

통학로 특성에 따른 어린이 보호구역의 효과 평가

정도영* · 김도경** · 이수범***

An Evaluation of the Crash Reduction Effects of School Zone Improvement Projects

Doyoung Jung* · Do-Gyeong Kim** · Soobeom Lee***

요약 : 어린이 교통사고를 줄이기 위해 2003년부터 시작된 어린이 보호구역 개선사업은 2007년도를 마지막으로 1단계 사업이 완료되었고, 향후 2012년까지 2단계 사업을 완료할 예정이다. 어린이 보호구역 개선 사업에는 막대한 예산이 소요되기 때문에 1단계 사업이 완료된 현 시점에서 어린이 보호구역 개선사업이 어린이의 안전을 얼마나 증진시켰는지에 대한 효과 평가가 필요하다 할 수 있다. 만약 어린이 보호구역 개선사업의 효과가 미비한 경우 개선사업을 보다 효과적으로 시행하기 위한 방안을 마련하여 2단계 사업이 효율적으로 수행될 수 있도록 유도하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 비교그룹을 이용한 사전·사후 분석 방법을 통해 어린이 보호구역 개선사업이 어린이 교통사고에 미치는 영향을 교통사고 빈도수와 교통사고 심각도로 구분하여 분석하였다. 분석에 사용된 대상그룹에는 2005년도에 어린이 보호구역 개선사업이 실시된 초등학교가 포함되었으며, 비교그룹에는 2007년도에 개선사업이 실시된 초등학교가 포함되었다. 분석 결과 교통사고 건수는 약 39% 정도 감소한 것으로 나타났으며, 사고 심각도는 40% 정도 감소한 것으로 나타나 전체적으로 어린이 보호구역 개선사업의 효과가 있는 것으로 나타났다. 어린이 보호구역 개선사업의 효과를 통학로 형태별로 살펴보면 2차형 통학로가 75%의 교통사고 감소를 보여 가장 큰 효과를 나타냈으며, 1차형 통학로가 교통사고가 30% 감소함으로 가장 적은 효과를 나타냈다.

주제어 : 어린이 보호구역 개선사업, 사전·사후 분석, 사고 심각도, 통학로 특성

ABSTRACT : The School Zone Improvement Project (SZIP) for reducing child-related crashes within school zones has been implementing as two phases. The first phase was completed by 2007 and the second phase will be completed by 2013. Prior to the implementation of the second phase, there is a need to evaluate the safety effects of the School Zone Improvement Project on child-related crashes and/or crash severity due to huge budget needed for the project. This study analyzed the effects of the School Zone Improvement Project on not only child-related crashes but also crash severity using Before-and-After Analysis with Comparison Group Method. The results showed that the project contributed to around 39% reduction in crash frequencies and 40% reduction in crash severity. With respect to school-route characteristics, the results also showed that the project lead to 30 to 75% reduction in crash frequencies.

Key Words : school zone improvement projects, before-and-after study, crash severity, school-route characteristics

* 서울시립대학교 교통공학과 석사과정(Master Course Student, Department of Transportation Engineering, University of Seoul)

** 서울시립대학교 교통공학과 조교수(Assistant Professor, Department of Transportation Engineering, University of Seoul), 교신저자 (dokkang@uos.ac.kr)

*** 서울시립대학교 교통공학과 부교수(Associate Professor, Department of Transportation Engineering, University of Seoul)

I. 서론

2003년 범 정부차원에서 수립된 “어린이 안전 종합대책”의 일환으로 시행된 어린이 보호구역 개선사업은 2007년에 1단계 개선사업이 완료되었고, 2008년부터 향후 5년간 2단계 사업이 시행될 예정이다. 어린이 보호구역 개선사업에 소요된 예산을 살펴보면 1단계까지 약 6,700억원이 소요되었고, 향후 2012년까지 약 8,400억원을 투자하여 어린이 보호구역 개선사업을 완료할 예정이다. 이처럼 막대한 예산이 투자되어 실시되는 사업이니만큼 1단계가 완료된 현 시점에서 어린이 보호구역 개선사업이 어린이의 안전을 얼마나 증진시켰는지에 대한 효과 평가가 필요하며, 미비한 경우 개선사업을 보다 효과적으로 시행하기 위한 방안 마련이 필요하다 할 수 있다.

그동안 어린이 보호구역 개선사업에 대한 평가는 여러 가지 방법으로 이루어져 왔다. 기존에 실시된 대부분의 평가는 단순히 시설물 설치의 문제점만을 분석하여 개선방안을 제시하거나 설문조사를 통한 평가, 어린이 보호구역의 제도적 측면에 대한 평가 등이 대부분이었다. 엄상미(2003)는 어린이 보호구역을 토지이용별, 도로기능별로 구분한 후 조사대상 학교를 선정하고 어린이보호구역 시설물 설치의 문제점을 비교 분석하고 개선안을 제시했다. 교통안전공단에서 시행한 “교통사고 증감원인 분석 대책연구(2004)”는 주로 시설적 측면에 관한 연구로 대부분이 현재 설치되어 있는 어린이보호구역 관련 시설물 실태조사에 따른 통계분석과 이용자 설문조사를 통한 인식도 조사에 관한 연구였다. 원광희·박정순(2005)은 충청북도 지역을 중심으로 어린이 보호구역의 제도적 운영 부분을 검토하여 개선방안을 제시하였으며, 아울러 어린이 보행안전과 초등학교 주변의 보행환

경 특성을 규명하였다.

하지만, 어린이 보호구역 개선사업의 목적은 어린이 보호구역 내에서 발생하는 어린이 교통사고를 줄이는 것이기 때문에 기존에 실시된 연구 외에도 어린이 보호구역 개선사업이 어린이 교통사고에 미치는 영향에 대한 평가를 정량적으로 분석할 필요가 있지만 현재까지 관련 연구는 전무한 실정이다. 국외의 경우는 어린이보호구역 설치에 따른 교통사고 감소효과를 단순교통 사고효과로 보는 것이 아니라 새로운 시설물의 설치에 따른 속도 감소와 학교 주변의 특성요소들로 인한 보행자 사고와 관계 등에 관한 연구가 주를 이루고 있다. NHTSA에서 발행한 보고서(Freedman et al., 2006)에서는 어린이 보호구역 내에서 과속 단속을 실시하였을 경우 실시하지 않았을 때보다 차량들의 속도를 약 2~3배 정도 줄일 수 있는 것으로 보고하고 있다. Gates et al.(2004)는 어린이들의 교통안전 개선을 위해 스쿨존 진입부 끝부분에 설치된 beacon(rear-facing flashing)의 제한속도 지역 내에 위치한 stop-controlled(AWSC 또는 TWSC) 교차로에서 출발하는 차량들의 속도제한 준수 여부의 향상 정도에 대한 효과분석을 실시하였다.

따라서, 본 연구에서는 수도권(서울, 경기)에 위치한 초등학교 중 2005년에 어린이 보호구역 개선사업을 실시한 초등학교를 대상으로 사업 시행 전의 사고건수와 사업 시행 후의 사고건수를 사전·사후분석 방법 중 비교그룹을 이용하는 방법을 통하여 어린이 보호구역 개선사업이 어린이 안전에 미치는 효과를 평가하고자 한다. 또한 어린이 보호구역을 통학로 형태별로 유형화시켜 각 유형별 효과도 평가한다.

II. 분석방법론

어린이 보호구역 개선사업의 효과 평가를 분석하기 위해 시설물의 효과 분석 시에 주로 사용되는 사전·사후분석(Before-and-After Study) 방법을 이용하였다. 사전·사후분석 방법은 개선사업이 시행되지 않았을 때의 예측되는 사고건수와 실제 관측된 사후 사고건수를 비교하여 효과도를 추정하는 방법이다(Hauer, 1997).

사전·사후분석 방법으로는 <표 1>에 제시되어 있는 것처럼 4가지 방법론이 대표적으로 사용되고 있다(이동민 외, 2007). 각 방법론은 장·단점을 가지고 있기 때문에 우선 분석방법론의 장·단점을 살펴보고 어린이 보호구역 개선사업에 따른 교통사고 감소효과 분석을 위해 가장 적합한 방법론을 선정하였다.

단순사고건수 비교방법과 Yoked 비교방법은 사전기간과 사후기간이 동일하지 않을 경우 발생할 수 있는 오류가 많아서 본 연구에 적합하지 않는 것으로 판단된다. 이에 반해 Bayes 방법은 동일하지 않은 사전·사후 기간의 오류를 교통사고자

료 수집기간과 교통량의 비율을 이용하여 보정을 할 수 있다. 하지만 교통량은 사고수집 기간과는 다르게, 현장조사나 누군가가 측정해 놓은 자료를 이용해야 가능한 데, 본 연구에 사용된 자료의 경우 교통량 자료가 포함되어 있지 않기 때문에 이 방법도 역시 적절하지 않은 것으로 판단된다.

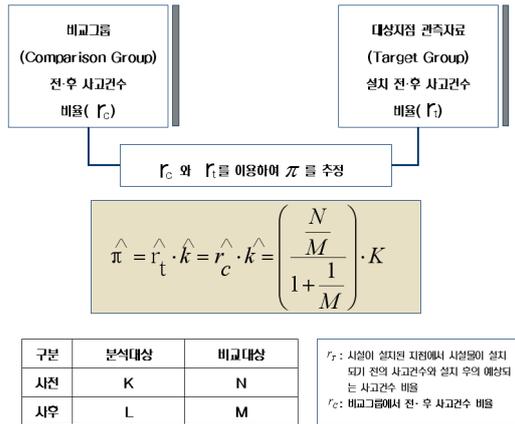
따라서 본 연구에서는 외부변화요인과 교통사고변화의 일반적인 추세를 고려하고 교통사고분석의 오류를 방지하기 위하여 비교그룹을 이용한 사전·사후비교분석 방법(Before-After Evaluation with Comparison Group Method : C-G Method)을 선택하였다. 비교그룹방법은 유사한 특성을 가진 비교지점을 찾는 것이 현실적으로 어렵다는 단점이 있으나 어린이 보호구역이라는 특성을 가진 곳으로 그룹화를 시키면 이러한 문제는 어느 정도 해소할 수 있다.

비교그룹방법의 기본개념은 특정 사업이 시행된 지점에서 사업 시행 후 발생한 사고건수와 동일한 조건아래 사업이 시행되지 않았을 경우에 발생할 교통사고 건수를 예측하여 비교하는 것이다. 예측된 교통사고 건수는 실제 수집할 수 없는 가

<표 1> 분석방법론 비교

구분	장점	단점	비고
단순 사고건수 비교 방법	계산과 이해가 용이	우연히 발생한 사고건수비교 ⇒ 대표성확보 어려움 Regression to the mean 존재	
Yoked 비교 방법	개념이 단순하여 적용이 쉬움 필요한 자료가 잘 알려져 있음	사고건수가 0인 지점은 다를 수 없음 비교대상이 한 지점에 의존 ⇒ 오류 가능성 높음 Regression to the mean 존재	
비교 그룹 방법	유사한 지점을 그룹으로 구성하여 선택함으로써 발생할 수 있는 오류 보완 가능	유사한 특성을 가진 비교지점을 찾는 것이 현실적으로 어려움 ⇒ 어린이보호구역이라는 고유의 특성으로 보완할 수 있음 Regression to the mean 존재	●
Bayes 방법	SPF 활용으로 비교대상 사고건수의 대표성높임 Regression to the mean 해결	모형구축이 복잡 많은 자료가 필요	

상의 교통사고 건수이며, 이는 비교그룹에서의 교통사고 변화추이와 다른 외적요인들에 대한 영향을 보정절차를 통해 예측한 값이다. 비교그룹방법의 기본개념은 <그림 1>과 같다(Hauer, 1997).



<그림 1> 비교그룹방법의 기본개념

비교그룹방법은 총 4단계로 이루어져 있는데 각 단계별 과정은 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 비교그룹방법의 분석과정

Step 1에서는 λ 추정과 π 를 예측하는 단계로, λ

의 추정치는 시설 설치 후의 관측된 사고건수의 총합과 같다. π 를 추정하기 위해서는 비교그룹방법에서 강조했던 가정을 적용한다. 위에서 언급했듯이 비교그룹방법론을 사용하기 위한 가장 중요한 가정은 관측기간 동안의 기대사고건수의 비율은 시설이 설치된 곳과 비교그룹의 장소에서 같다는 것이다.

Step 2. $\sigma^2[\hat{\lambda}]$ 와 $\sigma^2[\hat{\pi}]$ 를 추정하는 단계로 포아송 분포의 특성상 분산은 평균과 같다. 따라서 $\hat{\lambda}$ 의 분산 추정치는 $Var[\hat{\lambda}] = L$ 이고, $\hat{\pi}$ 의 분산 추정치는 Delta method를 이용하여 얻을 수 있다.

Step 3. δ , θ 를 추정하는 단계는 설치로 인한 효과를 검증하는 단계이다. 추정값 $\hat{\delta}$ 은 δ 의 불편 추정량이지만, $\hat{\theta}$ 은 적은 샘플에서는 θ 의 불편추정량으로 추정할 수 없어서 Taylor series expansion을 이용한 Delta method에 의해 $\hat{\theta}$ 이 불편추정량이라는 것을 증명할 수 있다.

Step 4. $\sigma^2[\hat{\delta}]$, $\sigma^2[\hat{\theta}]$ 추정 마지막 단계는 δ 와 θ 의 편차를 추정하는 단계로 δ 의 편차 추정, 불편추정량 $\hat{\theta}$ 의 편차를 추정하는 단계이다. 이러한 4가지 단계를 통해 δ 와 θ 의 효율성의 정도로 편차를 구할 수 있다. 설치로 인한 효과와 크기를 측정하기 위해 $\hat{\delta}$ 와 $\hat{\theta}$ 의 추정치를 사용함으로써, $\hat{\delta}$ 와 $\hat{\theta}$ 의 편차는 결과의 신뢰도를 평가할 수 있다.

본 연구의 분석 시 사용된 θ 는 효율성 척도를 의미하는 것으로 “시설물이 설치되었을 때” 사고건수와 “시설물이 설치되지 않았다는 가정아래” 기대되는 사고건수를 추정하여 이를 나누어 비(ratio)로 표현한 값으로 흔히 Index of Effectiveness로 불리운다(Hauer, 1997). $\theta < 1$ 이면 시행된 교통안전사업은 교통사고 감소에 효과가 있는 것으로 결

론을 내릴 수 있다. 효율성 척도(θ)가 지점의 단순사고감소율이 아니라 비교그룹의 사고감소율을 고려한 사고변화율을 나타내는 척도로 본 연구의 효과척도로 제시된다.

III. 자료수집

어린이보호구역 교통사고 감소효과 분석시행을 위해 2004~2006년도의 자료를 수집하였다.

1. 분석자료 수집

본 연구에서는 수도권(서울·경기)의 어린이 보호구역내 교통사고가 발생한 지점에 대하여 교통사고 이력자료를 수집하였다. 분석대상 그룹은 2005년도에 개선사업을 시행한 어린이보호구역의 초등학교로 사고이력자료를 정리하였다. 2005년도에 어린이보호구역 개선사업을 시행한 초등학교는 서울시 128개교, 경기도 123개교로 총 수도권 251개교를 대상으로 조사를 실시하였다.

비교대상 그룹은 2007년¹⁾에 사업을 시행한 어린이보호구역의 초등학교로 사고이력자료를 정리하여 분석을 시행하였다. 2007년에 어린이보호구역 개선사업을 시행한 초등학교는 서울시 172개교, 경기도 178개교로 수도권에서 350개교의 초등학교에서 개선사업을 시행하였다. 2005년과 2007년에 어린이보호구역 개선사업을 추진한 학교를 대상으로 2004년과 2006년의 사고이력데이터를 정리하였다.



〈그림 3〉 분석대상 어린이보호구역 연도별 사고건수 및 시간적 범위

2003년의 경찰청 TAMS DB가 완전하게 구축되지 못하여 2003년의 교통사고자료는 제외하였으며, 2005년의 교통사고자료는 어린이보호구역의 설치 공사가 진행되었으므로 교통특성 및 교통사고 특성이 비정상적임을 고려하여 본 연구의 시간적 범위에서 제외하였다.

2. 분석자료 정리

수도권지역의 어린이보호구역에서 발생한 어린이 교통사고 자료를 경찰청에 요청하여 2004~2006년의 DATA를 받아 정리하였다.

어린이보호구역의 개선사업 시행전 사고건수는 경찰청 TAMS자료 중 어린이 사고자료로 분류하여 초등학교를 중심으로 300m이내 사고만을 중심으로 하여 정리하였다. 어린이보호구역의 개선사업 후의 사고건수는 경찰청의 통계 내부자료로 구축하였다.

대상그룹과 비교그룹의 총 초등학교 수는 601개교이며, 사고건수는 총 120건이다. 이는 2005년과 2007년에 지정된 어린이보호구역 초등학교 중 2004년과 2006년의 사고가 발생한 초등학교만을

1) 사업이 사전·사후로 시행되지 않은 그룹을 비교그룹으로 선정해야 함으로 2007년도의 어린이보호구역 개선사업을 실시할 예정인 학교를 선정함.

분류한 것이다.

〈표 2〉 대상그룹과 비교그룹의 교통사고건수

		분석대상그룹	비교대상그룹
대상 초등학교		251개교	350개교
교통사고 건수	사전(2004)	43건	32건
	사후(2006)	21건	24건

또한 통학로의 형태에 따라 어린이보호구역의 교통사고 효과분석을 실시하기 위하여 분석대상 그룹과 비교대상 그룹의 초등학교를 대상으로 조사를 실시하여 자료를 정리하였다.

IV. 교통사고 감소효과 분석

비교그룹방법을 이용한 사전·사후 분석을 수행하기 위해 2005년 수도권 어린이보호구역 개선 사업을 실시한 곳을 분석대상 도로로 선정하고, 2007년에 어린이보호구역 개선사업을 실시한 곳을 비교대상 도로로 선정하였다.

우선 수도권의 어린이보호구역을 각 그룹으로 구분하여 수도권의 어린이보호구역 개선사업이 교통안전에 미치는 효과에 대하여 분석하였다.

또한 어린이 사고에 영향을 줄 수 있는 보행환경과 관련된 통학로의 특성을 고려하여 분석대상 그룹과 비교대상그룹의 통학로의 형태에 대하여 조사하여 분석을 실시하였다. 이처럼 동일한 특성의 어린이보호구역을 환경적 특성별로 분석대상 및 비교대상으로 나누어 할당한 것은 교통량 등 다른 요인들의 변화에 따른 교통사고의 영향을 배제하기 위함이며, 어린이보호구역의 효과를 자세히 알아보기 위함이다.

2005년 어린이보호구역의 개선사업에 대해 비교그룹방법으로 교통사고 감소효과 분석을 하기

위하여 〈표 3〉과 같이 그룹화 하였다.

〈표 3〉 어린이보호구역 개선사업 그룹화

분석 대상 그룹	사전 (2004)	분석대상 그룹내 개선사업 실시전 초등학교 중심으로 300m이내에서 발생한 교통사고 건수
	사후 (2006)	분석대상 그룹내 개선사업 실시 후 어린이보호구역 내에서 발생한 교통사고 건수
비교 대상 그룹	사전 (2004)	비교대상 그룹내 초등학교 중심으로 300m이내에서 발생한 교통사고 건수
	사후 (2006)	비교대상 그룹내 초등학교 중심으로 300m이내에서 발생한 교통사고 건수

1. 어린이보호구역 개선사업의 교통사고 감소효과 분석

수도권의 어린이보호구역 개선사업을 사전·사후 분석을 통하여 어린이보호구역 개선사업의 교통사고 감소효과에 대해서 알 수 있다. 어린이보호구역 개선사업을 실시한 곳의 교통사고 감소 효과를 분석하기 위해 C-G Method를 이용하였다.

또한 사고의 빈도수뿐만 아니라 사고의 심각도를 고려하여 수도권 어린이보호구역 개선사업의 사고심각도 감소효과를 분석하였다. 교통사고 심각도 계수는 건설교통부의 위험도로 평가기준 중 사고의 심각도를 고려할 수 있는 대물피해 환산법(Equivalent Property Damage Only, EPDO)을 사용하였다. 대물피해 환산법이란 사망사고, 부상사고, 대물사고의 각 피해 종류를 등가로 환산해서 하나의 피해단위로 나타내어 산정하는 방법으로, 사고의 피해정도에 따라 각 사고에 가중치를 부여함으로써 사고 심각도를 비교할 수 있다. EPDO 산출을 위해 사용되는 사고 피해 종류별 가중치는 〈표 4〉와 같다.

〈표 4〉 EPDO 산출을 위한 피해 종류별 가중치

사고내용	가중치	적용기준
사망	12점	교통사고 발생일로부터 30이내 사망한 경우
중상	6점	교통사고로 인하여 3주 이상의 치료를 요하는 부상을 입은 경우
경상/부상	3점	교통사고로 인하여 3주 미만의 치료를 요하는 부상을 입은 경우

비교그룹방법을 통한 분석을 하기 위해 교통사고건수 및 교통사고심각도 계수를 〈표 5〉와 같이 정리하였다.

〈표 5〉 어린이보호구역 개선사업 시행 전·후 사고건수 및 사고 심각도

구분	어린이보호구역 사고	
	분석대상 그룹 (사고심각도)	비교대상 그룹 (사고심각도)
사전	43(202)	32(156)
사후	21(99)	24(126)

주) 괄호안은 사고 심각도임.

분석결과, 분석대상의 그룹을 사전·사후로 비교하여 보면 단순히 22건 감소한 것으로 보이지만, 비교그룹방법을 통해 산출된 수도권 어린이 보호구역 개선사업의 효과는 약 10건(표준편차 : 7.23) 정도의 교통사고가 감소된 것으로 분석되었다. 이는 2005년 어린이 보호구역 개선사업을 실시한 251개교가 본 사업으로 인하여 어린이 교통사고 감소효과가 10건이라는 것을 의미한다. 또한 비교그룹 방법을 통해 산출된 어린이 보호구역 교통사고 효율성 척도는 0.61(표준편차 : 0.17)로 분석되었는데, 이는 2005년의 어린이 보호구역 개선 사업을 실시한 결과 교통사고가 약 39% 정도 감소한 것으로 판단된다.

〈표 6〉 C-G Method에 의한 수도권 어린이보호구역의 사전·사후 교통사고 효과분석

분석대상도로의 사전 교통사고건수(Nbt)	43
분석대상도로의 사후 교통사고건수(Nat)	21
비교대상도로의 사전 교통사고건수(Nbc)	32
비교대상도로의 사후 교통사고건수(Nac)	24
$\hat{\lambda}$	21
$\hat{\pi}$	31.3
교통사고 감소건수(δ)	10.3
교통사고 효율성 척도(Θ)	0.61
교통사고 감소건수의 분산 ($\hat{\sigma}_{\delta}^2$)	52.27 (표준편차 : 7.23)
교통사고 효율성 척도의 분산 ($\hat{\sigma}_{\Theta}^2$)	0.03 (표준편차 : 0.17)

또한 비교그룹 방법으로 수도권의 어린이 보호구역 사고건수의 심각도를 심각도 계수로 환산하여 교통사고 감소효과에 대하여 분석을 실시하였다. 수도권의 어린이보호구역 교통사고 심각도에 대하여 비교그룹방법의 분석에 대한 각 파라메타 값들은 〈표 7〉과 같다.

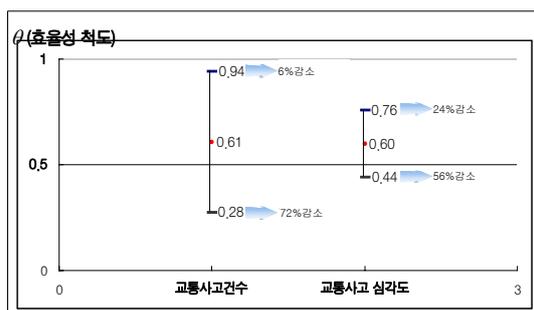
분석결과 어린이 보호구역 개선사업 실시로 인한 교통사고 심각도는 63.11(표준편차 : 16.15) 정도 감소한 것으로 분석된다. 이는 교통사고로 1명이 사망하였을 경우 심각도 계수가 12이므로 5명 정도의 사망자를 줄인 것으로 해석할 수 있다. 또한 효율성 척도는 0.60(표준편차 : 0.08)으로 교통사고 심각도가 40% 감소함으로써 효과가 있는 것으로 분석되었다.

전체 어린이보호구역의 교통사고 감소율에 대한 신뢰수준이 95%일 때의 통계적인 신뢰구간은 $\theta \pm 1.96 \sqrt{\hat{\sigma}_{\Theta}^2}$ 으로 나타낼 수 있다. 아래 그래프

〈표 7〉 C-G Method에 의한 수도권 어린이보호구역의 사전·사후 교통사고 심각도 효과분석

분석대상도로의 사전 교통사고건수(Nbt)	202
분석대상도로의 사후 교통사고건수(Nat)	99
비교대상도로의 사전 교통사고건수(Nbc)	156
비교대상도로의 사후 교통사고건수(Nac)	126
$\hat{\lambda}$	99
$\hat{\pi}$	162.11
교통사고 감소건수 (δ)	63.11
교통사고 효율성 척도 (θ)	0.60
교통사고 감소건수의 분산 ($\hat{\sigma}_{\delta}^2$)	261.11 (표준편차 : 16.15)
교통사고 효율성 척도의 분산 ($\hat{\sigma}_{\theta}^2$)	0.005 (표준편차 : 0.08)

에서 보는 것과 같이 교통사고 및 사고 심각도 효율성 척도의 95% 신뢰구간은 모두 1.0보다 작은 값이기 때문에 어린이 보호구역 개선사업은 교통사고 및 교통사고 심각도를 감소시키는데 효과가 있는 것으로 결론을 지을 수 있다.



〈그림 4〉 효율성 척도의 95% 신뢰구간

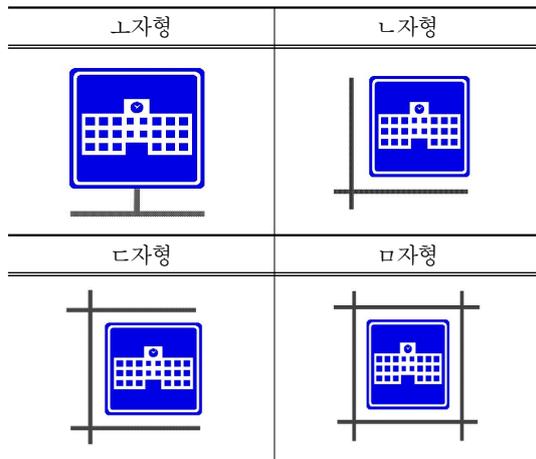
수도권의 어린이보호구역 개선사업은 교통사고 감소에 기여한 것으로 분석되었다. 어린이의 교통 안전을 증진시키는 목적으로 어린이 보호구역 개

선사업을 실시하는 것은 교통사고 감소효과가 있다고 판단된다.

2. 통학로의 형태별 교통사고 감소효과 분석

어린이 교통사고에 영향을 줄 수 있는 보행환경과 관련된 주요인은 통학로의 형태에 따른 환경요인으로 판단된다. 통학로의 형태는 여러 가지로 구분할 수가 있는데, 본 연구에서는 기존 연구(석중수, 2004)에서 사용된 분류 방법을 따라 학교를 중심으로 한 개의 통학로를 가진 경우를 1자형, 두 개의 통학로를 가진 경우 2자형, 3개의 통학로를 가진 경우 3자형, 4개 이상의 통학로를 가진 경우 4자형으로 통학로를 구분하였다.

〈표 8〉 통학로의 형태



또한, 통학로의 갯수에 따라 더 많은 시설물과 더 많은 예산이 필요하여, 통학로의 형태로 구분하였으며 사업비에 대하여 조사를 실시하였다. 조사를 실시한 대상은 2005년의 어린이 보호구역을 시행한 학교를 대상으로 통학로 형태별 10개를 추출하여 통학로 사업비의 평균을 추정하였다. 통학로의 사업비는 〈표 9〉와 같다.

〈표 9〉 통학로별 평균 사업비²⁾

통학로 형태	초등학교	평균사업비
ㄱ자형	옥수, 동산, 영화, 신사, 명지, 신기, 가주, 한남, 월천, 강신	117백만원
ㄴ자형	영일, 신봉, 월촌, 남정, 상원, 유현, 사근, 응암, 명신, 온곡	135백만원
ㄷ자형	월정, 경수, 시흥, 삼전, 성원, 오봉, 노일, 석촌, 이태원, 세검정	143백만원
ㄹ자형	중대, 풍납, 영풍, 용두, 신화, 창경, 이수, 서교, 강서, 문성	169백만원

분석그룹과 비교그룹의 601개 초등학교 중 교통사고가 발생한 102개의 초등학교를 대상으로 조사를 실시하여 분석을 실시하였다. 각각의 초등학교 통학로 형태의 사고건수를 조사한 결과 ㄴ자형 통학로가 35.00%로 가장 많았으며, ㄱ자형의 통학로는 15.83%로 가장 적게 나타났다.

〈표 10〉 통학로 형태에 따른 사고건수

통학로 형태	분석 대상(전)	분석 대상(후)	비교 대상(전)	비교 대상(후)	합계 (비율)
ㄱ자형	8	5	2	4	19 (15.83%)
ㄴ자형	15	5	8	6	34 (28.33%)
ㄷ자형	9	4	19	10	42 (35.00%)
ㄹ자형	11	7	3	4	25 (20.83%)
합계	43	21	32	24	120 (100%)

1) ㄱ자형 통학로

2005년에 어린이 보호구역 개선사업을 시행한 초등학교를 중심으로 ㄱ자형 통학로로 분류하여 비교그룹방법에 의한 사전·사후 교통사고 감소

효과 분석을 시행하였다.

분석결과 교통사고 효율성 척도(θ)가 1보다 낮은 0.25(표준편차 : 0.12)값으로 ㄱ자형 통학로에서는 어린이보호구역의 교통사고 감소효과는 있는 것으로 판단된다. ㄱ자형 통학로는 어린이 보호구역 개선사업을 실시하여 교통사고가 5.67건(표준편차 : 3.96) 감소한 것으로 분석되었다. 따라서 ㄱ자형 통학로의 어린이 보호구역 개선사업은 75%의 높은 교통사고 감소효과가 있는 것으로 판단된다.

〈표 11〉 ㄱ자형 통학로의 사전·사후 분석결과

분석대상도로의 사전 교통사고건수(Nbt)	8
분석대상도로의 사후 교통사고건수(Nat)	5
비교대상도로의 사전 교통사고건수(Nbc)	2
비교대상도로의 사후 교통사고건수(Nac)	4
$\hat{\lambda}$	5
$\hat{\pi}$	10.67
교통사고 감소건수(δ)	5.67
교통사고 효율성 척도(θ)	0.25
교통사고 감소건수의 분산 ($\hat{\sigma}_{\delta}^2$)	15.67 (표준편차 : 3.96)
교통사고 효율성 척도의 분산 ($\hat{\sigma}_{\theta}^2$)	0.02 (표준편차 : 0.12)

2) ㄴ자형 통학로

2005년에 어린이 보호구역 개선사업을 시행한 초등학교를 중심으로 ㄴ자형 통학로를 분류하여 비교그룹방법에 의한 사전·사후 교통사고 감소 효과 분석을 시행하였다.

2) 서울시 어린이보호구역 개선사업 공사비내역(2005)

〈표 12〉 L자형 통학로의 사전·사후 분석결과

분석대상도로의 사전 교통사고건수(Nbt)	15
분석대상도로의 사후 교통사고건수(Nat)	5
비교대상도로의 사전 교통사고건수(Nbc)	8
비교대상도로의 사후 교통사고건수(Nac)	6
$\hat{\lambda}$	5
$\hat{\pi}$	10
교통사고 감소건수(δ)	5
교통사고 효율성 척도(θ)	0.36
교통사고 감소건수의 분산 ($\hat{\sigma}^2_{\delta}$)	15(표준편차 : 3.87)
교통사고 효율성 척도의 분산 ($\hat{\sigma}^2_{\theta}$)	0.03(표준편차 : 0.18)

분석결과 교통사고 효율성 척도(θ)가 1보다 낮은 0.36(표준편차 : 0.18)값으로 L자형 통학로에서는 어린이보호구역의 교통사고 감소효과가 있는 것으로 판단된다. L자형 통학로는 어린이 보호구역 개선사업을 실시하여 교통사고가 5건(표준편차 : 3.87) 감소한 것으로 분석되었다. 따라서 L자형 통학로의 어린이 보호구역 개선사업은 64%의 높은 교통사고 감소효과가 있는 것으로 판단된다.

3) C자형 통학로

C자형 통학로를 분류하여 비교그룹방법에 의한 사전·사후 교통사고 감소효과 분석을 시행하였다.

분석결과 교통사고 효율성 척도(θ)가 1보다 낮은 0.70(표준편차 : 0.39)값임으로 C자형 통학로에서는 어린이보호구역의 교통사고 감소효과 있는 것으로 판단된다. C자형 통학로는 어린이보호구역 개선사업을 실시하여 교통사고가 0.5건(표준편차 :

〈표 13〉 C자형 통학로의 사전·사후 분석결과

분석대상도로의 사전 교통사고건수(Nbt)	9
분석대상도로의 사후 교통사고건수(Nat)	4
비교대상도로의 사전 교통사고건수(Nbc)	19
비교대상도로의 사후 교통사고건수(Nac)	10
$\hat{\lambda}$	4
$\hat{\pi}$	4.5
교통사고 감소건수(δ)	0.5
교통사고 효율성 척도(θ)	0.70
교통사고 감소건수의 분산 ($\hat{\sigma}^2_{\delta}$)	8.5(표준편차 : 2.92)
교통사고 효율성 척도의 분산 ($\hat{\sigma}^2_{\theta}$)	0.15(표준편차 : 0.39)

2.92) 감소된 것으로 분석되었다. 따라서 C자형 통학로의 어린이보호구역 개선사업은 30%의 미비한 교통사고 감소효과가 있는 것으로 판단된다.

4) M자형 통학로

M자형 통학로를 분류하여 분석한 결과 교통사고 효율성 척도(θ)가 1보다 낮은 0.38(표준편차 : 0.17)값으로 M자형 통학로에서는 어린이 보호구역의 교통사고 감소효과는 있는 것으로 판단된다. M자형 통학로는 어린이 보호구역 개선사업을 실시하여 교통사고가 4건(표준편차 : 4.24) 감소된 것으로 분석되었다. 따라서 M자형 통학로의 어린이 보호구역 개선사업은 62%의 높은 교통사고 감소효과가 있는 것으로 판단된다.

5) 소결

통학로 행태에 따른 어린이 보호구역 사전·사후 교통사고 감소효과분석 결과 L자형 통학로에

〈표 14〉 □자형 통학로의 사전·사후 분석결과

분석대상도로의 사전 교통사고건수(Nbt)	11
분석대상도로의 사후 교통사고건수(Nat)	7
비교대상도로의 사전 교통사고건수(Nbc)	3
비교대상도로의 사후 교통사고건수(Nac)	4
$\hat{\lambda}$	7
$\hat{\pi}$	11
교통사고 감소건수(δ)	4
교통사고 효율성 척도(Θ)	0.38
교통사고 감소건수의 분산 ($\hat{\sigma}_{\delta}^2$)	18(표준편차 : 4.24)
교통사고 효율성 척도의 분산 ($\hat{\sigma}_{\Theta}^2$)	0.02(표준편차 : 0.17)

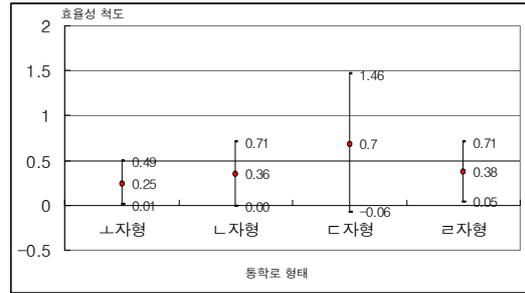
서의 교통사고 감소건수가 5.66건이며 감소율은 75%로 가장 큰 효과를 본 것을 알 수 있었다. □자형, L자형, □자형 통학로의 분석결과 60% 이상의 높은 교통사고 감소율이 나타났다. 하지만 C자형 통학로에서는 교통사고 감소건수가 0.5건으로 감소율 30%의 미비한 효과를 보였다. 통학로의 형태 관련 어린이 보호구역 개선사업의 교통사고 감소효과 분석결과는 〈표 15〉와 같다.

〈표 15〉 통학로 형태별 어린이보호구역 개선사업효과

통학로 형태	교통사고 감소건수	교통사고 감소율
□자형	5.67건	75%
L자형	5.00건	64%
C자형	0.50건	30%
□자형	4.00건	62%

어린이 보호구역을 통학로 형태로 분류하여 분석한 결과 신뢰수준이 95%일 때의 효율성척도 신뢰구간은 $\theta \pm 1.96S[\hat{\theta}]$ 으로 나타낼 수 있다. 효율

성 척도의 분산을 통한 95% 신뢰구간 검증 결과 최대값이 1.0보다 크면 감소효과가 없음을 나타내며, 1.0보다 작으면 효과가 존재하는 것으로 나타난다.



〈그림 5〉 효율성 척도의 95% 신뢰구간

위 그림과 같이 95% 신뢰구간이 좁은 □자형, L자형, □자형은 교통사고 감소효과의 신뢰성이 높은 것으로 판단되며, C자형은 신뢰구간의 최대값이 1.0보다 큰 1.46으로 교통사고가 증가할 수도 있다고 판단된다. 또한 비교그룹분석을 통한 결과와 비교하면 이는 유사한 분석결과라고 말할 수 있다.

어린이 보호구역 개선사업의 교통사고 감소효과가 적은 C자형의 통학로일수록 접하는 도로수가 많아서 도로위계가 높은 도로와 이면도로가 모두 존재하는 지점에 인접해 있으며, 사업비가 비교적 적은편에 속하여 통학로 전체에 대한 어린이 보호구역 시설물 설치가 비교적 적절히 이루어 질 수 없다.

이에 서울시의 어린이 보호구역 40곳에 대하여 사업비와 시설물 설치 비율에 대하여 조사를 실시하였다. 사고가 발생한 초등학교의 통학로 형태별 평균사업비와 통학로의 시설물 설치 비율을 조사해본 결과 □자형 통학로가 169백만원으로 가장 높게 나타나며, 통학로의 시설물 설치 비율은 □자형 통학로가 100%로 가장 높게 나타난다. 하지

만 설치비율이 70%로 가장 적게 나타나는 통학로인 ㄷ자형과 ㄴ자형 통학로의 평균 사업비가 비슷하며, 3곳의 주 통학로에 어린이 보호구역 시설물을 설치하기에 사업비가 부족한 것으로 판단된다. 어린이의 안전을 고려하여 3곳의 통학로 모두 고려하여 설치되는 것이 마땅하나 적은 사업비로 인하여 고려하기 힘든 상황으로 판단된다.

V. 결론 및 향후연구과제

1. 결론

2007년도를 마지막으로 1단계 어린이 보호구역 개선사업이 마무리 되며, 2008년도부터는 2단계 어린이보호구역 개선사업이 실시된다. 2단계 어린이 보호구역 개선사업 시행을 앞에 두고 어린이 보호구역의 효과 평가가 필요한데, 지금까지는 사고건수에 의한 어린이 보호구역의 효과를 정량적으로 측정하는 연구는 없었다. 따라서 본 연구는 어린이 보호구역의 사전·사후 분석을 통하여 어린이 보호구역이 교통안전에 미치는 효과를 분석하였다. 또한 어린이보호구역의 통학로 특성을 고려하여 어린이보호구역 개선사업시 방향을 설정하는데 활용이 가능해질 것이다.

분석방법으로는 분석대상그룹과 유사한 비교대상그룹을 정하여 비교그룹방법(Comparison-Group (C-G) Method)을 적용하였으며, 여러 형태의 비교그룹을 이용하는 방법 중 통계학적인 논리성을 갖추었다고 평가받고 있는 Hauer의 방법을 이용하였다.

분석결과 수도권 어린이 보호구역 개선사업은 교통사고 감소에 기여한 것으로 나타나며, 교통사고 감소율이 39%정도로 감소된 것으로 분석되었다. 또한 어린이 보호구역의 교통사고 건수를

사고심각도로 전환하여 분석을 시행한 결과 교통사고심각도의 교통사고 감소율이 40%정도로 분석되었다.

어린이 보호구역을 통학로의 형태에 따라 구분하여 분석을 실시하였다. ㄴ자형 통학로와 ㄷ자형 통학로, ㄹ자형 통학로는 교통사고 감소효과가 있는 것으로 분석되었으며, ㄷ자형 통학로는 다른 통학로에 비하여 감소효과가 적은 것으로 분석되었다. 이는 ㄴ자형, ㄷ자형 ㄹ자형 통학로보다 ㄷ자형 통학로가 다른 통학로보다 위험요소가 많은 것을 알 수 있으며, 어린이 보호구역 시설물 설치할 곳이 더 많음에도 불구하고 사업비를 비교하여 보면 ㄴ자형과 ㄷ자형은 약간의 차이만 보이는 것을 알 수 있었다.

따라서 어린이보호구역 개선사업의 실시예정 지역, 유지보수 지역의 예산책정시 통학로의 형태 특성에 따라 예산을 고려해야 한다고 생각한다. 본 연구는 어린이보호구역 2단계 개선사업을 앞두고 정부 예산의 효율적 집행 및 어린이보호구역 내 교통사고 감소효과의 증진을 위한 참고자료로서 활용될 것을 기대한다.

2. 향후 연구방안

어린이 보호구역 개선사업이 시행된지 얼마되지 않았으므로, 어린이 교통사고 감소 및 사업의 적절한 평가를 위해서는 어린이 보호구역 2단계 개선사업 이후 포괄적으로 연구가 이루어져야 한다. 본 연구에서 고려한 통학로 특성 외에 차로수 또는 어린이보호구역을 통과하는 교통량 등을 고려하여 더 심도있는 연구가 이루어져야 될 것이다. 또한 단계적으로 어린이 보호구역 개선사업의 적절한 평가를 통해 효과가 미비한 곳을 보완해 나아가야 할 것이다.

참고문헌

경찰청, 2004~2006, TAMS자료(어린이 교통사고자료).
 교통안전공단, 2004, 「교통사고 증감원인 분석 대책연구」.
 석종수, 2004, “인천광역시 어린이보호구역 운영실태 및
 개선방안 연구”, 인천발전연구원.
 엄상미, 2003, “어린이보호구역 교통사고 실태분석에 따른
 안전대책에 관한 연구”, 한밭대학교 석사학위 논문.
 원광희·박정순, 2005, “충청북도 어린이보호구역 개선방
 안 연구”, 충북개발연구원.
 이동민·강재홍·성낙문·정봉조, 2007, “C-G Method를
 이용한 고속도로 노면요철 포장의 교통사고감소 효
 과 분석” 「한국도로학회지」 제9권 제2호.
 행정자치부, 2004, “어린이보호구역 및 지방관리 위험도로
 구조개선 사업 발전방안”, 행정자치부.

Hauer, E., 1997, *Observational before-after studies on road safety*, Pergamon.
 Gates, T. J., H. G. Hawkins, and R. T. Ewart, “Effectiveness of a Rear-Facing Flashing Beacon in School Speed Limit Sign Assemblies”, presented at the TRB 83rd Annual Meeting.
 Freedman, M., D. De Leonardis, G. Raisman, D. InyoSwan, A. Davis, S. Levi, I. Rogers, and E. Bergeron, 2006, “Demonstration of Automated Speed Enforcement in School Zones in Portland, Oregon”, NHTSA Report No. DOT HS 810 764.

원 고 접 수 일 : 2008년 2월 18일
 1차심사완료일 : 2008년 3월 25일
 최종원고채택일 : 2008년 3월 27일