

# CCTV 설치로 인한 도시공간 범죄예방효과 분석\*

김혜림<sup>1</sup> · 허선영<sup>2\*</sup> · 문태현<sup>3</sup>

## Analysis of Crime Prevention Effects of CCTV Installation\*

Hye-Lim KIM<sup>1</sup> · Sun-Young HEO<sup>2\*</sup> · Tae-Heon MOON<sup>3</sup>

### 요 약

국내의 대표적인 범죄예방수단으로 CCTV가 활용되고 있지만, CCTV의 범죄예방효과에 관한 검증은 부족한 상황이다. 이에 본 연구에서는 도시공간 내에서 CCTV가 방법에 유효한 위치에 설치되었는지, 범죄예방효과를 나타내고 있는지 S시를 사례로 분석해 보았다. 먼저 CCTV 위치 적절성 분석결과, 범죄발생이 없는 곳에 CCTV가 설치된 경우가 많은 것으로 나타났다. 또한 주거·상업지역 등을 포함한 275개 케이스를 구성하여 CCTV의 범죄예방효과를 검증하였다. WDQ 지수를 적용하여 CCTV 감시면적과 주변지역에 미친 영향을 종합적으로 분석하여, 최종적인 범죄예방효과를 판단하였다. 분석결과 사례지역의 CCTV 설치는 주변지역에 범죄통제이익 ‘확산효과’가 나타난 케이스가 53.09%로, 전이효과가 나타난 경우보다 4배 가량 많게 나타났다. CCTV 설치로 인해 범죄발생이 다른 장소로 전이되는 것보다, 도시공간적으로 범죄예방효과가 확산된 것이다. 범죄예방효과를 확대하기 위해 CCTV 설치를 위한 가이드라인 마련이 요구되며, 실시간으로 축적되는 빅데이터를 적극적으로 활용하고, 범죄정보의 DB화, 분석을 통해 방범장비 설치 및 운영체계가 마련되어야 할 것이다.

주요어 : CCTV, WDQ, 범죄전이효과, 범죄통제이익확산효과, 공간분석

### ABSTRACT

CCTV is widely used as a crime prevention method globally; however, there is insufficient evidence regarding its effectiveness. This study assesses the suitability of CCTV

2023년 12월 06일 접수 Received on December 6, 2023 / 2023년 12월 19일 수정 Revised on December 19, 2023 / 2023년 12월 20일 심사완료 Accepted on December 20, 2023

\* 본 과제(결과물)는 2023년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지자체-대학 협력기반 지역혁신 사업의 결과입니다. (2021RIS-003)

1 경상국립대학교 도시공학과 박사과정 Doctorate Candidate, Dept. of Urban Engineering, Gyeongsang National University

2 경상국립대학교 스마트공동체사업단 학술연구교수 Research Professor, Gyeongsang National University

3 경상국립대학교 도시공학과 교수 Professor, Dept. of Urban Engineering, ERI, Gyeongsang National University

\* Corresponding Author E-mail: husy6019@naver.com

locations and their impact on crime prevention. First, to analyze the appropriateness of the location of CCTVs, we overlaid the locations of crimes and CCTV, and found that there are many cases where CCTV were placed where crime rarely occurred. Using various cases, we verified CCTV's crime prevention effectiveness. The WDQ was applied to comprehensively analyze the impact of CCTV surveillance area and surrounding areas to determine the crime prevention effect. As a result of the analysis, CCTV was found to be effective in preventing crime. In 53.09% of the cases, there was a diffusion effect of crime control benefits in the surrounding area, which was four times more than the cases with a transfer effect. Thus, strategically installing CCTV in appropriate locations enhances crime prevention effectiveness based on spatial analysis.

**KEYWORDS :** CCTV, Weighted Displacement Quotient, Geographic Displacement, Diffusion of Crime Control Benefits, Spatial Analysis

## 서론

현대사회의 범죄 현상은 과거에 비해 복잡해지고 있으며, 지속적으로 신종범죄가 등장하고 있다. 범죄는 장소와 건축물 용도에 따라 발생빈도, 유형이 다르고 그 장소를 이용하는 사람들의 특성 및 공간구조 차이 등 다양한 요인들에 의해 발생하므로 발생 원인을 단정 짓기 어려움이 있다. 이러한 이유로 구체적인 범죄예방 대책을 수립하는데 한계가 있다. 그럼에도 불구하고 범죄발생에 대한 대처는 사후 진압적인 대책 마련보다 사전에 범죄발생의 위험요소들을 제거하고, 방범체계를 갖추는 것이 우선시 되어야 할 것이다.

최근에는 지능 정보화시대의 도래에 따라 빅데이터가 다방면으로 활용되면서 경찰활동의 새로운 패러다임으로 예측적 경찰활동이 부상하고 있다. 4차 산업혁명으로 도시 전반에 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 빅데이터(Big Data) 등 첨단 기술이 융복합되어 혁신적인 변화가 나타나고 있으며, 범죄예방 분야 또한 복잡하고 다양한 방법을 요구하고 있다. 이에 국외에서 범죄자 도주 경로를 실시간으로 알려주는 미국의 DAS 범죄정보 시스템, 예측적 경찰활동 지원을 위한 PredPol 시스템 등이 개발되었으며, 국내에서도 빅데이터와 AI 기술을 결합하여 범죄 위험지역 예측 모델을 개발하는 등의 연구가 이루어지고 있다(Heo *et al.*, 2018).

기존의 방범체계 중 CCTV는 감시성 강화에 효과적인 방안으로 인식됨에 따라 국내에서는 고화질 CCTV로 전면 교체 및 신규 설치 등을 통한 범죄예방 정책이 주목을 받고 있다. 이에 전국에는 2022년 기준 총 1,607,388대의 CCTV가 설치되어 있다(Statistics Korea, 2022).

CCTV를 통한 감시성 강화는 범죄 억제 기제로 작용하여 범죄예방 효과가 있지만 범죄자 이동경로, 범행시간, 양상증거 확보 등 범죄수사에 유용한 정보를 제공함에 따라 사후처리 활용에도 가치가 높은 것으로 나타났다. 하지만 최근 강남살해 사건, 신림동 공원사건 등을 통해 사전 예방차원에서 현재의 방범체계가 원활하게 작동하지 못하고 있음을 확인하였고, 검거위주에서 예방위주로 우선순위의 조정을 요구받고 있다. CCTV는 시민들의 수요가 많고, 범죄 및 생활 안전에 효과적이며, 현장에서 활용도가 매우 높으나 CCTV 설치와 운영에 있어 과제도 아직 많은 실정이다. 과거보다 CCTV도 다양한 기능이 적용되면서 많이 발전했지만 아직도 관제요원의 보조 수단으로 사용되는 경우가 대부분으로 개선이 요구된다.

현재 CCTV 설치를 위한 입지 선정은 범죄발생 다발지역의 분석이나 진단없이 시민 민원과 담당 공무원의 자의적 판단에 따라 입지가 선정되어 체계적인 감시망 확립이 어려운 상황이다. 이와 같이 합리성이 결여된 입지 선정방식으로는 CCTV 설치 및 관리에 막대한 예산이 투입됨에

도 불구하고 범죄예방효과가 최대화 되는 결과를 기대할 수 없는 실정이며, 지역 쏠림현상 및 소외지역이 발생하는 등 지역적 편차가 발생하고 있다. 이에 CCTV 신규설치는 막대한 예산이 투입되고, 설치 위치를 선정함에 있어 시민들의 민원과 갈등이 유발되는 현실에서 합리적인 위치선정 가이드라인이 필요한 시점이다.

기존에 설치된 CCTV만으로 모든 범죄에 대처하기 힘들기 때문에 이를 보완할만한 새로운 안전관리 체계가 필요하며, 시민의 요청에 따라 고가의 방범장비를 무한정 확대하는 것은 한계가 있다. 또한 범죄발생은 일시적인 것이 아니라 지속적(동태성)이며, 고도의 연결망으로 인해 위험군 간 복합성, 연계성(복잡성)이 존재하므로 범죄예방 뿐만 아니라 범죄발생 후 빠른 안전사회 회복과 같은 실질적이고 시민에게 도움이 되는 대응 전략이 필요하다. 특히, 빅데이터 축적이 가능한 환경이 조성되었기 때문에 방범분야에서도 활용방안을 모색해야 할 것이다.

이에 본 연구에서는 체계적이고 효과적인 사전 범죄예방을 위해 도시, 건축, 경찰, 빅데이터 등 다양한 분야에 다층적으로 접근하고자 하며, 실제 범죄발생 데이터를 활용하여 CCTV가 방범에 유효한 위치에 설치되었는지, 이들이 범죄예방효과가 있는지 분석해 보고자 한다.

## 이론적 고찰 및 선행연구 검토

범죄예방효과는 범죄전이효과와 범죄통제이익확산효과로 나누어 분석할 수 있다. 범죄전이효과는 범죄예방전략으로 인해 범죄의 위치, 시간대, 유형 등이 다른 형태로 변화되어 이루어지는 현상을 의미한다(Weisburd *et al.*, 2006). 범죄예방전략의 성공여부는 단순히 대상으로 하였던 지역에서 범죄가 감소하는 것만으로 평가할 수 없다. 대상지에서 범죄가 감소하였다 하더라도 그 범죄가 주변 지역으로 이동한 경우는 범죄예방전략이 성공했다고 판단하기 어렵기 때문이다. Bowers and Johnson(2003)은 범죄전이를 공간적 전이, 시간적 전이, 전술적 전이, 피해자 전이, 가해

자 전이, 범죄유형 전이 등 여섯 가지 유형으로 구분하였다. 그러나 이 중에 지리적 전이가 가장 우선적으로 고려되어야 할 사항으로 다루어지고 있다(Barnes, 1995).

이와 상반되는 개념인 범죄통제이익확산효과는 범죄예방전략을 통해 범죄예방전략의 대상으로 하였던 위치, 사람, 범죄, 시간대를 넘어서 긍정적인 효과가 발생하는 현상을 의미한다(Weisburd *et al.*, 2006). 대상지역 인근까지 범죄예방효과가 나타나는 경우, 통제 대상이 아닌 범죄유형에서도 범죄감소 효과가 나타나는 경우와 범죄예방전략이 종료된 후에도 범죄예방효과가 지속되는 경우가 그 예시이다. 범죄전이효과와 범죄통제이익확산효과 개념은 상반되지만 두 가지 효과는 동시에 복합적으로 발생하기도 한다(Heo *et al.*, 2018).

정량적 평가를 위한 접근에는 범죄예방프로그램(Bowers and Johnson, 2003), CPTED(Son *et al.*, 2021), CCTV 설치 등의 범죄예방효과 분석 등이 있으며 여기에는 대개 WDQ(Weighted Displacement Quotient)지수를 활용하고 있다.

WDQ는 Bowers and Johnson(2003)의 연구에서 개발한 범죄예방전략의 범죄전이효과와 범죄통제이익확산효과를 측정할 수 있는 방법이며, 시계열 분석과 지리적 분석을 통합한 범죄전이효과 분석 기술이다. 범죄예방전략의 실시 전·후 범죄발생을 시계열로 접근하고, 실험지역, 전이지역, 통제지역의 범죄발생을 비교한다는 점에서 지리적 분석이 동시에 가능한 장점이 있다. 각 존에 대한 개념은 다음과 같다(그림 1).

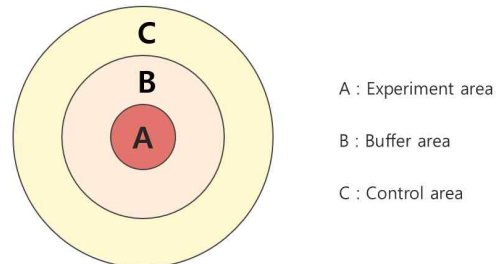


FIGURE 1. Area for the WDQ

실험지역(A)은 범죄예방전략이 실시되는 지역으로, 본 연구에서는 CCTV의 감시면적을 의미한다. 전이지역(B)은 실험지역에서 실시된 범죄예방전략의 영향을 받았을 가능성이 있는 지역으로, 범죄전이효과 또는 범죄통제이익확산효과가 나타날 수 있는 지역이다. 통제지역(C)은 실험지역과 전이지역의 범죄 변화와 무관한 지역으로, 실험지역과 전이지역 범죄 변화의 기준이 되는 지역이다.

WDQ 수식은 식 1과 같다. A는 실험지역(CCTV 설치 지역)의 범죄율, B는 전이지역(CCTV 설치 지역 주변지역)의 범죄율, C는 통제지역(A, B에서의 변화에 영향을 받지 않는 지역)의 범죄율을 나타내며,  $t_0$ 는 범죄예방 전략 실시 전(CCTV 설치 전),  $t_1$ 은 범죄예방전략 실시 후(CCTV 설치 후) 시점을 나타낸다. CCTV 설치 전·후 통제지역 대비 실험지역의 범죄율 변화(A')가 0보다 클 경우, 범죄예방전략 실시 후 실험지역 범죄 증가, 범죄예방전략이 실패하였음을 의미하고, 0보다 작을 경우, 범죄예방전략 실시 후 실험지역 범죄 감소, 범죄예방전략이 성공하였음을 의미한다. 또한 CCTV 설치 전·후 통제지역 대비 전이지역의 범죄율 변화(B')가 0보다 클 경우, 범죄예방전략 실시 후 전이지역 범죄 증가, 범죄전이효과 발생을 예상할 수 있고, 0보다 작을 경우, 범죄예방전략 실시 후 전이지역 범죄 감소, 범죄통제이익확산효과 발생을 예상할 수 있다.

$$WDQ = \frac{B_{t1}/C_{t1} - B_{t0}/C_{t0}}{A_{t1}/C_{t1} - A_{t0}/C_{t0}} = \frac{B'}{A'} \quad (1)$$

A' 과 B' 의 조합에 의해 WDQ 값은 7가지 유형으로 나누어 해석된다(표 1 참조). 다만, A' 가 0보다 작은 경우는 범죄예방전략이 실패하였다는 의미로, 전이효과나 확산효과를 해석하지 않는다(Park *et al.*, 2011). WDQ 값이 0보다 큰 케이스는 실험지역에서의 범죄감소효과와 동시에 전이지역에서 범죄통제이익확산효과가 발견된 경우이다. 특히, WDQ 값이 1보다 큰 경우에는 실험지역에서의 직접적인 범죄감소효과보다 전이지역에서의 범죄감소효과가 더욱 크게 나타난 경우로, 가장 긍정적으로 평가할 수 있다. 이와 반대로, WDQ 값이 0보다 작은 케이스는 실험지역에서는 범죄감소효과가 나타났으나 전이지역에서 범죄전이효과가 발견된 경우이다. 특히, WDQ 값이 -1보다 작을 경우에는 실험지역에서의 직접적인 범죄감소효과보다 전이지역에서의 범죄발생 증가가 더욱 크게 나타난 경우로, 범죄예방전략의 실시로 오히려 상황이 더욱 악화되었다고 평가할 수 있다.

범죄예방차원에서 전국 지자체에서 가장 많이 시행하고 있는 CCTV 설치에 따른 효과성에 대한 선행연구를 검토하였다. CCTV 설치 효과성에 관한 연구에서 WDQ 지수를 활용한 논문이 있으며, 분석에서 중요하게 다루어지는 분석지역 및 분석지표 설정 방식을 증점적으로 검토하였다(표 2 참조).

Kim(2008)은 서울시 강남구를 대상으로 WDQ 지수를 활용하여 CCTV 설치로 인한 절도범죄 감소효과를 분석하였다. 주거지역의 절도범죄가 CCTV 설치 후 실험지역에서 범죄가 감소하였으며, 전이지역에서도 대부분 범죄통제

TABLE 1. WDQ Interpretation

Value	Interpretation
WDQ>1	Crime reduction in experimental area<Diffusion of crime control benefits in buffer area
WDQ=1	Crime reduction in experimental area=Diffusion of crime control benefits in buffer area
0<WDQ<1	Crime reduction in experimental area>Diffusion of crime control benefits in buffer area
WDQ=0	Crime reduction in experimental area
-1<WDQ<0	Crime reduction in experimental area>Displacement in buffer area
WDQ=-1	Crime reduction in experimental area=Displacement in buffer area
WDQ<-1	Crime reduction in experimental area<Displacement in buffer area

TABLE 2. Analysis of crime prevention effects using WDQ in preceding Studies on CCTV

Case	Analysis area configuration			Analysis index selection		Analysis results	
	Number of regions	Spatial Characteristics	Form	Type of crime	Crime index	Experiment area	Buffer zone
Kim (2008)	1 (42 CCTV)	Residential area	Concentric circle	Theft	Crime per 10,000 population	Crime decrease	Displacement, Diffusion of crime control benefits
Jerry H. <i>et al.</i> (2009)	8 (18 CCTV)	Philadelphia Pilot project	Concentric circle	Total crime(all, serious, disorder)	Crime rate	Crime increase, Crime decrease	Displacement, Diffusion of crime control benefits
Park <i>et al.</i> (2011)	1 (23 CCTV)	Multi-family, row house dense area	Concentric circle	Robbery · Theft, Violence	Crime rate	Crime increase, Crime decrease	Diffusion of crime control benefits
Heo, Moon (2015)	1 (1 CCTV)	Multi-family, row house dense area	Seperation	Theft, Violence	Crime rate	Crime increase	-
Heo <i>et al.</i> (2018)	4 (7 CCTV)	Residential alleyway	Seperation	Total crime, Theft, Violence	Crime per 1,000 population	Crime increase, Crime decrease	Displacement, Diffusion of crime control benefits
Karl (2022)	1 (3 CCTV)	Residential area	Concentric circle	Property crime, Violence	Crime rate	Crime increase, Crime decrease	Displacement

이익확산효과가 나타나 CCTV 설치가 범죄예방에 효과가 있는 것으로 분석되었다. Park *et al.* (2011)는 경기도 광명시의 강·철도범죄를 대상으로 분석하였으며, 강·철도범죄의 경우 CCTV 설치 후 실험지역에서 범죄감소, 전이지역에서 범죄통제이익확산효과가 나타났으나, 폭력범죄의 경우, CCTV 설치 후 범죄가 증가한 것으로 나타났다. 이에 CCTV의 유용성과 효율성을 긍정적으로 평가하며, 위치선정의 중요성을 강조하였다. Heo and Moon (2015)은 CCTV의 위치 적절성을 검증하기 위해 범죄 핫스팟과 CCTV 감시지역을 중첩분석하고, WDQ 지수를 활용하여 CCTV의 효과성을 분석하였다. CCTV 설치 후 범죄발생률이 증가하였기에 범죄예방에 기여하지 못하고 있는 것으로 해석하였다. Heo *et al.* (2018)은 비용편익분석을 활용하여 CCTV 설치의 경제적 효과를 분석하고, WDQ 지수를 활용하여 CCTV의 공간적 효과성을 분석하였다. 4개의 지역을 대상으로 분석하였으며, 3개의 실험지역에서 총범죄, 철도범죄, 폭력범죄 모두 감소하는 효과가 있었으며, 전이지역에서는 범죄전이효과와 범죄통제이익확산효과가 복합적으로 발견되었다. 즉, CCTV는

범죄유형 및 범죄장소 등에 따라 선택적인 효과가 나타났기 때문에, 공간분석을 토대로 합리적인 기준에 의해 입지를 선정해야 함을 강조하였다.

국외연구로 Jerry H. *et al.* (2009)는 필라델피아 파일럿 프로젝트로 설치된 CCTV를 대상으로 범죄를 유형화하여 범죄예방효과를 살펴 보았는데, 실험지역에 범죄가 감소한 경우는 13%에 불과하였다. 실험지역에 범죄가 감소한 지역을 대상으로 전이지역을 분석한 결과에서도 일부 지역에서는 범죄통제이익확산효과가 발견되었으나, 범죄전이효과가 나타나는 경우가 많은 것으로 나타났다. 이에 CCTV의 설치 위치가 범죄예방효과를 결정하는데 중요한 요소로 작용한다고 주장하며, 입지 선정의 중요성을 강조하였다. Karl (2022)은 스웨덴 SAMS (Small Areas for Market Statistics) 지역의 1개 실험지역을 대상으로 실험지역, 전이지역, 통제지역의 형태, 위치 등을 다양하게 구성하여 11개 케이스를 구성하여 분석을 진행하였다. 철도범죄의 경우 CCTV 설치 후 실험지역에서 범죄발생률이 증가하였으나, 폭력범죄는 실험지역에서

범죄발생률이 감소하였다. 하지만 폭력범죄는 전이지역으로 전이효과가 나타났다. 이에 CCTV의 설치 장소에 대한 지속적인 논의가 필요하다 주장하였다.

이상으로 선행연구를 종합하면, 범죄유형 및 케이스에 따라 CCTV의 효과 여부가 상이하게 나타났기에 CCTV가 어떤 범죄에 예방 효과가 있는지 단정적으로 결론을 내리기에는 어려운 실정이다. 이와 같은 결과는 CCTV 위치 선정에 있어 범죄다발지역의 특성이 반영되어야 함을 의미한다. 이에 본 연구에서는 주거지역 및 상업지역에 설치된 CCTV를 대상으로, 실험지역, 전이지역, 통제지역의 면적에 따른 다양한 사례를 구성하여 CCTV의 범죄예방효과를 분석하여 차별성을 가지고자 한다.

### CCTV 위치 적절성 분석

연구의 공간적 범위는 S시를 대상으로 하였으며, S시는 지방중소도시로 인구 11.2만명, 농업·수산업·공업 산업이 고루 분포한 지역에 해당된다. 데이터는 지자체로부터 확보한 CCTV 데이터와 경찰서에서 확보한 범죄발생데이터를 활용하였다. S시의 5년간 총 범죄 발생 건수는 17,908건이었으며, 범죄발생은 5대 범죄(강간, 절도, 폭력, 살인, 강도), 자살로 한정해서 5년간 9,137건의 자료를 기반으로 공간분석기법을 적용하기 용이하게 QGIS(Quantum Geographic Information System)를 활용하여 데이터를 구축하고, 필지별 건물 속성데이터 등을 연계하여 분석하였다. 구체적으로 CCTV 데이터는 설치 목적, 주소, 화소수, 설치연도 등의 속성이 포함된 데이터이다. CCTV 데이터와 범죄발생데이터는 주소지가 미표기된 경우나 불명확하게 표기된 경우 등을 제외하고, 주소지를 지오코딩하여 X, Y 좌표로 변환하였다. CCTV 데이터는 설치연도를 기준으로 2019년, 2021년에 설치된 CCTV를 필터링하고, 주소지를 지오코딩하여 X, Y 좌표로 변환하였다.

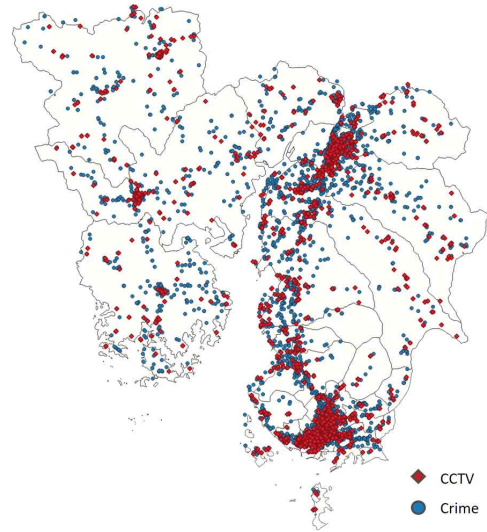


FIGURE 2. Crime and CCTV locations

전역(global) 차원에서 실제 범죄발생 지역과 CCTV 설치 지역 간의 중첩분석으로 CCTV 설치 위치가 유효한지 평가하였다. CCTV 설치되어 있는 위치가 적절한지를 확인하기 위해 실제 범죄발생 핫스팟 지역과 설치 지역에 Buffering 분석을 실시한 다음 중첩시켜 분석하였다(그림 2 참조).

S시에는 총 2,506개의 CCTV가 설치되어 있으며, S시에서 범죄가 집중적으로 발생하고 있는 지역주민 활동이 많은 중심지역인 2개 지역에 집중 설치되어 있다. CCTV 위치와 범죄발생 위치의 중첩분석 결과, CCTV 위치로부터 50m 버퍼(CCTV 가시권 고려) 내 범죄발생건수가 0 건인 경우는 1,021대로 나타났다. 즉, 기존에 범죄가 발생하지 않은 위치에 CCTV가 설치된 경우가 많았다. 즉, S시에 5년간 범죄발생이 없었던 위치에 1,021대가 설치되어 있으며, 전체 설치의 40.74%를 차지한다. 반면에 범죄가 발생한 위치임에도 설치되지 않은 곳도 다수 있는 것을 확인하였다. 특히, 현재 CCTV가 집중적으로 설치되어 있는 두 지역 외 지역에서도 범죄가 다수 발생하고 있으나 그에 비해 설치 대수는 적은 편이다. 또한 기존에 설치되어 있는 경우 좁은 면적에 집중적으로 설치되어 있어, 재배

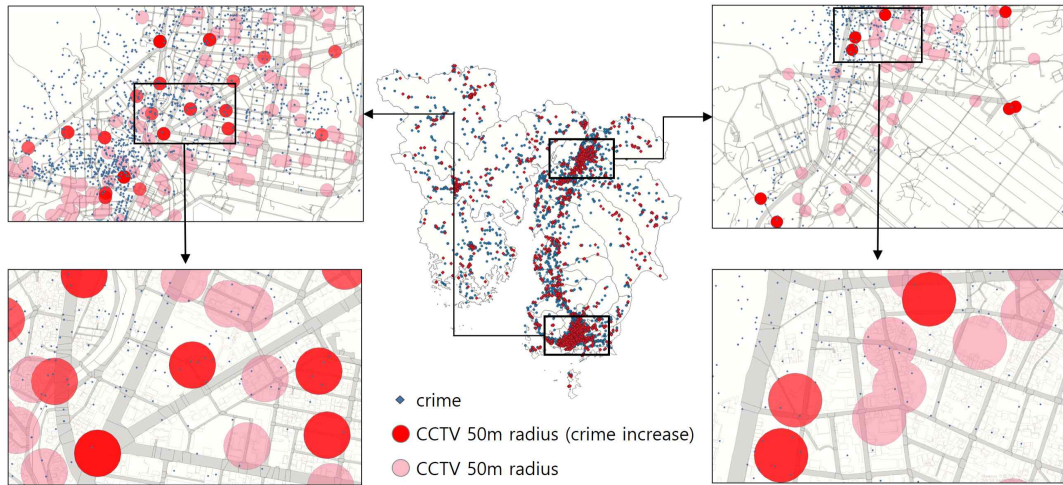


FIGURE 3. The change in crime within a 50m radius of CCTV installed in high crime area

치 및 추가 설치가 필요한 상황으로 판단된다.

S시 전체 CCTV가 설치된 위치를 기준으로 반경 50m 내 범죄발생 증감여부를 측정하였으며, 총 범죄와 CCTV로 인한 범죄예방효과가 있다고 연구되고 있는 폭력, 절도범죄를 대상으로 측정하였다. 측정결과 표 3, 4와 같이 CCTV 설치 전·후 범죄발생 건수가 유지된 경우가 가장 많았다. 2019년에 설치된 394개의 CCTV 중 총범죄 대상 319개(80.96%), 폭력범죄 대상 326개(82.74%), 절도범죄 대상 319개(80.96%)가 설치 전·후 범죄발생 건수가 유지되었다. 또한, 2021년에 설치된 319개의 CCTV 중 총범죄 대상 200개(62.70%), 폭력범죄 대상 280개(87.77%), 절도범죄 대상 281개(88.09%)가 설치 전·후 범죄발생 건수가 유지되었다. CCTV 설치 전·후 범죄발생건수가 동일한 경우는 CCTV 설치로 인해 범죄 발생이 감소하지 않은, 즉 범죄예방효과가 나타나지 않은 경우로 해석할 수 있을 것이다. 하지만 본 연구에서 CCTV 설치 전·후 범죄발생건수가 유지된 경우는 대개 설치 전·후 모두 범죄발생 건수가 0건인 곳으로, 아직 범죄가 발생하지는 않았으나 예방 차원에서 설치된 것으로 추측된다. 이 경우를 제외하고는 범죄가 감소한 경우가 11~17%, 증가한 경우가 5~14%로 CCTV 설

치 이후 범죄가 감소한 경우가 증가한 경우보다 2배가량 많은 것으로 나타났다. 따라서 CCTV는 감시면적 내 범죄감소 등 긍정적인 효과를 보이나, 주변지역으로의 범죄전이효과 등을 종합적으로 분석하여 범죄예방효과를 판단하고자 한다.

TABLE 3. Crime before and after the CCTV Installation in 2019

Case	Decrease	maintain	Increase
Total Crime	51	319	24
Violence	51	326	17
Theft	51	319	24

TABLE 4. Crime before and after the CCTV Installation in 2021

Case	Decrease	maintain	Increase
Total Crime	65	200	54
Violence	14	280	25
Theft	20	281	18

### 범죄전이 및 범죄통제이의 확산효과 분석

CCTV 범죄예방 효과를 분석하기 위해 S시에 범죄발생이 집중적으로 나타나는 2개 지역에

설치된 CCTV를 기준으로 WDQ 지수를 활용하여 범죄전이 및 범죄통제이익확산효과를 분석하였다. 범죄예방효과분석은 WDQ 지수를 활용하였고, WDQ 지수는 범죄예방효과를 포함한 범죄가 전이된 정도를 나타내고, 통제지역 범죄의 일반적 추이까지 설명할 수 있는 통합적 측정도구이며, 실증적인 연구에 그 응용이 용이하다는 장점이 있다(Lee and Kim, 2009). CCTV 설치 기점으로 범죄발생 전·후의 시점 설정이 필요하여 본 연구에서 확보한 CCTV 데이터와 범죄 데이터는 연단위 데이터이기 때문에 2019년에 설치된 CCTV의 효과는 2018년(CCTV 설치 전), 2020년(CCTV 설치 후)의 범죄, 2021년에 설치된 CCTV의 효과는 2020년(CCTV 설치 전), 2022년(CCTV 설치 후)의 범죄를 비교하여 측정하였다.

WDQ 지수를 적용하기 위해 CCTV 위치를 기준으로 실험지역, 전이지역, 통제지역 설정이 필요하며, 위치와 형태, 면적 등에 따라 효과가 상이하게 측정될 가능성이 있기 때문에 각 존을 설정하는 과정에서 신중한 고려가 필요하다. 이에 본 연구에서는 선행연구에서 제시한 이론적인 기준과 CCTV의 가시반경 등을 고려하여 다음과 같이 설정하고자 하였다.

첫째, 실험지역과 전이지역은 가급적 동심원의 형태여야 한다. 둘째, 전이지역은 실험지역과 인접하거나 근접한 거리에 있어야 한다. 전이지역이 실험지역과 지나치게 가깝게 설정된 경우 범죄통제 노력의 직접적인 효과가 전이지역으로

설정된 지역까지 미침으로써 범죄통제이익의 확산효과가 발생한 것으로 잘못 판단할 수도 있고, 지나치게 떨어져 있는 경우 범죄의 전이효과나 이익의 확산효과 등에 대하여 아무런 변화도 인지하지 못하는 오류에 빠질 우려가 있다(Lee and Kim, 2009). 따라서 전이지역은 실험지역과 최대한 인접하면서, 공간적 특성이 유사한 곳으로 설정하여야 측정의 정확도를 높일 수 있다. 셋째, 전이지역의 크기는 실험지역과 비교하여 지나치게 크면 안 된다. 전이지역을 과하게 넓은 면적으로 설정할 경우, 범죄율 변화가 범죄 통제 전략에 의한 효과인지 그 외의 요인에 의한 것인지 정확하게 파악할 수 없다. 이와 관련하여 Hamilton Smith(2002)는 전이지역은 실험지역과 유사한 수준이어야 하고 가능하다면 실험지역의 2배 이상이 되어서는 안 된다고 주장하였다.

위의 기준에 따라 본 연구에서의 각 존 설정 방식은 표 5와 같으며, 실험지역은 CCTV의 가시거리를 고려하여 CCTV 위치를 기준으로 반경 50m 동심원으로 설정하였다. 전이지역과 통제지역은 각각 실험지역과 전이지역 면적의 2배 내외이되 다양한 케이스로 설정하였다. 전이지역은 실험지역을 둘러싸는 10m, 20m, 30m 폭의 도넛 형태로 3개의 형태로 설정하였으며, 통제지역은 전이지역을 둘러싸는 10m, 20m, 30m 폭의 도넛 형태로 3개의 형태로 설정하였다. 즉, CCTV 1대 당 총 9개의 케이스를 구성하였다. 이에 총 275개의 케이스에 대해 CCTV

TABLE 5. Experiment area, Buffer zone, Control area settings

Experiment area(A)		Buffer zone(B)		Control area(C)		Area ratio(A : B : C)			
Radius(m)	Area(m <sup>2</sup> )	Radius(m)	Area(m <sup>2</sup> )	Radius(m)	Area(m <sup>2</sup> )				
50	7,853.98	60	3,455.75	70	4,084.07	1 : 0.44 : 0.52			
				80	8,796.46	1 : 0.44 : 1.12			
				90	14,137.17	1 : 0.44 : 1.80			
		70		7,539.82	80	4,712.39	1 : 0.44 : 0.60		
					90	100,53.10	1 : 0.44 : 1.28		
					100	160,22.12	1 : 0.44 : 2.04		
					90	5,340.71	1 : 0.44 : 0.68		
					80	12,252.21	100	11,309.73	1 : 0.44 : 1.44
							110	17,907.08	1 : 0.44 : 2.28



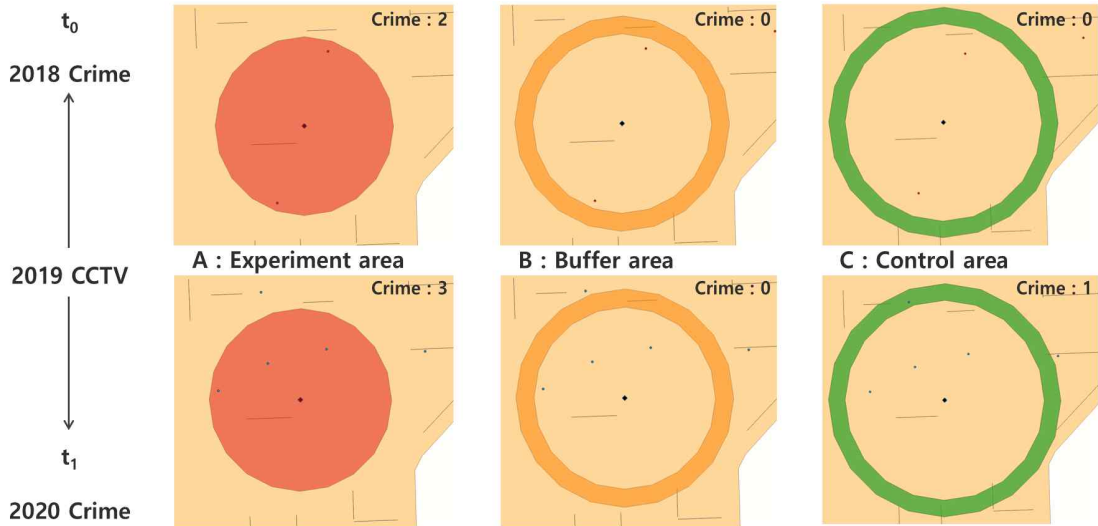


FIGURE 4. Counting methods for crimes before and after CCTV installation

의 효과성을 측정하였다.

앞서 설정한 실험지역, 전이지역, 통제지역에 맞추어, CCTV 설치 전·후의 범죄발생 건수를 카운팅하여 WDQ 수식에 적용할 데이터를 구축하였고, 예시는 그림 4와 같다.

WDQ 수식 적용 결과 표 6과 같이 WDQ 값이 0인 경우가 91개(33.09%)로 가장 많았으며, 값이 1보다 큰 경우는 88개(32%)로 다음으로 많았다. WDQ 값이 0인 경우는 전이지역의 CCTV 설치 전·후 범죄발생건수가 동일한 경우로, 전이효과와 확산효과가 거의 나타나지 않았음을 의미한다. 즉, 전이효과와 통제이익확산효과가 동일한 수준으로 발생하여 그 효과가 상쇄된 상황으로 판단된다. 하지만, 실험지역의 범죄발생 건수는 감소하였기 때문에 긍정적인 상황으로 평가할 수 있다. WDQ 값이 1보다 큰 경우는 실험지역의 범죄발생 건수가 감소하는 동시에 전이지역에 통제이익확산효과가 나타난 케이스이다. 또한 전이지역의 통제이익확산효과가 실험지역의 범죄감소효과보다 크게 나타난 경우로, 범죄예방전략이 가장 성공적으로 실행된 상황으로 판단할 수 있다.

반면, WDQ 값이 -1인 경우는 실험지역에 범죄발생이 감소하는 효과가 있었으나, 전이지역

에서의 전이효과가 동일한 크기로 나타난 상황이다. 즉 실험지역에서의 범죄감소가 그대로 전이지역으로 옮겨간 경우로, 범죄예방전략의 순효과가 없는 것으로 판단된다. 본 연구에서는 이 경우가 2가지 케이스로 가장 적게 나타났다. 또한 WDQ 값이 -1보다 작은 경우는 실험지역에서의 범죄발생 감소효과보다 전이지역으로의 전이효과가 더 크게 나타난 상황이다. 즉 CCTV를 설치하고 오히려 상황이 악화된 경우이다. 본 연구에서는 이 경우가 16가지 케이스로 5.82%에 불과하였다.

이상으로 실험지역에서 범죄발생이 감소한 경우, 전이지역에서 범죄통제이익확산효과가 나타난 경우(WDQ>0)가 146개 케이스, 53.09%, 범죄전이효과가 나타난 경우(WDQ<0)가 38개 케이스 13.82%이다. 상업지역에 설치된 일부 CCTV 주변으로 범죄전이효과가 나타난 경우가 있었다. 이 경우 노상에서 발생하던 범죄가 CCTV의 감시를 피해 주변 주택 등으로 이동하기도 하였다. 이상으로 CCTV 설치의 주변지역으로 범죄 발생을 전이시키기 보다는 범죄통제이익을 확산시켜, 범죄예방에 긍정적인 효과를 나타내는 것으로 판단할 수 있다.

TABLE 6. The number of cases by WDQ value

Category	Case	Rate	(Unit : Case, %)	
WDQ>1	88	32.00		
WDQ=1	13	4.73	146	53.09
0<WDQ<1	45	16.36		
WDQ=0	91	33.09		
-1<WDQ<0	20	7.27		
WDQ=-1	2	0.73	38	13.82
WDQ<-1	16	5.82		

## 결론

기존의 방범체계 중 CCTV는 감시성 강화에 효과적인 방안으로 인식됨에 따라 국내에서는 CCTV 신규 설치 및 고화질 전면 교체 등과 같은 범죄예방 정책이 주목받고 있다. 이에 전국 각 지자체에서 적극적으로 CCTV를 설치하고 있지만 지역적 특성이 반영된 공간분석 연구 부족으로 CCTV 설치에 대한 가이드라인이 아직도 미흡한 실정이다. 이는 범죄안전분야에서 사생활 침해, 지가 하락 등의 이유로 데이터 공개가 되지 않아 연구가 부족한 현실적인 한계도 있으며, 향후 현장 데이터를 활용하여 체계적이며 다층적인 분석을 기반으로 CCTV 설치 및 운영체계 마련이 시급히 필요한 실정이다.

이에 본 연구에서는 빅데이터 활용을 통해 CCTV 위치 유효성과 범죄예방효과를 분석하였다. 사례도시의 범죄 및 CCTV 자료를 지리정보시스템을 이용하여 공간데이터로 변환하고, 범죄발생 위치와 CCTV 위치와의 중첩분석을 통한 위치 적절성 및 WDQ 지수를 활용한 범죄예방효과를 과학적 증거기반 연구의 일환으로 시행하였다.

분석 결과 첫째, 범죄발생 위치와 CCTV 감시 반경이 중첩되지 않는 경우가 1,021대로 40% 이상을 차지하였다. 범죄가 발생하지 않는 장소지만 CCTV가 설치된 경우, 범죄가 발생하는 장소지만 CCTV가 설치되지 않은 경우가 다수 있었다. 특히 전자의 경우, 범죄의 사전예방 차원에서 CCTV가 설치되었을 수 있었으나, 5년간 범죄발생이 없었던 곳에 설치된 경우가 전

체 CCTV의 약 40% 가량이나 차지하고 있어 재검토가 필요한 것으로 나타났다. 이와 같은 사례는 범죄두려움을 저감시키는 효과는 있을 수 있겠지만 설치비용 대비 효과성은 매우 약한 것으로 판단된다. 범죄의 사전예방과 더불어 사후 범죄수사에 CCTV가 유용하게 활용될 수 있도록 적절한 위치에 설치가 이루어졌는지 점검하고 재배치 및 추가하는 과정이 필요하다.


둘째, CCTV 설치 후 범죄 발생에 변화가 없는 케이스가 60% 이상으로 나타났다. CCTV 설치 후 실험지역에서 범죄발생이 감소한 경우는 13~20% 정도였는데, 이는 Jerry H. *et al.* (2009)의 연구결과와도 유사하다. CCTV 위치 기준 반경 50m 내 총범죄, 폭력범죄, 절도범죄의 발생건수 변화를 분석한 결과, 세 가지 유형 모두 범죄발생이 동일한 수준으로 유지된 경우가 많았다. 본래 이 경우는 CCTV 설치 후에도 범죄발생이 지속되어 CCTV 설치 효과가 없다고 해석할 수 있었으나, 본 연구에서는 대개 본래 범죄발생이 없는 위치에 예방 차원에 설치된 방범용 CCTV로 그 효과를 판단하기는 어렵다. 하지만 CCTV의 설치 및 운영에 많은 비용이 투입되고 있는 만큼 범죄취약지역 등 설치 우선 순위가 높은 위치에 우선적으로 CCTV 설치가 이루어져야 함을 시사하고 있다고 할 것이다.

셋째, CCTV 설치하는 설치 장소의 직접적인 범죄감소효과와 더불어 주변지역까지 범죄감소 효과가 확대되는 등 범죄예방에 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다. WDQ 지수가 적용 가능한 케이스에 한해 CCTV의 범죄예방효과를 분석한 결과, 전이지역에서 범죄통제이익확산효과

가 나타난 경우(146개 케이스, 53.09%)가 범죄 전이효과가 나타난 경우(38개 케이스, 13.82%)보다 약 4배 가량 더 많았다. 즉, CCTV는 설치된 장소뿐만 아니라 인근지역의 범죄 발생을 감소시키는 긍정적인 효과가 있는 것으로 해석된다.

이상의 분석 결과를 종합하면, CCTV는 범죄 감소효과 및 범죄통제이익확산효과 등 범죄예방 효과를 가지고 있는 것으로 분석된다. 전이지역에서는 범죄전이효과와 범죄통제이익확산효과가 복합적으로 나타나고 있는데, 범죄통제이익확산효과가 나타난 경우가 4배 가량 더 많은 것으로 나타났다. 즉, CCTV는 범죄예방에 긍정적인 역할을 하는 것으로 판단된다. 이는 Kim(2008), Park *et al.*(2011)의 연구 결과와 유사하고, Jerry H. *et al.*(2009), Karl(2022)의 연구 결과와 상반된다. 선행연구는 주로 주거지역에 설치된 CCTV의 절도 및 폭력범죄 예방효과를 분석하였으나, 본 연구는 주거지역뿐만 아니라 상업지역에 설치된 CCTV의 총범죄 예방효과를 분석하였기 때문에 분석결과에 차이가 있을 것이다.

한편 가이드라인 등의 부재로 CCTV가 적절한 위치, 최적의 위치에 설치되기 어려운 상황으로 판단된다. 따라서 공간분석 등을 통해 지역 현황과 특성을 반영한 CCTV 설치 기준이 정립되고, 적절한 위치에 설치가 이루어진다면 한정된 예산을 효율적으로 활용하여 범죄예방효과가 극대화될 수 있을 것이다.

본 연구 결과는 범죄발생 가능지역을 도출하여 그간 구축된 물리적 방범시스템의 기능을 보완하고, 범죄 취약지역의 순찰강화, 물리적 환경 개선 등 정책 지원을 위한 의사결정 도구로 활용될 수 있을 것이다. 범죄가 발생할 수 있는 지역적 특성을 사전에 파악하고, 개선하여 범죄로부터 사전에 시민을 보호할 수 있는 효과적인 방법으로 활용 가능할 것이며, 한국형 CCTV 운영체계 표준 모델개발에도 일조할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 행정의 위기관리 능력을 제고하기 위해 지능형 CCTV를 확대 보급하고, 빅데이터를 활용한 예방업무 수행이 가능할 것이다. 

## REFERENCES

- Barnes, Geoffrey C., 1995. Defining and Optimizing Displacement. *Crime and Place* 95–114.
- Bowers, K. and Johnson, S. 2003. Measuring the geographical displacement and diffusion of benefit effects of crime prevention activity. *Journal of Quantitative Criminology* 193: 275–301.
- Hamilton-Smith, Niall. 2002. Anticipated Consequences: Developing a Strategy for the Targeted Measurement of Displacement and Diffusion of Benefits. *Crime Prevention Studies* 14.
- Heo, S.Y., Kim, J.Y., and Moon, T.H. 2018. Predicting Crime Risky Area Using Machine Learning. *Journal of the Korea Association of Geographic Information Studies* 2(4):64–80 (허선영, 김주영, 문태현. 2018. 머신러닝기반 범죄발생 위험지역 예측. *한국지리정보학회* 21(4):64–80).
- Heo, S.Y., and Moon, T.H. 2015. An Analysis on the CCTV Location Appropriateness and Effectiveness for the Crime Prevention. *Journal of The Korean Association of Regional Geographers* 21(4):739–750 (허선영, 문태현. 2015. 범죄예방을 위한 CCTV 위치 적절성 및 효과성 분석. *한국지역지리학회* 21(4):739–750).
- Heo, S.Y., Moon, T.H., and Kim, J.Y. 2018. Cost-Benefit and Spatial Effects of CCTV on Crime Prevention. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 21(3):63–75 (허선영, 문태현, 김주영. 2018. 방범용 CCTV 설치로 인한 경제적·공간적 효과분석. *한국지리정보학회* 21(3): 63–75).

- Jerry H. Ratcliffe, Travis Taniguchi and Ralph B. Taylor. 2009. The Crime Reduction Effects of Public CCTV Cameras: A Multi-Method Spatial Approach. *Justice Quarterly* 26(4):746-770.
- Kim, Y.S. 2008. An Analysis for Crime Prevention Effects of Closed Circuit TVs - Centering on the Crime Displacement Effects and Diffusion Effects of Crime Control Benefits -. *Journal of The Korean Society of Private Security* 11:209-245 (김연수. 2008. 방범용 CCTV의 범죄예방 효과분석 : 범죄의 전이효과와 범죄통제 이익의 확산효과 분석을 중심으로. *한국민간경비학회* 11:209-245).
- Karl Kronkvis., 2022. The effect of target, catchment, and comparison site operationalization on CCTV impact evaluations: methodological considerations from a case study. *Journal of Experimental Criminology* 18:765-782.
- Lee, Y.H., and Kim, Y.S. 2009. Measuring of the Crime Displacement Effects and the Diffusion Effects of Crime Control : Focused on the Review on the Weighted Displacement Quotient. *Korean Journal of Public Safety and Criminal Justice* 18(2):249-292 (이윤희, 김연수. 2009. 범죄 전이효과와 이익의 확산효과 측정에 관한 소고 : 범죄전이지수(WDQ)에 대한 검토를 중심으로. *한국공안행정학회* 18(2):249-292).
- Park, H.H., Hwang, Y.S., and Kim, D.G. 2011. (박현호, 황영선, 김동근. 2011. A Study of Crime displacement of CCTV through Weighted Displacement Quotient - Focus on the Case of Gwangmyeong City -. *Korean Police Studies Review* 10(2): 107-128 (박현호, 황영선, 김동근. 2011. WDQ분석을 통한 CCTV의 범죄전이 연구- 광명시 사례를 중심으로 -. *한국경찰연구* 10(2):107-128).
- Son, D.P., Hyeon, T.H., and Park, Y.N. 2021. The Applicability of Weighted Displacement Difference(WDD) in the Analysis of Effectiveness for CPTED Project. *Korea Planner's Association* 56(6):88-96 (손동필, 현태환, 박유나. 2021. CPTED 사업의 효과성 분석에서 WDD의 도입 가능성 검토. *대한국토도시계획학회* 56(6):88-96).
- Statistics Korea. 2022. Installation and Operation of CCTV in Public Institutions. [https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtIPageDetail.do?idx\\_cd=2855](https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtIPageDetail.do?idx_cd=2855). (Accessed November 27, 2023).
- Weisburd D., Wyckoff, L. A., Ready, J, Eck, J. E., Hinkel, J. C, and Gajewski, F., 2006. Does crime just move around the corner? A controlled study of spatial displacement and diffusion of crime control benefits. *Criminology* 44:549-592. **KAGIS**