights combination(step2 : two places of decimals, step 3: three places of decimals)

Step 2 Calculation Weights	Accident Rate per Population (ω_1)																				
	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39	0.40
0.40											32,309.440	29,100.080	25,694.460	22,521.278	19,546.148	16,916.864	15,281.106	13,730.068	12,336.134	11,518.504	11,420.776
0.41										32,434.006	29,147.186	25,705.550	22,632.774	19,667.256	16,995.088	15,335.252	13,695.988	12,238.888	11,399.208	11,191.020	11,842.170
0.42									32,624.346	29,204.710	25,715.946	22,765.616	19,824.774	17,063.546	15,399.734	13,683.100	12,234.846	11,296.138	11,035.856	11,539.156	12,690.692
0.43								32,968.550	29,449.334	26,381.438	22,828.106	19,867.340	17,271.236	15,461.810	13,683.516	12,218.972	11,172.028	10,903.454	11,347.130	12,365.514	14,365.574
0.44							33,138.204	29,587.068	26,609.166	23,141.124	19,988.972	17,386.418	15,486.012	13,719.706	12,212.496	11,106.782	10,819.770	11,191.352	12,192.134	14,090.510	17,550.784
0.45						33,392.244	29,953.096	26,789.118	23,223.014	20,052.324	17,621.498	15,495.260	13,773.100	12,293.234	11,111.546	10,790.866	11,018.506	12,008.906	13,766.778	16,999.106	21,491.088
0.46					33,634.158	30,048.740	26,872.424	23,456.988	20,357.924	17,840.908	15,570.496	13,799.780	12,326.288	11,133.714	10,629.880	10,913.110	11,839.748	13,525.510	16,397.796	21,041.704	25,452.876
0.47				34,071.920	30,271.956	27,252.762	23,721.014	20,444.004	17,960.254	15,668.704	13,856.676	12,390.398	11,118.614	10,584.886	10,768.692	11,631.056	13,207.670	16,158.778	20,569.452	24,976.200	30,485.812
0.48			34,150.968	30,571.190	27,451.786	24,023.908	20,854.576	18,127.498	15,819.362	13,898.790	12,478.202	11,161.132	10,577.524	10,665.620	11,484.792	13,025.462	15,788.048	20,099.174	24,415.630	29,636.538	36,976.986
0.49		34,530.830	31,176.712	27,699.656	24,392.864	21,059.208	18,290.488	16,047.046	14,083.268	12,563.780	11,203.302	10,585.794	10,573.972	11,389.160	12,825.442	15,544.320	19,823.872	23,956.792	29,020.184	36,170.280	44,536.310
0.50	34,783.266	31,176.712	27,894.192	24,555.164	21,358.760	18,414.378	16,259.002	14,175.232	12,578.438	11,284.404	10,596.096	10,526.786	11,285.920	12,639.434	15,297.126	19,359.456	23,439.940	28,700.662	35,509.386	43,792.882	53,622.070
0.51	31,547.640	28,193.228	24,998.474	21,608.794	18,571.570	16,388.264	14,359.318	12,745.176	11,373.996	10,624.168	10,502.344	11,182.656	12,480.836	15,039.042	18,932.466	23,042.654	28,157.412	34,779.506	43,013.056	52,873.660	
0.52	28,397.230	25,286.112	21,968.468	18,724.508	16,692.816	14,486.836	12,853.650	11,475.342	10,674.192	10,500.060	11,039.502	12,383.004	14,813.600	18,624.096	22,692.614	27,627.924	34,229.518	42,345.730	52,027.072		
0.53	25,413.546	22,276.200	18,924.966	16,886.964	14,644.532	12,977.766	11,577.328	10,736.770	10,505.986	10,982.888	12,319.100	14,644.264	18,201.836	22,272.652	27,210.080	33,511.020	41,542.454	51,325.534			
0.54	22,656.228	19,135.218	17,033.302	14,821.434	13,219.196	11,732.510	10,823.284	10,555.746	10,946.316	12,229.840	14,430.796	18,008.090	21,996.536	26,880.926	33,188.984	40,963.056	50,540.540				
0.55	19,429.070	17,305.362	15,085.478	13,441.038	11,891.928	10,957.024	10,599.484	10,987.118	12,212.854	14,302.994	17,639.666	21,685.210	26,607.044	32,511.280	40,285.944	49,464.346					
0.56	17,632.452	15,345.022	13,887.122	12,001.242	11,089.860	10,674.004	10,979.848	12,138.382	14,178.156	17,480.168	21,512.266	26,200.078	31,978.704	39,785.514	48,440.884						
0.57	15,698.730	13,889.466	12,130.058	11,170.626	10,759.802	11,021.456	12,104.170	14,096.865	17,225.970	21,378.868	25,904.360	31,540.762	39,139.374	47,833.390							
0.58	14,059.090	12,131.612	11,321.646	10,896.252	11,057.866	12,083.538	14,015.012	17,014.918	21,050.122	25,477.828	30,884.500	38,465.260	47,072.662								
0.59	12,654.584	11,530.080	11,008.074	11,130.544	12,070.508	13,909.550	16,754.682	20,897.320	25,132.962	30,429.316	37,934.240	46,583.800									
0.60	11,750.666	11,172.430	11,232.136	12,048.178	13,964.576	16,717.054	20,619.582	27,014.918	29,916.562	37,431.472	45,896.896										

Table 9. Final results to calculate weights

Category	Accident Rate per Population (ω_1)	Accident Rate per vehicle (ω_2)	Accident Rate per Road Length (ω_3)	Total
Weights	0.29	0.52	0.19	1.000

Table 8을 통해 나타내고 있는 바와 같다.

1단계(소수점 한자리)의 경우, 인구당사고율(ω_1)과 자동차당사고율(ω_2) 그리고 도로연장당 사고율(ω_3)이 각각 0.3, 0.5, 0.2일 때, 도로교통안전도 순위변화에 따른 편차의 제곱합값이 17,990,936으로 다른 가중치 조합에 비해 지역별 안전도 순위의 변동폭이 최소가 됨을 알 수 있다. 여기서 앞서 설명한 바와 같이 ω_3 는 ω_1 과 ω_2 의 도출에 따라 자동적으로 설정된다. 또한 노출지표의 가중치조합순서가 바뀌어도 동일하게 나타남을 알 수 있다. 이를 바탕으로 2단계(소수점 두자리)로 확장해보면, 인구당사고율(ω_1)과 자동차당사고율(ω_2), 도로연장당 사고율(ω_3)의 가중치 변화폭은 각각 0.2-0.4, 0.4-0.6, 0.1-0.3의 범위내로 설정됨을 알 수 있다.

따라서 100분의 1단위로 변화시켜가며 지역별 안전도순위의 변화폭이 최소화되는 가중치 조합을 찾으면 인구당사고율(ω_1)과 자동차당사고율(ω_2) 그리고 도로연장당 사고율(ω_3)이 각각 0.29, 0.52, 0.19일 때 지역별 안전도 순위의 변동폭이 10,600,060으로 최소가 됨을 알 수 있다.

이러한 과정을 통해 노출지표별 가중치 조합에 따른 지역별 도로교통안전도 순위변화의 편차제곱합 값이 가장 작게 형성되는 가중치 조합을 소수점 두자리까지 도

출할 수 있으며, 그 결과는 Table 9에서 나타내고 있는 바와 같이 인구당사고율(ω_1)과 자동차당사고율(ω_2) 그리고 도로연장당 사고율(ω_3)이 각각 0.29, 0.52, 0.19로 도출되었다.

따라서 본 연구에서는 소수 두자리까지 도출된 노출지표별 가중치를 바탕으로 지역별 도로교통안전도를 산정하는데 적용하였다.

IV. 지역별 도로교통안전도 비교평가지수 산정결과

1. 도로교통안전도 비교평가지수 산정

지역간 도로교통안전도를 비교평가하는데 있어 개별 노출지표별 평가시 발생하는 불합리성을 해결하기 위해 노출지표를 종합적으로 반영할 수 있는 통합지수의 개발 필요성이 있다할 수 있으며, 일반적으로 사고율로 표현되는 거시적 노출지표는 각기 단위가 다른 문제로 인해 산술적인 합에 의해 통합사고율을 산정할 수 없다는 문제점이 있다.

이러한 문제는 각 노출지표별 절대적인 기준에 의해 평가하기 보다는 자료의 표준화과정 및 노출지표간 상대비교를 통해 노출지표별 가중치를 산정하여 각 노출지표가 도로교통안전도 비교평가지수에 미치는 영향력을 정량적으로 반영할 수 있다면, 노출지표의 조합을 통한 통합지수를 산정하는데 있어 사고율 단위가 상이한데서 발

생하는 문제를 해결할 수 있을 것이다. 따라서 도로교통 안전도 비교평가지수는 식(4)와 같이 각 노출지표별 가중치 적용 및 노출지표간의 산술적인 합을 통해 산정할 수 있다.

$$HTSI_i = (\omega_1) \frac{A_i}{P_i} + (\omega_2) \frac{A_i}{V_i} + (\omega_3) \frac{A_i}{R_i} \quad (4)$$

여기서, $HTSI_i$ 는 i 지역의 도로교통안전도 비교평가지수, $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ 는 각기 인구당사고율, 자동차등록대수당 사고율, 도로연장당사고율의 가중치, A_i 는 i 지역의 교통사고 발생건수, P_i, V_i, R_i 는 i 지역의 인구, 자동차등록대수, 도로연장이다.

2. 지역별 도로교통안전도 비교평가지수 산정결과

본 연구에서 제시한 방법을 이용하여 지역별 도로교통안전도 비교평가지수를 산정한 결과는 Table 10과 같다. 지역별 도로교통안전도 평가결과에서 알 수 있듯이 각각의 노출지표단위로 평가시 도로교통안전도 순위가 각기 다르게 평가되어 교통안전예산의 배분 등을 정하는 과정에서 정책결정권자의 의사결정을 방해하는 요인으로 작용할 수 있다.

이러한 개별 노출지표 단위로 평가시 평가결과가 상이해지는 문제는 노출지표를 통합한 비교평가지수를 통해 해결할 수 있다. 즉, 계룡시의 경우 인구당 사고율, 자동차등록대수당 사고율, 도로연장당 사고율 등 각 노출지표별로 평가시 순위가 각각 6위, 3위, 66위로 각기 상이하나, 노출지표별 가중치를 적용한 노출지표의 통합 방식으로 도로교통안전도 비교평가지수를 산정한 결과는 3위로 노출지표별 평가결과가 상이한 문제에서 발생하는 정책결정의 장애요인을 해결할 수 있다.

그 밖에 종합적으로 지역별 도로교통안전도의 비교평가지수 산정결과를 살펴보면, 도로교통안전도가 높은 지자체는 울릉군, 옹진군, 계룡시, 신안군, 군포시 순이며, 반면에 도로교통안전도가 낮은 지자체는 대구 중구, 서울 중구, 광주 동구, 전남 영암군, 부산 강서구 순으로 나타나고 있다.

지금까지 살펴본 바와 같이 본 연구에서 제시한 방법은 지역별 도로교통안전도를 평가하는데 있어 개별 노출지표별 평가의 불합리한 문제를 개선하여 합리적으로 지역별 도로교통안전도를 비교평가할 수 있을 것이다.

Table 10. Results to evaluate highway traffic safety

Local Government	Population		Vehicles		Road Lengths		Integration Index		
	Accident Rate per Population (1,000 person)	Ranking	Accident Rate per vehicles (1,000 vehicles)	Ranking	Accident Rate per Road Length (km)	Ranking	Evaluation Index	Ranking	
Gyeongbuk	Ulleung-gun	1.38	1	3.91	1	0.17	1	2.47	1
Incheon	Ongin-gun	1.90	3	4.73	2	0.18	2	3.04	2
Chungnam	Gyeryong-si	2.27	6	5.85	3	0.80	66	3.85	3
Junnam	Sinan-gun	2.20	5	6.87	6	0.24	6	4.25	4
Gyeonggi	Gunpo-si	1.88	2	6.16	4	2.93	147	4.30	5
Daejeon	Yuseong-gu	2.80	14	6.77	5	1.75	122	4.66	6
Chungnam	Asan-si	2.83	16	7.10	7	0.91	77	4.69	7
Gyeonggi	Uiwang-si	2.57	9	7.76	9	2.34	135	5.23	8
Gyeonggi	Yongin-si	2.90	19	7.67	8	3.55	157	5.51	9
Incheon	Ganghwa-gun	3.34	31	8.67	12	0.82	69	5.63	10
Gyeonggi	Anyang-si	2.53	8	8.21	10	3.75	161	5.71	11
Gyeonggi	Gwangmyeong	2.45	7	9.05	16	3.26	153	6.04	12
Gyeonggi	Yeju-gun	4.33	90	8.89	14	0.99	81	6.07	13
Gangwon	Yangju-gun	3.66	43	9.69	29	0.26	8	6.15	14
Gyeongbuk	Uiseong-gun	3.79	52	9.61	26	0.44	25	6.18	15
Chungbuk	Goesan-gun	3.90	59	9.68	28	0.26	7	6.21	16
Gyeongnam	Hapcheon-gun	3.23	25	10.09	34	0.29	12	6.24	17
Gangwon	Inje-gun	3.96	63	9.71	30	0.27	11	6.25	18
Gyeonggi	Ansari-si	3.25	26	9.23	18	2.73	142	6.26	19
Incheon	Dong-gu	2.80	15	8.53	11	5.37	187	6.27	20
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Seoul	Guro-gu	3.73	49	11.53	72	5.47	189	8.12	96
Gangwon	Taebaek-si	4.76	118	12.75	112	0.79	65	8.16	97
Junbuk	Jangsu-gun	4.72	116	13.02	121	0.27	10	8.19	98
Gangwon	Pyeongchang	5.75	179	12.38	98	0.47	30	8.19	99
Busan	Geumjeong-gu	3.69	45	12.14	91	4.35	172	8.21	100
Gyeongnam	Yangsan-si	4.48	100	12.93	119	1.00	84	8.22	101
Junbuk	Wanju-gun	5.31	154	12.53	103	0.86	73	8.22	102
Junbuk	Gochang-gun	4.78	120	12.92	118	0.59	45	8.22	103
Gyeonggi	Icheon-si	5.04	138	12.20	93	2.31	132	8.24	104
Gyeongbuk	Gyeongsan-si	5.09	142	12.55	104	1.30	104	8.25	105
Junbuk	Gunsan-si	4.83	124	12.75	111	1.33	107	8.28	106
Junnam	Jangseong-gun	5.17	148	12.88	116	0.58	41	8.31	107
Junbuk	Namwon-si	4.85	125	13.06	122	0.63	47	8.32	108
Gyeonggi	Pyeongtaek-si	4.99	133	12.27	95	2.78	143	8.36	109
Junnam	Gokseong-gun	4.63	111	13.56	128	0.51	33	8.49	110
Gyeonggi	Goyang-si	3.70	47	11.07	56	8.90	226	8.52	111
Incheon	Jung-gu	5.73	178	11.75	80	4.27	171	8.59	112
Chungnam	Hongseong-gun	5.11	145	13.16	123	1.43	112	8.60	113
Gyeongbuk	Ullin-gun	4.77	119	13.66	131	0.59	43	8.60	114
Jeju	Seogwipo-si	5.80	184	13.01	120	0.88	74	8.61	115
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Junnam	Gangjin-gun	6.78	212	19.76	213	1.03	89	12.44	211
Gangwon	Wonju-si	7.51	218	19.27	211	2.22	131	12.62	212
Seoul	Jungnang-gu	4.81	122	19.95	214	6.32	206	12.97	213
Junnam	Mokpo-si	6.60	209	20.27	216	3.34	155	13.09	214
Seoul	Dongdaemun	5.00	134	20.38	217	5.63	192	13.12	215
Daegu	Nam-gu	6.27	199	19.42	212	6.94	216	13.23	216
Gyeongbuk	Gyeongju-si	8.21	222	20.07	215	2.21	130	13.24	217
Gangwon	Sokcho-si	7.29	217	20.75	219	2.64	139	13.41	218
Gangwon	Yangyang-gun	8.51	224	20.92	220	0.79	63	13.50	219
Gyeongnam	Tongyeong-si	6.20	197	22.61	226	1.58	117	13.85	220
Junnam	Naju-si	8.88	225	21.68	222	1.14	95	14.06	221
Busan	Jung-gu	8.27	223	21.50	221	6.05	204	14.73	222
Gwangju	Seo-gu	7.71	219	20.69	218	10.28	228	14.94	223
Seoul	Jongno-gu	8.98	226	22.52	224	5.54	191	15.37	224
Daegu	Seo-gu	7.13	215	22.57	225	8.34	225	15.39	225
Busan	Gangseo-gu	12.65	229	22.30	223	2.51	136	15.74	226
Junnam	Yeongam-gun	10.60	227	24.99	228	1.65	119	16.38	227
Gwangju	Dong-gu	7.99	220	26.78	229	8.26	224	17.81	228
Seoul	Jung-gu	11.50	228	24.37	227	13.10	230	18.50	229
Daegu	Jung-gu	14.50	230	36.77	230	10.28	229	25.28	230

V. 결론 및 향후 연구과제

지역별 도로교통안전도의 평가는 인구대비 교통사고 건수, 자동차등록대수 대비 교통사고건수, 도로연장 대비 교통사고건수 등 다양한 노출지표에 근거해서 이루어진다. 이것은 인구수, 자동차등록대수, 도로연장 등이 교통사고발생에 영향을 미치는 노출변수로 지역단위의 도로교통안전도를 평가하는데 있어 교통사고의 발생을 설명할 수 있는 거시적 노출지표의 역할을 하기 때문이다. 그러나 개별 노출지표별로 지역간 도로교통안전도를 비교평가하는 방식은 노출지표별 평가결과가 상이해지는 문제점이 있음에도 불구하고 노출지표를 통합하여 지역의 도로교통안전도를 합리적으로 비교평가할 수 있는 방법에 대한 연구가 활발히 진행되지 않아 교통안전예산의 배정 등을 위한 정책결정에 어려움을 겪고 있는 문제가 존재한다.

본 연구에서는 이러한 문제를 해결하고자 노출지표를 통합하여 지역별 도로교통안전도를 합리적으로 산출할 수 있는 비교평가지수의 산정방법을 개발하였으며, 개발된 방법을 이용하여 전국 230개 시·군·구의 기초지자체를 대상으로 도로교통안전도를 비교평가하였다. 이 때 도로교통안전도 비교평가지수의 산정을 위해 노출지표별 가중치를 도출하여 적용하였다. 노출지표별 가중치는 지표별 가중치의 합($w_1 + w_2 + w_3$)은 1이라는 전제를 바탕으로 최소제곱법을 이용하여 노출지표간 가중치를 소수점 자리수를 기준으로 소수 두자리까지 구분하여 각 단계별로 일정단위별(0.1단위, 0.01단위)로 변화시켜가며, 산출된 지역별 도로교통안전도 순위의 변화를 최소화시키는 가중치조합을 노출지표별 최종적인 가중치로 도출하였다. 노출지표별 가중치 산출결과는 각각 인구당 사고율이 0.29, 자동차등록대수당 사고율이 0.52, 도로연장당 사고율이 0.19이다.

지역별 도로교통안전도 비교평가지수의 산정결과는 울릉군, 울진군, 계룡시, 신안군, 군포시 등이 도로교통안전도가 높은 지자체로 나타나고 있는 반면 대구 중구, 서울 중구, 광주 동구, 전남 영암군, 부산 강서구 등이 도로교통안전도가 낮은 지자체로 분석되었다.

노출지표별 가중치를 적용하여 지역별 도로교통안전도를 산정하는 방법을 통해 기존의 개별 노출지표 단위로 평가시 평가결과의 상이한 문제에서 발생하는 정책적 판단의 어려움을 해결할 수 있을 것으로 판단되며, 이를

통해 정부의 지역별 도로교통안전도 비교평가 및 교통안전예산의 배정에 보다 합리적인 결정방법으로 활용할 수 있을 것이다.

다만, 본 연구에서는 지역별 자동차주행거리, 차로별 도로연장 등 교통사고 발생을 보다 잘 설명할 수 있는 거시적 노출변수가 국내에서는 통계자료로 발표되고 있지 않아 자료수집의 제약으로 인해 반영하지 못한 점과 지역별 교통사고의 발생규모 이외에 사고의 심각도를 반영하지 못한 한계점이 있다.

따라서 향후 이러한 노출변수자료에 대한 추가적인 반영 및 사고심각도를 고려할 수 있는 지속적인 연구가 필요하다. 이를 위해 지역별 자동차주행거리, 차로별 도로연장 등에 대한 통계자료의 구축이 보다 효과적인 교통안전정책을 수립하는데 있어 필요하다는 점을 정책적으로 제안하며, 또한 국가간의 도로교통안전도 비교평가에 적용할 수 있는 방안에 대한 연구도 필요할 것으로 판단된다.

REFERENCES

- Al Haji G. (2005), Toward a Road Safety Development Index, Linkoping Studies in Science and Technology, 1174.
- Amoros E., Martin J. L. Laumon B. (2003), Comparison of road crashes incidence and severity between some French countries, Accident Analysis and Prevention, 35(4), 537-547.
- Bossche F. V. d., Wets G., Brijs T. (2005), The Role of Exposure in the Analysis of Road Accidents: A Belgian Case-study, TRB 2005 Annual Meeting Proceeding, 1908, 96-103.
- Chang M. S. (1982), Conceptual Development of Exposure Measures for Evaluating Highway Safety, Transportation Research Record, 847, 37-42.
- Chapman R. (1973), The Concept of Exposure, Accident Analysis and Prevention, 5, 95-110.
- Hauer E. (1982), Traffic Conflicts and Exposure, Accident Analysis and Prevention, 14(5), 359-364.
- Kim K. H. (1994), Regional Traffic Safety Evaluation and Identifying Driver Violations to Be Controlled by Priority, J. Korean Soc. Transp., 12(1), Korean

Society of Transportation, 5-24.

- Kim K. Y., Chang M. S., Oh C. (2009), The Analysis of Risk according to Traffic Accident Types by Novice and Experienced Drivers in Korea, J. Korean Soc. Transp., 27(3), Korean Society of Transportation, 17-28.
- Lee T. K., Chang M. S. (1998), Traffic Violation Fine Standard by the Severity and the Number of Total/Fatal Accidents, J. Korean Soc. Transp., 16(4), Korean Society of Transportation, 89-98.
- Local Government (2004-2010), Statistical Yearbook.
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2008-2010), Yearbook of Road Statistics.
- National Police Agency (2004-2010), Traffic Accident Statistics.
- Renshaw D. L., Carter E. C. (1980), Highway Hazard Location Identification in the Baltimore County Road Rating Project, Transportation Research Board, Transportation Research Record, 753, 1-8.
- Rumar K. (1999), Transport safety visions, targets and strategies: beyond 2000, European Transport Safety Council.
- Sung N. M., Chang I. J., Chang M. S., Kim W. C. (2005), The Calculation of the Traffic Safety Evaluation Index of Cities, J. Korean Soc. Transp., 23(4), Korean Society of Transportation, 31-36.
- Wolfe A. C. (1982), The Concept of Exposure to the Risk of a Road Traffic Accident and an Overview of Exposure Data Collection Method, Accident Analysis & Prevention, 14(5), 337-340.

- ☞ 주 작성자 : 김기용
- ☞ 교신저자 : 김기용
- ☞ 논문투고일 : 2012. 10. 9
- ☞ 논문심사일 : 2012. 11. 29 (1차)
2013. 4. 24 (2차)
2013. 7. 17 (3차)
- ☞ 심사판정일 : 2013. 7. 17
- ☞ 반론접수기한 : 2014. 2. 28
- ☞ 3인 익명 심사필
- ☞ 1인 abstract 교정필