



CPTED 사업의 효과성 분석에서 WDD의 도입 가능성 검토

The Applicability of Weighted Displacement Difference (WDD) in the Analysis of Effectiveness for CPTED Project

손동필* · 현태환** · 박유나***

Son, Dongpil · Hyeon, Taehwan · Park, Yuna

Abstract

This study aims to review the existing methods used for the effectiveness of the crime prevention through environmental design (CPTED) project, and to examine the applicability of the weighted displacement difference (WDD). The research method utilizes the weighted displacement quotient (WDQ) analysis, which is most commonly used for the crime displacement effect and the diffusion effect of crime control and examines whether the WDD analysis produces similar results. First, the WDQ analysis showed that the CPTED project has led to a decrease in theft crimes and showed the diffusion effect of crime control in the displacement area. Second, the WDD analysis showed that the Z_{WDD} values are all less than -1.6 regardless of the control areas, indicating statistically that the CPTED project was effective in crime reduction. In the case of violent crimes, both the WDQ and WDD analysis showed that the effectiveness of the CPTED project was unknown. This further confirms that the results of the WDD analysis is similar to the results of the WDQ analysis.

주제어 범죄예방환경설계, 범죄전이효과, 이익확산효과, WDQ, 범죄전이차분지수(WDD)

Keywords Crime Prevention Through Environmental Design, Crime Displacement Effect, Diffusion Effect of Crime Control, WDQ, Weighted Displacement Difference (WDD)

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

2005년 경찰청에서 제안한 범죄예방 설계지침을 시작으로 중앙정부 및 지방자치단체에서는 공간환경의 개선을 통해 범죄를 예방하고 국민들의 범죄 두려움을 감소시키기 위해 범죄예방환경설계(Crime Prevention Through Environmental Design, CPTED)에 기반한 범죄예방 환경조성 사업을 추진해 오고 있다.

특히 2012년 서울시 염리동 범죄예방 환경조성 사업 이후 부산시를 비롯한 전국 지자체에서 범죄예방 환경조성 사업이 지속적으로 증가하고 있다. 이처럼 범죄예방 환경조성 사업이 급격히 증가하고 있는 원인은 2018년 통계청 '사회조사' 결과에 나온 것처럼 국민들의 범죄에 대한 두려움이 국가안보 및 자연재해 등 다른 사회불안요인보다 높기 때문이다.

범죄예방 환경조성 사업의 효과성을 분석하는 연구는 크게 2가지로 나누어진다. 첫째, 사업구역의 시계열 범죄데이터를 활용하여 사업 전후 범죄의 증감여부를 분석하고, 이러한 범죄율의 변

* Research Fellow, Architecture and Urban Research Institute (First Author: dpson@auri.re.kr)

** Assistant Research Fellow, Architecture and Urban Research Institute (thhyeon@auri.re.kr)

*** Assistant Research Fellow, Architecture and Urban Research Institute (Corresponding Author: ynpark@auri.re.kr)

화와 범죄예방 환경조성 사업사이의 관계를 분석하여 효과성을 검증하는 연구이다. 다만 범죄데이터를 활용한 효과성 분석 연구는 주소 기반의 범죄데이터 구득에 어려움이 있기 때문에 사업 시행 지역 경찰관서의 협조 없이는 수행되기 어려운 부분이 있다. 이러한 어려움으로 인해 기존의 범죄예방 환경조성 사업에 대한 효과성 분석 연구는 주로 112 신고데이터를 활용하거나 주민 설문조사를 통해 거주자의 범죄두려움 변화를 분석하는 연구가 수행되어 왔다.

둘째, 사업을 통해 감소된 범죄가 인근지역으로 전이되어 전체 범죄예방 효과는 감소한다는 ‘범죄전이’ 및 사업을 통한 범죄억제 효과가 인근지역까지 확산된다는 ‘이익확산’ 효과에 대한 분석 연구가 수행되고 있다. 이러한 ‘범죄전이’ 및 ‘이익확산’ 효과성 분석 연구는 주로 Bowers and Johnson(2003)이 제안한 범죄전이지수(Weighted Displacement Quotient, WDQ)를 활용한 연구가 주를 이루고 있다. 이러한 경향 하에서 최근에는 Wheeler and Ratcliffe(2018)가 사업의 전이효과를 분석하는 방법으로 ‘범죄전이차분지수(Weighted Displacement Difference, WDD)를 제안하였다. 해당 연구는 비교적 최근에 제안되어 국내에서는 이를 활용하여 분석한 연구는 진행된 바가 없다.

이에 본 논문에서는 위치기반 범죄데이터와 기 시행된 범죄예방 환경조성 사업 자료를 활용하여 사업의 효과성을 분석하는데 있어 WDD의 도입가능성을 검토하고자 한다. 이를 위해 우선 사업에 의한 범죄전이 및 이익확산효과에 대한 분석을 수행하고자 기존에 주로 활용되고 있는 WDQ분석을 수행하였다. 다음으로 범죄예방 활동으로 인한 범죄전이 및 이익확산 효과분석을 위해 Wheeler and Ratcliffe(2018)가 제안한 WDD분석을 수행하고, 분석 결과를 WDQ결과와 비교분석 하여 WDD분석의 도입 가능성을 검토하고자 한다. 특히 기존 손동필 외(2020)에서 WDQ분석의 한계로 제시된 범죄예방 환경조성 사업에서의 순효과 측정의 어려움을 WDD분석을 통해 보완할 수 있는지 여부에 대해 고찰하고자 한다. 또한 WDQ분석에서 범죄전이 및 이익확산 효과를 측정할 수 없었던 부분 또는 통제지역에 따라 분석 값이 상이하여 효과성을 검증할 수 없었던 부분에 대하여 WDD분석을 통한 효과성 분석 및 검증의 가능 여부를 고찰하고자 한다.

II. 선행연구 고찰

1. 범죄전이 및 이익확산 효과성 분석 선행연구 고찰

Repetto(1976)는 범죄전이란 범죄예방 활동으로 범죄의 장소, 시간 또는 범죄유형 등이 다른 형태로 변경되는 것이라고 정의하였으며, Eck(1993)는 이러한 범죄전이를 <표 1>과 같이 총 6가지 유형으로 분류하였다.

범죄전이와 상반되는 범죄통제이익의 확산(diffusion of crime control benefits)을 Clarke and Weisburd(1994)는 대상이 되는 장소, 개인, 범죄, 시간대 등을 넘어서 긍정적인 영향이 퍼지는 것이라고 정의하였다. 이익확산 효과는 범죄자가 범죄행위를 수행할 때 검거되거나 노출되어 범죄행위가 발각될 위험에 대한 확산이 없거나, 범죄행위를 통해 얻을 수 있는 이익이 적을 경우 범죄자가 범죄행위를 포기함으로써 인해 발생된다고 하였다(Clarke and Weisburd, 1994). 이윤호·김연수(2009)는 이익확산 효과가 다양한 형태로 나타날 수 있다고 하였다. 일례로 범죄예방 사업을 통한 범죄억제 지역에서의 범죄예방 효과가 목표로 했던 범죄유형 이외에도 나타날 수 있으며, 범죄예방 효과가 지속되는 경우에 이익확산 효과가 발생하였다고 할 수 있다.

이와 같이 범죄예방 환경조성 사업의 효과성을 평가할 때는 사업 지역 내의 범죄를 감소뿐만 아니라 인접지역에서의 범죄전이 및 이익확산 효과를 분석하는 것이 중요하다. 이와 관련된 연구는 기술통계를 활용하여 범죄전이 현상을 설명하는 연구, Agent Based Model(ABM)을 활용한 시뮬레이션을 통한 범죄전이 연구 및 Bowers and Johnson(2003)이 제안한 범죄전이지수(WDQ)를 활용한 연구로 분류된다. 지금까지 국내의 연구는 범죄예방 환경조성 사업에 의한 범죄전이 및 이익확산 효과를 검증하기 위해 주로 Bowers and Johnson(2003)이 제안한 범죄전이지수를 활용하였다.

먼저 범죄데이터 및 설문조사 결과에 대한 기술통계분석을 수행한 Cerezo(2013)는 스페인에 최초로 설치된 멀티카메라 CCTV의 효과성 및 범죄전이 효과에 대한 연구를 수행하였다. CCTV 운영자, 경찰관, 지역 공무원에 대한 인터뷰와 보행자 및

Table 1. Type of crime displacement

Type of displacement	Definition
Temporal displacement	Offenders change the time when they commit crimes
Spatial displacement	Offenders switch from targets in one location to targets in another location
Target displacement	Offenders switch from one type of target to another type
Method displacement	Offenders change the way they attack targets
Crime type displacement	Offenders switch from one form of crime to another
Perpetrator displacement	New offenders replace old offenders who have been removed by police enforcement

Source: Eck (1993: 527-528)

상점주인을 대상으로 CCTV 설치 전후의 인식변화에 대한 설문 조사를 수행하였으며, 범죄데이터 및 CCTV 사건기록파일에 대한 분석을 수행하였다. 연구결과 CCTV는 강도 및 절도범죄 감소에 효과적이었으며, 인접지역 및 범죄환경이 유사한 지역의 CCTV가 설치되지 않은 구역으로 범죄전이가 발생하였다. 거주자들은 CCTV 설치 이후 범죄 두려움이 감소함을 확인하였다.

다음으로 ABM을 활용한 시뮬레이션 연구를 살펴보면, Wang et al.(2014)은 범죄다발지역에서의 순찰활동 강화가 범죄전이 현상을 발생시키는지에 대해 검증하고자, 자체개발한 SPACES 프로그램을 활용한 에이전트 기반 모델링을 적용하여 노상절도 범죄와 순찰활동 간의 메커니즘을 시뮬레이션하였다. 연구결과 범죄다발지역에 대한 순찰강화가 일반적 순찰활동보다는 범죄예방에 더욱 효과적이라는 것을 확인하였다. 다만 범죄발생이 적은 지역에서는 범죄행위 기회가 제한적이고, 범죄자는 일반적으로 그들의 일상활동 지역에 애착을 가지고 있기 때문에 쉽게 범죄전이 발생할 수 없다고 하였다.

범죄전이 및 이익확산 효과성 분석을 위해 WDQ를 활용한 연구를 살펴보면, 박철현·최수형(2013)은 강남구 논현동 CCTV 설치지역을 중심으로 상대적 효과크기(Relative Effect Size, RES)를 이용한 CCTV의 범죄전이에 대한 효과성 분석 연구를 수행하였다. 실험지역은 대상지인 논현1동과 강남구 다른 지역으로 설정하고, 통제지역은 강남구 외의 다른 구 지역을 설정하였다. 연구결과 논현1동에서는 강도의 65%, 절도와 폭행은 각각 36% 감소하였으며, 인근지역에서는 강도 38%, 절도 24%, 폭행 5%가 감소하여, 범죄전이 보다는 이익확산 효과가 나타난 것을 확인하였다.

Guerette and Bowers(2009)는 상황적 범죄예방 평가에 대한 분석을 통해 범죄전이 및 이익확산 효과에 대한 검증을 수행하였다. 특히 Eck(1993)가 제안한 범죄전이의 6가지 유형에 대한 검증을 수행하였다. 상황적 범죄예방 이론에 중점을 둔 102개의 효과성 평가 논문에서 관찰된 574개의 범죄이동 또는 범죄감소 현상을 분석한 결과 범죄전이는 검증대상의 26%에서 발생하였고, 이익확산 효과는 검증대상의 27%에서 발생하였다. 특히 13개의 논문을 분석한 결과 공간적(spatial) 전이가 발생할 때 처치효과(treatment effect)보다는 낮은 수준으로 발생하는 것을 확인하였다. 이를 통해 범죄예방을 위한 개입은 여전히 유효한 것임을 확인하였다.

박현호 외(2018)는 접근통제 강화에 따른 침입범죄 예방효과 검증을 위해 안산시에서 시행한 범죄예방 환경조성 사업을 대상으로 WDQ분석을 수행하였다. WDQ분석을 위해 접근통제 시설이 설치된 43세대를 실험구역으로 설정하고, 완충구역을 인접 11,782세대로 설정하였으며, 분석의 신뢰성을 높이기 위해 월피동 17,435세대와 보오1동 18,762세대를 통제구역으로 설정하였다. 연구결과 방법성능이 인증된 접근통제 시설을 설치한 세대의

범죄예방효과 발생하였으며, 범죄전이보다는 이익확산 효과가 높게 나타난 것으로 확인하였다.

Cahill(2011)은 미국 밀워키 및 워싱턴 D.C.에서 HOPE IV에 의해 시행된 5개의 공공주택 재개발 사업에 대한 범죄감소효과 및 WDQ를 활용한 범죄전이 효과 분석 연구를 수행하였다. 우선 밀워키 공공주택 재개발 지역을 실험구역으로 설정하고, 완충구역을 반경 1,000ft 및 2,000ft 구역으로 설정하였다. 통제구역은 밀워키 시 주택과의 추천과 사회경제적 성격이 유사한 Westlawn 지역으로 설정하였다. 워싱턴 D.C.에서는 실험지역을 공공주택 재개발이 시행된 2개 사업구역(Capital Gateway, Capper/Carrollsbury)으로 설정하고, 완충지역을 각각의 실험지역에서 반경 1,000ft 및 2,000ft 지역으로 설정하였다. Capital Gateway의 통제지역은 콜롬비아 시 주택과 자료와 사회경제적 특성이 일치하는 지역으로 설정하였고, Capper/Carrollsbury 사업지역의 통제지역은 콜롬비아 시 주택과의 추천과 지역적으로 인접한 2개의 구역으로 설정하였다. 분석결과 밀워키 사업구역에서는 1,000ft 범위 내에서 이익확산 효과가 발생하였고, 2,000ft 내에서는 적은 수준의 범죄전이 효과가 발생하였다. 다만 범죄유형에 있어 대인범죄는 범죄전이효과가 발생하였으며, 재산범죄는 이익확산 효과가 발생하였다. 워싱턴 지역 중 하나인 Capital Gateway 사업에서는 전체 범죄 및 대인 범죄에 대해 이익확산 효과가 발생하였으며, 재산범죄에 대해서는 효과성을 확인할 수 없었다. Capper/Carrollsbury 사업에서는 Capital Gateway 사업의 효과성과 유사한 결과를 도출하였다.

Kim et al.(2019)은 지역 커뮤니티 조성을 통한 범죄예방 및 기존 물리적 개선을 통한 CPTED를 보완하는 2세대 범죄예방환경설계에 대한 효과성 분석 연구를 수행하였다. 동작구 범죄예방 환경조성 사업 대상지를 실험지역으로 설정하고 대상지에 포함된 동 지역을 완충지역으로 설정하였다. 통제지역은 실험지역과 유사한 면적을 가진 지역으로 인근지역으로 설정하였다. 연구결과 절도범죄에 대해서는 이익확산 효과가 매우 높게 발생하였으나, 폭력범죄에 대해서는 범죄전이 및 이익확산 효과를 확인할 수 없었다.

손동필 외(2020)는 범죄예방 환경조성 사업의 효과성을 분석하기 위해 WDQ를 활용하여 서울시에서 수행한 CPTED 사업 이후 주거지 침입범죄의 범죄전이 및 이익확산 효과를 분석하였다. 기존 WDQ 연구와 다른 점은 통제지역을 2곳으로 설정하여 분석을 수행하였다는 것이다. 연구결과 절도범죄에 대해서는 이익확산 효과가 발생하였으나, 폭력범죄에 대해서는 효과를 확인할 수 없었다.

범죄전이 및 이익확산 효과를 측정하기 위해 주로 WDQ가 활용됨에도 불구하고, Wheeler and Ratcliffe(2018)는 WDQ분석을 활용한 범죄전이 및 이익확산 효과성 분석 연구는 범죄예방 환경조성 사업을 통해 기대되었던 효과에 비해 증가하였는지 또는 감

소하였는지 여부를 판별하기 어렵다는 한계를 지니고 있다고 하였다. 즉, 범죄발생의 증감이 단순한 우연에 의해 발생할 수도 있음에도 불구하고, 이러한 상황을 고려하는 데 한계가 있다고 보았다.

이러한 부분을 개선하고자 범죄전이 및 이익확산 효과를 측정하기 위해 Wheeler and Ratcliffe(2018)는 범죄전이차분지수(WDD)를 개발하였다.

본 연구에서는 범죄데이터 구득이 어려운 현실에 비추어, 한정된 범죄데이터를 활용하여 효과성 분석 결과에 대한 타당성을 다각도로 검증하기 위해서는 다양한 방법론을 활용한 범죄예방 환경조성 사업의 효과성 분석 연구가 필요하다고 본다. 이에 범죄예방 환경조성 사업에 대한 WDQ분석과 WDD분석을 비교하여 WDQ분석 연구의 한계를 보완하기 위한 WDD분석의 효용성을 판단해보고자 한다.

2. 범죄전이차분지수(WDD)에 대한 이해

범죄전이차분지수는 범죄발생 건수가 포와송 분포형태의 확률 변수라는 가정하에, 범죄예방 활동으로 인해 어느 정도의 범죄감소가 발생하였는지 측정하기 위한 것이며, 또한 이러한 범죄감소가 예상보다 큰지 또는 작은지를 알기 위한 것이다.

WDD는 기본적으로 준실험설계(quasi-experimental design)를 연구의 틀로 삼고 있는데, 이를 위해 실험지역(treated area), 완충지역(displacement area), 통제지역(control area), 통제완충지역(control-displacement area)의 네 지역 간의 실험결과를 비교하는 방식을 통해 분석을 수행한다. 실험지역은 범죄예방을 위한 사업 등의 개입이 발생한 지역이다. 완충지역은 범죄전이 지역으로 실험지역에서의 범죄예방 사업으로 인해 감소될 것으로 예상되는 범죄가 전이될 것으로 예상되는 지역이다. 통제지역은 실험지역 및 완충지역에서의 범죄변화와 무관한 지역이며, 통제완충지역은 완충지역과의 비교를 위한 지역이다. 각 지역의 설정은 WDQ에서의 지역설정 시 고려사항과 유사하다. 즉 각각의 지역 설정에 있어 중요한 점은 지역 간 상호동질성, 즉 인구사회학적 특성, 지리적 특성, 범죄적 특성이 유사한 지역을 확보하여야 한다는 것이며, 이를 통해 변인통제의 불가능성을 극복해야 한다는 것이다(이윤호·김연수, 2009: 263).

우선 WDD값을 구하는 공식은 다음과 같다.

$$WDD = \Delta T - \Delta Ct + \Delta D - \Delta Cd \tag{1}$$

ΔT = 실험지역의 범죄건수 변화량 (Tpost-Tpre)

ΔCt = 통제지역의 범죄건수 변화량 (Ctpost-Ctpre)

ΔD = 완충지역의 범죄건수 변화량 (Dpost-Dpre)

ΔCd = 통제완충지역의 범죄건수 변화량 (Cdpost-Cdpre)

WDD값은 실험지역 및 완충지역의 범죄건수 변화량에서 통제지역 및 통제완충지역의 범죄건수 변화량을 제외한다. 즉 추가된 범죄감소 효과가 더해지기 때문에 WDQ보다는 총순효과(total net effect)와 유사하다. 다만 순효과의 측정을 통한 범죄전이 및 이익확산이 다른 요인에 의한 범죄변화가 제외된 범죄예방 활동만으로 인한 효과인지 여부를 파악하기는 어렵다.

이에 WDD는 범죄예방 활동으로 인한 범죄전이 및 이익확산 효과를 분석하기 위해 범죄건수 변화가 포와송 분포를 따른다고 가정한다. 포와송 분포는 평균이 분산과 같다는 가정이기 때문에, 관찰된 범죄유형이 하나이어도 WDD통계량의 분산을 추정할 수 있다. 각각의 관찰된 값이 독립적이라고 가정하면 WDD의 분산을 다음의 공식으로 계산할 수 있다.

$$V(WDD) = Tpost + Tpre + Ctpost + Ctpre + Dpost + Dpre + Cdpost + Cdpre \tag{2}$$

결과적으로 WDD가 0이라는 귀무가설을 고려할 때 관측된 WDD값이 우연으로 인해 발생한 가능성이 높은지 여부를 결정하기 위한 통계량, 즉 Z_{WDD} 라 칭하는 값은 다음과 같다.

$$Z_{WDD} = \frac{WDD}{\sqrt{V(WDD)}} \sim N(0, 1) \tag{3}$$

여기서 Z_{WDD} 는 표준정규분포를 따르고 있다. 즉 통제지역으로 전이된 범죄의 변화를 측정함으로써 범죄예방 환경조성 사업으로 인한 범죄의 증가 및 감소를 통계적으로 확인할 수 있다. 특히 WDQ분석의 한계로 제시된 적은 범죄건수에 대한 분석을, WDD분석에서는 비율로 계산된 귀무분포 값을 활용하고 있기 때문에 적은 범죄건수 분석으로 인한 불확실성을 피할 수 있다.

Wheeler and Ratcliffe(2018)는 도출된 Z_{WDD} 을 통해 범죄예방 활동에 따른 범죄감소 효과를 다음과 같이 해석하였다(표 2). Z_{WDD} 값이 -1.3일 경우 범죄예방 활동으로 인한 범죄감소 효과가 약하다는 것이기 때문에, 효과성을 확인할 수 없다. Z_{WDD} 값이 -1.6이면 범죄예방 활동으로 인한 범죄감소 효과를 확인할 수 있지만 범죄예방 활동이 범죄감소에 영향을 미치지 않았더라도, 우연한 기회를 통해 범죄감소 효과가 발생할 가능성이 높다.

Table 2. Assessing evidence of crime reduction by WDD

Z_{WDD}	Strength of evidence	One tailed p-value
-1.3	Weak evidence of reduction	0.1
-1.6	Evidence of reduction	0.05
-2.3	Strong evidence of reduction	0.01
-3.1	Very strong evidence of reduction	0.001

Source: Wheeler and Ratcliffe (2018: p.5)

Z_{WDD} 값이 -2.3 이하면 지역의 범죄감소가 범죄예방 활동으로 인해 발생한 강력한 증거가 되기 때문에 범죄예방 활동이 범죄감소에 매우 효과적이라고 할 수 있다. 즉 Z_{WDD} 값이 낮을수록 범죄예방 활동으로 인한 범죄감소 효과가 강하게 나타난 것이라고 할 수 있다(Wheeler and Ratcliffe, 2018:5).

III. 연구의 방법

1. 연구 대상지역 설정

본 연구는 ‘The Analysis of Effectiveness for CPTED Project Using Weighted Displacement Quotient(WDQ)’ (손동필 외, 2020)의 후속연구로서 범죄예방 환경조성 사업의 범죄전이 및 이익확산 효과성 분석에 있어 WDD의 도입 가능성을 검토하는 연구이다. WDD의 도입 가능성을 검토하기 위해서는 선행연구와 동일한 연구 대상지역을 설정하여 범죄전이 및 이익확산 효과를 비교 분석하는 것이 바람직하기 때문에 본 연구의 대상지역을 선행연구와 동일한 지역인 서울특별시 A구 B동으로 설정하였음을 밝힌다. 이에 연구 대상지역의 일반적 특성은 선행연구를 참고하기 바란다.

2. 완충·통제·통제완충 지역 및 대상 범죄 설정

대상지역 범죄예방 환경조성 사업의 범죄전이 및 이익확산 효

과 분석을 위해 완충지역, 통제지역 및 통제완충지역을 다음과 같이 설정하였다.

완충지역은 Wheeler and Ratcliffe(2018)가 제안한 선정기준을 적용하여 사업대상지와 최대한 근접해 있으며, 사업시행 이전의 범죄건수 및 사업 시행지역의 면적과 유사하도록 설정하고자 하였다. 또한 WDQ분석과의 비교를 위해 기존 손동필 외(2020)가 설정한 완충지역과 동일한 기준을 적용하여 <그림 1>과 같이 완충지역을 사업대상지의 경계로부터 50m 이격을 두고 설정하고, 유사한 인구사회학적·물리적 특성을 구축하기 위해 이격거리 내에서 용도지역, 범죄특성 및 건축물 유형이 유사한 지역으로 설정하였다. 다만 기존 연구와는 달리 완충지역은 실험지역 넓이의 2배 이상이 되지 않도록 설정하였다. 또한 실험지역 특성과의 정합성을 높이기 위해, 설정한 완충지역에서 실험지역과 상이한 특성을 가지고 있는 건축물 밀집지역 및 자연녹지 구역은 배제하였다. 이에 따라 용도지역은 주거지역으로 한정하고, 범죄특성은 전체범죄 대비 절도 및 폭력범죄 비율이 유사한 지역으로 설정하였으며, 다세대·다가구 주택이 밀집한 지역을 완충지역으로 설정하였다.

통제지역은 완충지역 선정기준과 동일한 기준에 의하여 설정하되, 특히 분석의 신뢰성을 높이기 위해 범죄발생건수가 사업지역과 유사한 지역 선정에 우선순위를 두었다. 또한 범죄예방 환경조성 사업의 영향이 미치지 않는 지역으로 설정하였으며, 주요 도로로 둘러싸인 구역을 설정하여 명확한 구역 구분을 하였다. 이를 통해 실험지역의 인구사회학적·물리적·범죄발생 특성과 높은 유사성을 보이는 지역을 완충지역 및 통제지역으로 설정할 수

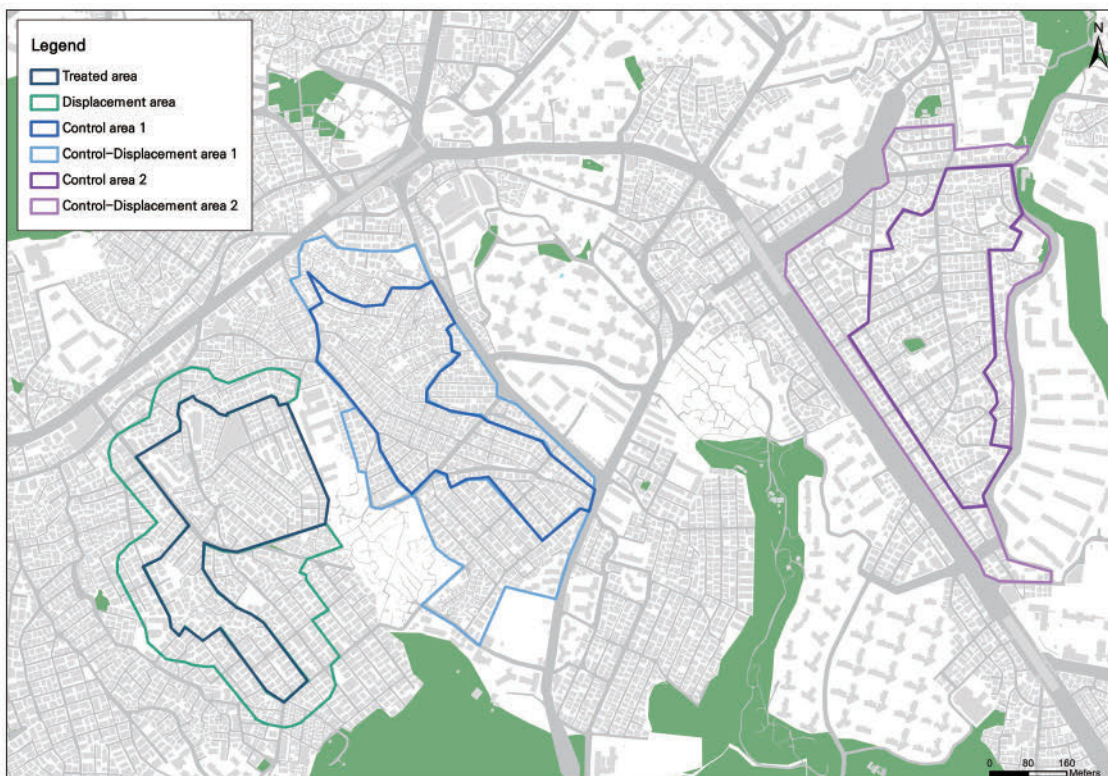


Figure 1. Settings of treated · displacement · control and control-displacement areas

있었다. 통제완충지역 역시 통제지역 설정과 동일한 기준을 준용 하되 범죄전이 및 이익확산 효과가 주도로를 벗어나지 않는다는 가정하에, 주도로를 경계로 하는 구역을 설정하고, 통제지역과 유사한 인구사회학적·물리적 특성을 보이는 지역으로 선정하였다.

효과성 분석을 위한 범죄유형의 설정에 있어서는 기존 연구에서 범죄예방 환경조성 사업이 효과적이라고 확인하였던 절도범죄와 일반적으로 효과적이지 않다고 확인된 폭력범죄를 분석의 대상으로 하였다. 또한 설정된 대상지역이 대부분 다가구·다세대 밀집 주거지역이기 때문에 발생한 절도 및 폭력범죄는 주거침입으로 인해 발생한 범죄로 가정하고, 대상지의 범죄예방 환경조성 사업이 지역의 주거침입 범죄예방에 대해 어느 정도의 효과성을 나타내는지 검증하고자 한다.

마지막으로 범죄예방 환경조성 사업의 효과성 분석에 있어 WDD의 도입 가능성을 검토하기 위해 WDD분석을 수행한다. 기존의 연구들은 완충지역과 통제지역에서의 범죄증감률을 WDQ를 활용하여 분석하여 범죄전이 및 이익확산 효과가 실험지역을 기준으로 높게 또는 낮게 발생하였다는 것을 검증하였지만, 범죄발생 건수가 적은 경우 및 통제지역의 설정에 따라 상이한 결과가 나오는 경우 등에 대해 검증하지 못하였다. 이에 본 연구에서는 위의 부분을 고려하여 WDD를 활용한 효과성 분석의 도입 가능성을 파악하고자 하였다.

IV. 범죄예방 환경조성 사업 효과성 분석

1. 범죄율 증감 추이

범죄예방 환경조성 사업의 효과성 분석에서 WDD분석의 도입을 검토하기에 앞서 사업대상지를 포함한 분석 대상지의 범죄건수 변화추이를 정리하였다. <표 3>을 살펴보면, 분석 대상지인 실험지역과 완충지역의 경우 행정동과 비슷한 추이를 보이고 있는 반면, 통제지역과 통제완충지역은 다른 추이를 보이고 있었다.

통제지역 1의 경우 사전(2015년)에 비해 사후(2017년)에 절도범죄의 경우 6건 증가(13건→19건)했으며, 폭력범죄 역시 14건에서 20건으로 6건이 증가하는 추이를 보였다. 이는 통제지역 2에서도 두 가지 범죄유형이 모두 증가하는 것(절도범죄의 경우 7건, 폭력범죄는 10건이 증가하는 것)으로 나타났다. 이와는 달리 통제완충지역의 경우 1지역은 절도범죄가 6건(12건→18건) 증가하고 폭력범죄는 9건이 감소(21건→12건)하는 것으로 다른 추이를 보였으며, 이는 2지역에서도 유사하게 절도범죄는 증가하고(9건→20건), 폭력범죄는 감소(22건→17건)하였다.

2. WDQ분석 결과

WDD분석에 앞서 범죄전이 및 이익확산효과에 많이 활용되는

Table 3. Crime count in study area

		Pre (2015)	Post (2017)	ΔCrime
Treated area	Burglary	18	16	-2
	Violence	14	24	10
Displacement area	Burglary	24	19	-5
	Violence	19	22	3
Control area 1	Burglary	13	19	6
	Violence	14	20	6
Control-displacement area 1	Burglary	12	18	6
	Violence	21	12	-9
Control area 2	Burglary	11	18	7
	Violence	6	16	10
Control-displacement area 2	Burglary	9	20	11
	Violence	22	17	-5

Source: National Police Agency (Internal crime data)

note: The crime data is not open to the public

WDQ분석을 먼저 수행하였다. <표 4>를 살펴보면, 통제지역 대비 실험지역의 절도범죄에 대한 증감률은 1지역에서 -0.54, 2지역에서 -0.75로 통제지역에 관계없이 0보다 작은 값을 나타내고 있다. 이는 실험지역의 절도범죄건수 증감 정도가 통제지역의 증감 정도보다 크다는 것을 의미한다. 그리고 이러한 결과는 통제지역 대비 완충지역에 대한 결과에서도 유사하게 나타난다. 통제지역 1에 대해서는 -0.85, 통제지역 2에 대해서는 -1.31로, 절도범죄의 증감률은 실험지역에 비해 더 큰 것으로 나타났다. 이 두 가지 결과를 종합하여 WDQ분석을 수행해보면, 통제지역 1에서는 WDQ값이 1.56이었으며, 통제지역 2에서는 WDQ값이 1.51로 모두 1보다 큰 것으로 나타났다. 이는 범죄예방 환경조성 사업의 직접적 효과보다는 이익확산효과가 크다는 것을 보여주며, 사업이 주변지역에 긍정적인 영향력을 미쳤다고 해석할 수 있다.

다음으로 폭력범죄에 대한 분석결과를 살펴보면, WDQ값이 통제지역에 따라 다르게 산출되었다. 이는 절도범죄와 폭력범죄를 함께 살펴본 기존의 연구(박현호 외, 2011)와 유사한 결과가

Table 4. Result of WDQ

Category		ΔT	ΔB	WDQ
Burglary	C1	-0.54	-0.85	1.56
	C2	-0.75	-1.31	1.51
Violence	C1	0.20	-0.26	-1.29
	C2	-0.83	-1.79	2.15

Interpretation

Burglary - Diffusion effect > Direct effect
- Positive net effect of the program

Violence - Unknown

다. WDQ의 이론에 의하면 실험지역의 범죄가 증가할 경우 WDD분석을 수행하는 것이 의미가 없다고 하였지만, 본 연구에서는 범죄증감 정도에 따른 값을 살펴보고자 한다. 통제지역 1에 대한 WDQ값은 0보다 작게 나온 반면, 통제지역 2에서는 0보다 큰 값으로 나타났다. 감소폭 정도로 살펴보면, 통제지역 대비 완충지역의 범죄증감 정도가 -1.79로 실험지역에 대한 결과인 -0.83보다 감소폭이 큰 것으로 나타났다. 비록 범죄 건수는 증가했지만 그 정도는 통제지역보다 적은 것으로 나타나 사업으로 인한 긍정적인 효과가 있다고 해석할 수 있다. 다만 통제지역에 따라 결과 값이 다르기 때문에 범죄전이 및 이익확산 효과의 발생여부를 측정할 수 없다.

3. WDD분석 결과

범죄예방 환경조성 사업의 효과성 분석 시 WDD의 도입 가능성을 검토하고자 분석을 수행하였다. <표 5>를 살펴보면, 통제지역 1에서의 WDD값은 -19로 실험지역과 완충지역의 범죄건수 감소 폭이 통제지역 및 통제완충지역의 감소폭보다 더 큰 것으로 나타났다. 이는 통제지역 2의 WDD값인 -25와 유사한 결과를 보여준다고 할 수 있다. 즉, 총순효과만 살펴보면 실험지역의 절도범죄 건수가 감소한 것으로 해석할 수 있다. 다만 이는 범죄의 증감이 범죄예방 환경조성 사업 외의 요인에 의한 것인지에 대한 고려가 반영되지 않았기 때문에 실제 사업으로 인한 효과인지 여부는 파악하기 어렵다. 이에 사업의 효과성 여부를 파악하기 위해 계산된 Z_{WDD} 값을 살펴보면 다음과 같다. 우선 통제지역 1의 경우에는 Z_{WDD} 값이 -1.61로 신뢰구간 95% 이내에 들어가 통계적으로 유의한 감소추세를 띠고 있으며, 통제지역 2에 대한 Z_{WDD} 값 역시 -2.15로 신뢰구간 95% 이내에 들어가는 것으로 나타났다. 종합해보면 범죄예방 환경조성 사업으로 인한 범죄감소 효과를 통계적으로 확인할 수 있으며, 실험지역 및 완충지역에 긍정적인 효과를 보여주고 있다고 해석할 수 있다.

Table 5. Result of WDD

Category	Burglary		Violence	
	WDD		WDD	
C1	WDD	-19	WDD	16
	SE WDD	11.79	SE WDD	12.08
	Z_{WDD}	-1.61**	Z_{WDD}	1.32
C2	WDD	-25.00	WDD	8
	SE WDD	11.62	SE WDD	11.83
	Z_{WDD}	-2.15***	Z_{WDD}	0.68
Interpretation				
Burglary	- Strong evidence of crime reduction by CPTED project			
Violence	- Unknown			

p < 0.05, *p < 0.01

폭력범죄에 대한 결과를 살펴보면, 통제지역에 상관없이 모든 WDD값이 0보다 큰 값으로 나타나 폭력범죄에 대한 순효과는 나타나지 않는 것으로 보인다. 폭력범죄에 대한 Z_{WDD} 값 역시 통계적으로 유의한 수치를 보이지 않고 있어, 해당 사업 구역에서 시행한 범죄예방 환경조성 사업이 폭력범죄에는 유의미한 효과를 보이지 않는다고 해석할 수 있다.

V. 결론

본 연구에서는 절도 및 폭력범죄에 대한 범죄예방 환경조성 사업의 효과성 분석에서 범죄전이차분지수(WDD)의 도입 가능성을 검토하고자 하였다. 이를 위해 우선 기존에 많이 활용되던 WDQ분석을 수행하고, WDD분석과의 비교를 통해 WDD의 유용성을 검증하였다. 이는 범죄예방 환경조성 사업의 효과성 분석을 수행함에 있어 범죄데이터 구득이 어려운 국내 현실에 비추어, 한정된 관련 데이터를 활용하여 다양한 방식으로 효과성 분석을 수행하는 것이 범죄예방 환경조성 사업의 효과성 검증에 대한 신뢰성을 높이는 데 기여할 것이라 보이기 때문이다.

먼저, WDQ분석 결과, A구역에서 수행한 범죄예방 환경조성 사업으로 인해 절도범죄가 감소하는 것으로 나타났으며, 완충지역으로의 이익확산 효과가 나타나는 것을 보여주었다. 다음으로 WDD분석 결과 Z_{WDD} 값이 통제지역에 상관없이 모두 -1.6보다 작은 것으로 나타나 통계적으로 범죄예방 환경조성 사업을 통해 절도범죄에 대한 범죄감소효과가 있음을 보여주었다.

폭력범죄의 경우, 통제지역마다 상이하게 나타났으며, 특히, 사업 대상지에서 증가하는 결과를 보여 이론적으로는 WDQ분석을 수행하는 데 의미가 없었다. WDD값에서도 0보다 큰 것으로 나타났으며, Z_{WDD} 값도 모두 유의하지 않은 것으로 나타났다. 단, 앞서 분석한 폭력범죄에 대한 WDQ값을 보면 통제지역 2는 WDQ값만 보았을 때 사업 대상지의 효과가 있는 것처럼 보이나, 실제 Z_{WDD} 분석 결과에서 사업의 효과성을 증명할 수 없다는 결과를 보여주고 있다. 즉 통제지역 2를 기준으로 WDQ값이 0보다 큰 값으로 나타나 이익확산 효과가 발생하였다는 해석이 가능하나, WDD분석 결과와의 비교를 통해 해당 결과는 통계적으로 유의하지 않다는 것을 보여주었다.

본 연구는 범죄예방 환경조성 사업이 절도범죄 감소에 효과가 있으며, 주변 지역으로의 긍정적인 효과를 미치는 것을 보여주었다. 또한 이를 통계적으로 검증하여 사업 효과성 분석에 WDD의 도입 가능성을 검토했다는 점에서 의의가 있다고 할 수 있다. 하지만 Wheeler and Ratcliffe(2018)에 의하면 WDD분석은 다음과 같은 한계점이 있다.

첫째, 각 분석지역을 선정하는 데 있어 WDQ분석에서 고려하는 요인들뿐만 아니라 사업 전의 범죄건수 규모도 고려해야하기 때문에 통제지역을 선정하는 데 있어 어려움이 존재한다.

둘째, 통계적으로 유의미한 감소를 식별하기 때문에 너무 작은 규모일 경우 결과에 대한 신뢰도가 낮아질 수 있다. 이는 적은 수로도 정규분포를 띌 수 있는데, 이는 범죄발생건수의 증감이 우연에 의해 발생할 수도 있기 때문에 일정규모를 확보하지 않으면 분석결과에 대한 일관성을 담보하기 어렵다. 또한 WDQ분석과 동일하게 WDD분석 역시 범죄예방 환경조성 사업 이외에 범죄 발생에 영향을 미칠 수 있는 요소에 대한 검증이 명확하지 않다는 한계점을 지니고 있다.

셋째, WDD값이 다른 유형의 분포를 따를 수 있는데도 불구하고 포아송 분포를 따른다고 가정한 점이다. 범죄건수의 증감이 포아송 분포를 따를 수도 있으나, 이는 대상지에 따라 다른 분포를 따를 수도 있다는 것이다. 이럴 경우, WDD의 분산이 과소 측정되어 결과에 영향을 미칠 수 있기 때문에, 일정 규모 이상의 범죄건수 확보를 강조하고 있다. 규모가 클수록 범죄건수분포는 포아송 분포를 따른다고 보기 때문이다(Wheeler and Ratchliffe, 2018: 8 재인용).

위의 언급된 부분 이외에도 WDD분석에 있어 일정 수준의 범죄건수를 확보하는 것이 좋으나 사업대상지의 넓이에 따라 사업 전후 다양한 유형의 범죄건수 변화를 분석하는 데 있어 한계가 존재한다. 또한, WDD값이 범죄예방 환경조성 사업에 의한 순효과의 통계적 유의성은 제한할 수 있으나 사업 효과의 지속성을 파악하는 데는 한계가 있다.

이에 향후 연구에서는 범피밀도와 관련된 변수를 활용하여 WDD활용 가능성의 폭을 확장하여 검토하는 과정이 필요하다(Wheeler et al., 2018: 9). 사업 대상지 한 곳뿐만 아니라 다양한 지역에 대한 사업의 효과성 분석을 통해 범죄 전이 및 이익확산 효과분석에서의 WDD도입 가능성을 확장하여 검토하는 것이 필요하다. 또한 단순히 사업 전후 분석뿐만 아니라 시간의 변화에 따른 범죄 전이 및 이익확산효과가 어떻게 변화하는지 파악하여 사업의 효과성이 지속적으로 유지되고 있는지 분석할 필요가 있다.

인용문헌
References

1. 박철현·최수형, 2013. “기초자치단체의 방범용 CCTV의 범죄예방효과: 강남구 논현동의 시범설치를 중심으로”, 『공공정책연구』, 30(2): 25-42.
Park, C.H. and Choi, S.H., 2013. “The Crime Prevention Effects of CCTV in Non-Hyun Township”, *Journal of Public Policy Studies*, 30(2): 25-42.

2. 박현호·조준택·김강일, 2018. “WDQ분석을 통한 타겟하드닝 CPTED의 침입범죄 예방효과 검증: 안산시 사례 중심으로”, 『시큐리티 연구』, 56: 9-30.
Park, H.H., Cho, J.T., and Kim, K.I., 2018. “Burglary Prevention

Effect of Target Hardening through Certified Security Products by WDQ Analysis”, *Korean Security Journal*, 56: 9-30.

3. 박현호·황영선·김동근, 2011. “WDQ분석을 통한 CCTV의 범죄전이 연구: 광명시 사례 중심으로”, 『한국경찰연구』, 10(2): 107-128.
Park, H.H., Hwang, Y.S., and Kim D.G., 2011. “A Study on the Crime Displacement Effect of CCTV by WDQ Analysis”, *Korean Police Studies Review*, 10(2): 107-128.

4. 손동필·박유나·현태환, 2020. “WDQ를 통한 범죄예방 환경조성 사업의 효과성 분석 연구”, 『국토계획』, 55(7): 46-55.
Son, D.P., Park, Y.N., and Hyeon, T.H., 2020. “The Analysis of Effectiveness for CPTED Project Using Weighted Displacement Quotient (WDQ)”, *Journal of Korea Planning Association*, 55(7), 46-55.

5. 이윤호·김연수, 2009. “범죄전이효과와 이익의 확산효과 측정에 관한 소고: 범죄전이지수(WDQ)에 대한 검토를 중심으로”, 『한국공안행정학회보』, 18(2): 249-292.
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 of the Weighted Displacement Quotient”, *Korean Association of Public Safety and Criminal Justice Review*, 18(2): 249-292.

6. 통계청, 2018. 『2018년 사회조사 결과(가족, 교육, 보건, 안전, 환경)』, 대전.
Statistic Korea, 2018. *2018 Report on the Social Survey(Family, Education, Health, Safety, Environment)*, Daejeon.

7. Bowers, K.J. and Johnson, S.D., 2003. “Measuring the Geographical Displacement and Diffusion of Benefit Effects of Crime Prevention Activity”, *Journal of Quantitative Criminology*, 19(3): 275-301.

8. Cahill, M., 2011. “Using the Weighted Displacement Quotient to Explore Crime Displacement from Public Housing Redevelopment Sites”, *Cityscape*, 13(3): 103-134.

9. Cerezo, A., 2013. “CCTV and Crime Displacement: A Quasi-experimental Evaluation”, *European Journal of Criminology*, 10(2): 222-236.

10. Clarke, R.V. and Weisburd, D., 1994. “Diffusion of Crime Control Benefits: Observations on the Reverse of Displacement”, *Crime Prevention Studies*, 2(1):165-183.

11. Eck, J.E., 1993. “The Threat of Crime Displacement”, *Crime Justice Abstracts*, 25(3): 527-546.

12. Guerette, R.T. and Bowers, K.J., 2009. “Assessing the Extent of Crime Displacement and Diffusion of Benefits: A Review of Situational Crime Prevention Evaluations”, *Criminology*, 47(4): 1331-1368.

13. Kim, D., Hong, S.W., and Jeong, Y., 2019. “Crime Prevention Effect of the Second Generation Crime Prevention through Environmental Design Project in South Korea: An Analysis”, *Social Sciences*, 8(6): 187.

14. Reppetto, T.A., 1976. “Crime Prevention and the Displacement Phenomenon”, *Crime & Delinquency*, 22(2): 166-177.

15. Wang, N., Liu, L., and Eck, J.E., 2014. “Analyzing Crime Dis-

placement with a Simulation Approach”, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 41(2): 359-374.

16. Wheeler, A.P. and Ratcliffe, J.H., 2018. “A Simple Weighted Displacement Difference Test to Evaluate Place Based Crime Interventions”, *Crime Science*, 7(11): 1-9.

Date Received	2021-03-02
Reviewed(1 st)	2021-04-18
Date Revised	2021-07-16
Reviewed(2 nd)	2021-08-03
Date Accepted	2021-08-03
Final Received	2021-10-06