

도시 기후탄력성 정책 인벤토리 및 정책 이행 평가 체계의 개발과 적용*

Development and Application of a Policy Inventory and Implementation Assessment Framework for Urban Climate Resilience

손철희** · 정휘철*** · 박창석****

Cheol Hee Son · Huicheul Jung · Chang Sug Park

요약: 본 연구의 목적은 지자체의 기후탄력성 정책 이행을 지원하기 위한 정책 인벤토리와 정책 이행 평가 체계를 개발하고, 이를 실제 도시에 적용하여 실효성을 검증하는 것이다. 이를 위해 첫째, 폭염과 홍수 관련 기후적응대책, 도시계획, 탄소중립 등 문헌 분석과 텍스트 마이닝 기법을 통해 정책 인벤토리 및 연관 기술을 분석하였으며, 둘째, IEA, OECD 등 국제기구의 평가 프레임워크 검토를 통해 이행 평가 체계를 개발하였고, 셋째, 지자체 6곳을 선정하여 적용함으로써 이행 평가 체계의 실효성을 검증하였다. 분석 결과, 1) 4R 체계로 40개 정책 인벤토리를 구축하고(Reduction 16개, Readiness 11개, Response 8개, Recovery 5개), 각 정책을 9개 항목으로 구조화하여 연관 기술을 제시하였다. 2) 이행 평가 체계는 준비도(정책 포함 여부 0/1점)·완성도(이행 단계 1~4점)의 이차원 매트릭스로 개발되었다. 3) 사례 적용 결과, 개발된 이행 평가 체계의 실효성이 확인되었다. 각 지자체가 상대적으로 취약한 정책 영역을 식별하고 개선 우선순위를 판단할 수 있었으며, 또한 지자체 간 정책 역량 격차가 유의미하게 변별되었다. 4R 체계로는 Response 단계에서 준비도(평균 50%), 완성도(평균 67%)가 가장 높은 반면, Readiness 정책은 준비도가, Recovery 정책은 완성도가 상대적으로 낮은 것으로 나타나, 사례의 경우 기후탄력성 정책이 대응 단계에 편중되고 회복 단계로 충분히 확장되지 못해 기후탄력성 향상에 한계가 확인되었다. 이에 이러한 취약 영역을 보완하기 위한 정책·재정 지원과 함께, 향후 더 많은 지자체를 대상으로 일반화된 지원체계 구축이 요구된다.
핵심주제어: 기후변화, 도시 기후탄력성, 정책 인벤토리, 정책 이행 평가

Abstract: This study develops a policy inventory and implementation assessment framework to support local governments' climate resilience policy implementation and verifies its effectiveness through pilot application. Through literature analysis, text mining, and review of international frameworks (IEA, OECD), a 4R-based inventory of 40 policies (Reduction 16, Readiness 11, Response 8, Recovery 5) and a two-dimensional assessment matrix of preparedness (0/1) and completeness (1-4) were established. Pilot application to

* 본 논문은 기후에너지환경부의 신기후체제대응 환경기술개발사업(과제번호: 2022003570004)의 지원을 받아 한국환경연구원이 수행한 “도시공간 기후탄력성 확보 기술 평가 및 의사결정지원 시스템 개발(4차연도)(2025-011(R))” 사업의 연구결과로 작성되었습니다.

** 주저자, 한국환경연구원 초빙연구원

*** 공동저자, 한국환경연구원 선임연구위원

**** 교신저자, 한국환경연구원 선임연구위원

six local governments revealed significant policy capacity gaps, with the Response stage showing the highest preparedness (50%) and completeness (67%), while Readiness preparedness and Recovery completeness were relatively low. The findings from the pilot cases suggest the need for enhanced support in Readiness policy development and Recovery implementation capacity, warranting further research with broader samples to establish central government support systems for climate resilience.

Key Words: Climate Change, Urban Climate Resilience, Policy Inventory, Policy Implementation Assessment

I. 서론

기후변화로 인한 극한 기상현상의 빈도와 강도가 증가하면서, 도시는 폭염, 집중호우, 가뭄 등 다양한 기후재난에 직면하고 있다(IPCC, 2021). 특히 인구와 자산이 집중된 도시 지역은 기후재난에 대한 취약성이 높아, 도시 차원의 체계적인 기후탄력성(climate resilience) 강화가 시급한 과제로 부상하였다(윤은주·이지우, 2024). 기후탄력성은 단순히 기후변화에 적응하는 것을 넘어, 기후위기로 인한 피해를 대비하며, 그 충격을 흡수하고, 신속하게 회복할 수 있는 능력을 의미한다(Grantham Research Institute, 2024). 이는 기존의 적응(adaptation) 개념이 주로 '기후변화의 영향에 맞춰 조정하는 과정'에 초점을 둔 것과 달리, 기후탄력성은 재난 발생 전후의 전 과정을 아우르는 장기적이고 변혁적인 접근을 강조한다는 점에서 차별화된다. 이러한 개념적 확장은 기후재난을 단순 대응이 아닌 정책적·제도적 준비의 문제로 인식하게 만들었으며, 이에 따라 도시 수준에서도 기후탄력성을 구현하기 위한 정책적 접근이 필수적 요소로 부각되고 있다. 이에 따라 중앙정부와 지방자치단체(이하 지자체)는 기후변화 적응대책, 탄소중립 이행계획, 도시계획 등 다양한 정책 수단을 통해 도시 기후탄력성을 제고하고자 노력하고 있다.

그러나 현재 지자체 차원에서 추진 중인 정책(기후탄력성 포함)의 이행 수준을 객관적이고 정량적으로 파악하기는 어려운 실정이다(송영일·홍계우·정휘철·박송미, 2023). 정책 모니터링과 평가는 정책이 의도한 목표를 달성하는지 확인하고, 정책의 효과성과 효율성을 판단하며, 책임성과 투명성을

제고하는 데 필수적이다(OECD, 2024). 특히 정량적인 평가는 의사결정자들에게 정책의 진척도를 측정하고, 우선순위를 설정하며, 자원 배분을 최적화할 수 있는 객관적 근거를 제공한다는 점에서 중요성이 강조되어 왔다(송영일 등, 2023). 그럼에도 불구하고 기존의 도시 기후탄력성 평가 연구들은(Douxchamps, Debevec, Giordano and Barron, 2017; Meerow, Newell and Stults, 2016; Ribeiro and Gonçalves, 2019) 주로 녹지율, 불투수면 비율, 재난 피해액 등 물리적·결과적 지표를 중심으로 이루어져 왔으며, 이는 도시의 현재 상태를 진단하는 데는 유용하나 지자체의 정책적 노력 수준을 평가하는 데는 한계가 있다.

이러한 문제의식에서 본 연구는 지자체의 기후탄력성 정책 이행을 지원하기 위한 정책 인벤토리와 이행 정도를 평가할 수 있는 진단 체계를 개발하고, 이를 실제 도시에 적용하여 그 실효성을 검증하는 것을 목적으로 한다. 구체적인 연구 목적은 다음과 같다. 첫째, 기후위기 분야에서 피해가 큰 폭염과 홍수를 중심으로 도시 기후탄력성 정책 인벤토리를 구축한다. 정책 인벤토리는 지자체가 실행 가능한 정책을 체계적으로 분류하고, 각 정책의 목적과 내용, 효과 등을 명시하며, 정책을 실현하는 구체적 기술과의 연계 관계를 정리하는 것을 포함한다. 둘째, 지자체의 기후탄력성 정책 이행 수준을 정량적으로 진단할 수 있는 정책 이행 평가 체계를 개발한다. 이는 지자체가 얼마나 포괄적인 정책을 추진하고 있는지와 각 정책을 어느 수준까지 이행하고 있는지를 측정할 수 있는 평가 방법론을 제시하는 것을 의미한다. 셋째, 개발된 정책 인벤토리와 평가 체계를 국내 지자체에 적용하여 정책 이행 수준을 진단함으로써 실효성과 활용 가능성을 검증한다.

II. 이론적 고찰

1. 도시 기후탄력성

서론에서 도시 기후탄력성을 정의했듯이 도시 기후탄력성을 높이기 위해서

는 단순히 기후로 인한 재난 발생 후 회복하는 것을 넘어, 재난의 전 주기를 체계적으로 관리하는 능력을 향상시켜야 한다. 재난 관리 분야에서는 재난의 전 주기를 단계별로 구분하여 접근하는 프레임워크가 널리 활용되어 왔다. 전통적으로 Petak(1985)은 재난관리과정을 시간의 흐름에 따라 총 4단계인 4R로 구분한다. 4R 체계는 이러한 단계적 접근을 체계화한 것으로, Reduction(저감/예방) 단계는 재난 발생 이전에 위험을 사전에 줄이는 활동을, Readiness(대비) 단계는 재난 발생에 대비한 준비 활동을, Response(대응) 단계는 재난 발생 시 즉각적인 대응 활동을, Recovery(복구) 단계는 재난 이후 회복 및 재건 활동을 의미한다(김진동, 2010). 이러한 단계적 분류는 재난 발생 전후의 전 과정을 포괄하며, 각 단계별로 필요한 정책과 자원을 체계적으로 배치할 수 있도록 한다는 점에서 정책 수립과 평가의 유용한 틀로 활용되고 있다.

한편, 정책은 공공 문제 해결을 위한 정부의 행동 방침으로 다양하게 정의되어 왔다(정정길 등, 2023). 그 형태와 수단 또한 법령 제정, 계획 수립, 사업 시행, 규제 등 매우 광범위하다(Anderson, 2015). 이처럼 정책은 개념적으로 명확한 단일 정의를 내리기 어려우며, 연구자마다 강조하는 측면이 다르다(사공영호, 2008). 본 연구에서는 기후탄력성 정책을 “도시(지자체)에서 기후재난 및 위기에 대응하기 위해 계획 수립·설계·사업 추진 등을 통해 시행하는 종합적 정책 체계”로 정의한다. 이는 지자체가 실질적으로 집행할 수 있는 권한과 수단을 가진 정책을 대상으로 하며, 물리적 도시 공간에 직접적인 변화를 가져올 수 있는 정책을 중심으로 함을 의미한다.

2. 기후탄력성 관련 정책

도시 기후탄력성 강화를 위한 정책은 중앙정부와 지자체 차원에서 다양한 법적 근거와 계획체계를 통해 추진되고 있다. 국내 기후탄력성 정책의 근간은 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」(이하 탄소중립기본법)으로, 동법은 2050 탄소중립 목표 달성과 함께 기후위기 적응을 국가 및 지자체의 법적 의무로 규정하고 있다. 동법에 근거하여 수립되는 국가 기후위기 적응대책은 5년 단위로 기후변화 영향 및 취약성 평가, 부문별·지역별

적응 목표 및 추진 전략을 제시하며, 지자체는 이를 바탕으로 지방 기후위기 적응대책을 수립하도록 의무화되어 있다. 제3차 국가 기후위기 적응 강화대책(2023-2025)에서 홍수는 재난·재해 부문에서 다루어지며, 주요 정책방향으로 취약지역 및 시설물 관리 강화, 자연기반해법(NbS) 기반 계획, 재난 예·경보 및 대피체계 강화 등을 제시하고 있다(관계부처합동, 2023). 폭염은 건강 부문에서 다루어지며, 폭염 취약계층 건강피해 예방, 무더위쉼터 등 폭염 적응 인프라 확충, 폭염 조기경보체계 고도화 등의 정책을 제시하고 있다(관계부처합동, 2023).

도시 차원에서 관리되는 법·제도 측면에서 보면 기후탄력성 정책은 도시 계획, 물관리, 재난관리 등 다양한 부문에서 실현된다. 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따른 도시기본계획과 도시관리계획은 토지이용, 기반시설, 공원녹지 등 도시 공간구조를 규정하며, 기후탄력성을 위해 공원녹지 네트워크 구축, 바람길 조성, 투수성 포장 등을 확대하도록 하고 있다. 「물환경보전법」과 「물관리기본법」에 근거한 유역 물관리 종합계획과 비점오염원 관리계획은 도시 홍수 저감과 물순환 회복을 위한 저영향개발(LID)기법, 빗물관리시설 및 침투시설 등의 정책 수단을 포함한다. 「자연재해대책법」과 「재난 및 안전관리 기본법」은 풍수해 저감 종합계획, 재난 예방 및 대응 체계 구축의 법적 근거를 제공하며, 우수유출저감시설 설치, 침수위험지구 정비 등의 정책수단을 제시한다.

이러한 법정 계획 외에도 지자체는 「저탄소 녹색성장 기본법」(현 탄소중립기본법으로 통합) 시행 이후 수립해 온 기후변화 적응대책과 온실가스 감축 로드맵, 그린인프라 기본계획, 열섬 저감 계획 등 자체적인 기후 대응 계획을 운영하고 있다. 이처럼 기후탄력성 정책은 단일한 법제나 계획이 아닌, 환경·도시·물·재난 등 다부문에 걸친 정책 수단의 복합체로 구성되며, 지자체는 이들 정책을 통합적으로 운영함으로써 도시 기후탄력성을 강화할 수 있다(강정은·현경학·박종빈, 2014).

한편, 기후탄력성 및 기후적응 관련 선행연구에서는 구조적 인프라 구축과 더불어 비구조적·제도적 정책의 중요성을 강조하고 있다(박상식·지용근·이

응범, 2024). ICT 기반 재난관리 측면에서는 빅데이터 활용 위험예측, 재난정보수집 및 현장상황 실시간 감지, AI 기반 의사결정 지원시스템 등 지능형 재난안전관리 체계의 필요성이 제시되고 있다(강희조, 2018). 제도 및 보험 측면에서는 기후변화 적응을 위한 보험회사의 역할 확대와 자연재해 위험 관리 강화 등이 강조되며(이승준·이승주, 2024), 이는 재난 발생 시 신속한 회복과 피해 확산 방지를 가능하게 한다. 또한 역량 강화 측면에서는 기후재난 대응 역량 강화 프로그램 운영, 재난 대응 재발방지 교육 등 교육·훈련 기반 정책이 제안되고 있으며(최한나·김민철·박제우, 2018), 이는 재난 대응의 실효성을 높이는 데 기여할 수 있다. 이러한 비구조적 정책들은 구조적 인프라 구축만으로는 달성하기 어려운 기후탄력성 강화에 필수적인 요소로 인식되고 있다.

기후탄력성 정책의 유형은 정책이 개입하는 방식에 따라 구분될 수 있다. 규제적 정책은 토지이용 규제, 건축 기준 강화 등을 통해 기후 위험에 노출되는 공간과 시설을 제한하는 방식이며, 구조적 정책은 하천 정비, 배수 시설, 녹지 조성 등 물리적 인프라 구축을 통해 재난에 대응하는 방식이다. 비구조적 정책은 조기 경보 체계, 재난 대응 훈련, 보험 제도 등 제도와 시스템 구축을 통해 재난 대비와 피해 경감을 도모하는 방식을 의미한다. 이러한 정책 유형 구분은 지자체가 보유한 자원과 역량에 따라 적절한 정책 조합을 선택하는 데 유용한 기준이 될 수 있다.

3. 정책 이행 평가

정책 이행 평가는 정책이 계획된 대로 실행되고 있는지를 확인하고, 이행의 질적 정도를 측정하며, 정책 개선을 위한 환류 체계를 구축하는 과정을 의미한다(Whitsel, Honeycutt, Radcliffe, Johnson, Chase and Noyes, 2024). 정책 이행 평가는 의사결정권자들에게 정책의 효과성과 효율성을 판단할 수 있는 객관적 근거를 제공하며, 정책의 책임성과 투명성을 제고하고, 자원 배분의 우선순위를 설정하는 데 필수적이다(OECD, 2024). 특히 이를 정량적으로 평가하는 것은 정책의 진척도를 수치화함으로써 정책 간 비교, 시계열적 변화 추적, 목표 달성도 측정을 가능하게 한다는 점에서 중요하다(Whitsel et al., 2024).

정책 이행 정도를 평가하기 위해서는 정책의 양적 측면과 질적 측면을 동시에 고려할 수 있는 평가 체계가 필요하다. 선행연구에서는 정책의 효과성은 단순한 시행 여부가 아니라 실제 실행 과정과 수준에 의해 좌우된다는 점을 강조해 왔다(Weiss, 1998). 정부 또는 지자체가 다양한 정책을 채택하고 있더라도 실제 집행 수준이 낮다면 정책의 실효성은 제한적일 수 있으며, 반대로 소수의 정책만 추진하더라도 높은 수준으로 이행한다면 일정 수준의 정책 효과를 기대할 수 있기 때문이다(송영일 등, 2023).

한편, 정책의 양적 측면과 질적 측면을 동시에 고려한다고 하더라도 각 정책의 시행 여부와 실행 수준을 일관되게 판정할 수 있는 세부 기준이 필요하다. O'Toole (2000)은 정책이 계획 수립에서 실제 집행으로 이어지는 과정이 복잡하고 다단계로 구성되어 있음을 밝히며, 이에 따라 정책 이행을 단계별로 세분화하여 평가하는 접근을 강조하였다. 정책은 계획 수립 단계에서 시작하여 예산 확보, 사업 시행, 성과 모니터링 단계를 거치며 완성되므로, 정책이 '어느 수준까지 실행되었는가'를 측정하기 위해서는 각 단계별 진척도를 평가할 수 있는 기준이 요구된다(Vedung, 2010).

국제기구 및 주요 국가의 기후탄력성 정책 이행 평가 체계는 대부분 부문별 정책 수립과 정기적 모니터링에 중점을 두고 있으며, 정책의 이행 수준을 세부적으로 평가하는 체계는 제한적이다. IEA의 Climate Resilience Policy Indicator는 기후 위험 수준과 정책 준비도를 비교하는 매트릭스 방식을 사용하여 국가를 5개 등급으로 분류하며, 위험도에 따른 정책 시행 수준을 시각적으로 표현하는 유용한 틀을 제공하고 있다(IEA, 2022). 그러나 계획부터 모니터링까지의 전체 정책 이행 정도를 평가하는 데는 한계가 있다. 유럽 국가들은 법정 평가 체계를 구축하여 운영하고 있는데, 아일랜드는 12개 핵심 부문별 적응계획과 127개 지표 기반 모니터링 체계를 구축하였으며(Government of Ireland, 2018), 정기적 점검을 통해 정책 이행 현황을 파악하고 있으나 단계별 이행 수준을 정량화하는 데는 미흡하다. OECD는 기후 위험 평가부터 효과성 측정까지 4단계 평가 접근법을 제시하였으나, 국가별 평가 범위와 방법의 편차가 커 일관된 비교가 어렵다(OECD, 2024). 우리나라의 경우 서울시는

기후변화대응 종합계획(2022-2026)에서 계획 수립부터 예산 확보, 사업 시행, 성과 모니터링까지의 전 과정을 포괄하는 단계별 평가 방식을 운영하고 있으나(서울특별시, 2022), 단일 지자체 내부의 자체 평가로서 지자체 간 비교 가능한 정량적 기준을 제공하는 데는 한계가 있다. 국제기구 및 주요 국가의 기후탄력성 정책 평가 체계의 주요 특징을 정리하면 <표 1>과 같다.

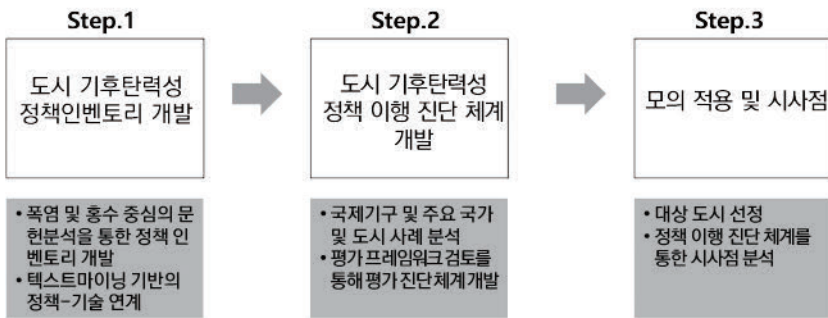
<표 1> 국제 및 주요 국가의 기후탄력성 관련 정책 이행 평가 체계

국가/기관	이행 평가 체계명	이행 평가 방법	주요 특징	출처
IEA	Climate Resilience Policy Indicator	- 기후 위험 수준과 정책 준비도 비교 - 5개 등급 분류	- 정책의 존재 여부와 우선순위 수준 평가 - 전체 주기(계획-이행-모니터링) 평가 필요성 제시	IEA(2022)
아일랜드	National Adaptation Framework (NAF)	- 12개 핵심 부문별 적응계획 - 127개 지표 기반 모니터링	- 부문별 180개 이상 세부 실행과제- 2018년 첫 법정 프레임워크 수립	Government of Ireland(2018)
프랑스	National Climate Change Adaptation Plan (PNACC)	- 5년 주기 평가 및 업데이트 - 20개 주제별 실행 방안	- PNACC 1 (2011-2015), PNACC 2 (2018-2022)- 이행 주제 및 시간틀 명시	French Government (2018)
이탈리아	National Adaptation Strategy & Plan	- 국가 기후영향- 취약성 평가 - 부문별 적응 조치 제시	- 2015년 NAS, 2018년 NAP 초안 - 과학적 패널 기반 평가	Italian Ministry for the Environment (2015)
덴마크	Danish Strategy for Adaptation	- 11개 핵심 부문 평가 - 지역 단위 실행계획	- 2008년 전략, 2012년 64개 이니셔티브 - 홍수 위험 지도화 가이드라인	Danish Government (2012)
호주	National Resilience and Adaptation Strategy	- 시스템 전반 접근 - 4개 영역 평가	- 2015년 첫 전략, 2021-2025년 신규 전략 - 연방-주-지역정부 역할 분담	Australian Government (2021)
영국	Climate Change Act & National Adaptation Programme	- 법적 의무화된 정기 평가- 5년 주기 위험평가	- 2008년 기후변화법에 평가 의무 규정 - 진전도 및 성과 지표 개발	UK Parliament (2008)
OECD	Measuring Progress Framework	- 4단계 평가 접근법 - 국가 전체 차원 평가	- 위험 평가 → 목표 설정 → 이행 추적 → 효과성 측정	OECD(2024)
서울시	기후변화대응 종합 계획 성과 평가	- 연 2회 점검 (7월/12월)- 자체평가 + 검증	- 계획-예산-사업-모니터링 단계별 평가	서울특별시 (2022)

III. 연구의 방법

본 연구는 크게 세 단계로 진행되었다. 첫째, 선행연구 검토와 문헌 분석을 통해 도시 기후탄력성 정책 인벤토리를 구축하고, 텍스트 마이닝 기법을 활용하여 각 정책과 연계된 기술을 도출하였다. 둘째, 국제기구 및 주요 국가의 정책 이행 평가 체계를 검토하여 정책 이행 체계를 개발하였다. 셋째, 개발된 인벤토리와 이행 평가 체계를 국내 광역지자체와 기초지자체에 적용하여 정책 이행 수준을 파악하고 활용 가능성을 분석하였다.

〈그림 1〉 연구 흐름 및 방법



1. 도시 기후탄력성 정책 인벤토리

도시 기후탄력성 정책 인벤토리 개발을 위해 크게 두 가지 측면에서 접근하였다. 첫째, 기후탄력성 정책의 식별을 위해 주요 정책문서와 선행연구를 분석하였다. 국가기후위기적응센터(KACCC) 홈페이지에 공개된 제3차 국가기후위기 적응 강화대책(2023~2025), 제3차 광역지자체 적응대책(17개), 제3차 기초지자체 적응대책(87개)을 검토하였으며, 도시계획 관점에서의 기후탄력성 정책을 수집하기 위해 건축도시정책정보센터(AURUM)에 공개된 2040 도시기본계획 등 관련 계획들을 검토하였다. 또한 이론적 고찰에서 검토한 주요 논문들(강정은 등, 2014; 강희조, 2018; 박상식 등, 2024; 이승준·이승주, 2024)을 포함하여 국내외 학술 문헌 데이터베이스(DBpia, RISS,

Scopus, Web of Science)에서 기후탄력성, 기후적응, 재난관리 관련 주요 논문을 검토하여 정책 개념과 이행 사례를 보완하였다.

둘째, 정책 인벤토리의 구성 및 체계 분석을 위해 국제기구의 프레임워크들을 검토하였다. 주요하게 UNDRR의 Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030(Pearson and Pelling, 2015), C40의 Climate Action Planning Framework(C40 Cities, 2020), UN HABITAT의 Guiding Principles for City Climate Action Planning(Tuts et al., 2015)을 검토하여 인벤토리의 분류 체계, 항목 구성, 평가 방법론 등을 파악하였다.

문헌 검토를 통해 추출된 정책들은 다음의 기준에 따라 선정되었다. 첫째, 지자체가 직접 실행할 수 있는 권한과 수단을 보유한 정책, 둘째, 물리적 도시 공간에 직접적 변화를 가져올 수 있는 정책, 셋째, 4R 단계 중 하나 이상에 분류 가능한 정책을 대상으로 하였다. 이를 통해 최종적으로 정책을 선정하고 4R 단계별로 분류하였다.

그리고 각 정책에 대해 다음의 항목을 포함하도록 정책 인벤토리를 구성하였다: ① 정책명, ② 정책의 목적 및 목표, ③ 적용 공간(건물, 가로, 도시), ④ 대응 유형(구조적, 비구조적, 규제적), ⑤ 정책 적용 방향, ⑥ 기대 효과, ⑦ 유엔 지속가능발전목표(SDGs)와의 연계, ⑧ 참고 사례, ⑨ 연관 기후탄력성 기술. 이러한 구조화를 통해 정책의 속성과 실행 방법을 체계적으로 파악할 수 있도록 하였다.

특히, 각 정책의 이행을 위해 활용 가능한 구체적 ⑨ 기후탄력성 기술들을 식별하기 위해 자연어 처리 기반의 텍스트 마이닝 분석을 수행하였다. Scopus와 Web of Science를 통해 2015년부터 2024년까지 발행된 peer-reviewed 저널 논문 656편을 수집하고, Term Frequency-Inverse Document Frequency(TF-IDF) 기법을 적용하여 각 논문에서 중요도가 높은 키워드를 추출하였다. 추출된 키워드는 정책 목적 키워드, 기술 키워드, 공간 키워드로 구분하였다. 정책 목적 키워드는 개별 키워드를 정책 단위로 목적이 드러나도록 구분하였다. 예를 들어 urban forest, tree planting, greening, canopy 등은 '도시 산림화 추진'으로 구분하였다. 기술 키워드는

논문에서 추출된 시설 및 공법 명칭을 기준으로 기술 단위로 구분하였다. 예를 들어 green roof, rooftop greening, vegetated roof는 ‘옥상녹화’ 기술로, rain garden, bioretention basin, bioretention cell은 ‘식생체류지/빗물정원’ 기술로 구분하였다. 키워드는 동의어 및 철자 변형을 통합하여 중복성을 제거하였으며, 제3차 국가 기후위기 적응 강화대책(2023~2025)(관계부처합동, 2023), 저영향개발(LID) 기법설계 가이드라인(환경부·한국환경공단, 2016)를 참고하여 개념적 대응 여부를 검토하여 유효한 키워드임을 확인하였다. 공간 키워드는 적용 공간 단위를 기준으로 구분하였으며, 건물(building), 가로(street), 도시(urban)로 분류하였다.

정책과 기술 간 연계성 분석을 위해 코사인 유사도(Cosine Similarity)를 활용하여 정책 키워드 벡터와 기술 키워드 벡터 간 유사성을 측정하였으며, 유사도 임계값 이상인 정책-기술 쌍을 목적 부합성이 높은 것으로 판단하였다. 코사인 유사도는 정책별 키워드 구성이 상이하여 유사도 분포가 정책마다 다르게 나타나므로, 하위 20%는 부합성이 낮은 것으로 판단하여 동일하게 제외 하되, 최종 연계 여부는 복수의 연구자가 검토하고 합의 과정을 거쳐 확정하였다. 목적 부합성과 공간 적합성을 모두 만족하는 정책-기술 쌍을 최종 연계 매트릭스로 구축하였으며, 이를 정책 인벤토리의 “연관 기후탄력성 기술” 항목에 포함하였다.

2. 도시 기후탄력성 정책 이행 평가 체계

본 연구는 이론적 고찰에서 제시된 정책 이행 평가 관련 문헌 검토를 바탕으로 도시 기후탄력성 정책의 이행 정도를 정량적으로 평가하기 위한 이차원 매트릭스 평가 체계와 세부 이행 평가 기준을 개발하였다. 이는 국제적 평가 체계의 장점을 참고하되, 한계를 보완하여 준비도(Preparedness)와 완성도(Completeness)를 동시에 평가하는 프레임워크이다. IEA(Climate Resilience Policy Indicator)의 매트릭스 구조와 5개 등급 분류 방식을 차용하고, 서울시 사례를 참고하여 정책의 실행 단계를 4단계로 세분화함으로써, 정책의 양적 확대와 질적 완성도를 균형 있게 평가할 수 있도록 설계하였다. 준비도는 지자

체가 얼마나 포괄적인 정책을 추진하고 있는지(정책의 양적 포괄성을 의미)를 나타내며, 완성도는 시행 중인 정책들이 어느 단계까지 실행되었는지(정책의 계획-예산-사업-모니터링 단계로 이어지는 정책 이행의 성숙 정도를 의미)를 나타낸다. 예를 들어, 준비도가 높고 완성도가 낮은 경우는 여러 정책을 도입했으나 실행 단계가 미흡한 것을 의미하며, 준비도가 낮고 완성도가 높은 경우는 소수 정책에 집중하여 높은 수준으로 이행한 것을 의미한다. 두 지표의 균형적 향상이 이상적이나, 지자체의 여건에 따라 전략적 우선순위를 설정할 수 있다.

한편, 이차원 매트릭스의 정량적 산출을 위해서는 각 정책의 시행 여부와 실행 수준을 일관되게 판정할 수 있는 세부 기준이 필요하다. 이에 본 연구는 공식 문서(법정계획, 세부 시행계획, 예산서, 성과보고서 등)를 기반으로 정책 이행 여부와 실행 단계를 판단할 수 있도록 도시 기후탄력성 정책 이행 수준 판정을 위한 세부 평가 기준을 설정하였다. 준비도의 세부 평가 기준은 정책의 반영 여부를 기준으로 제시하여 이분화하여 점수화하고, 완성도는 정책 이행 단계를 고려하여 4단계로 세분화하였다. 각 단계별 평가 기준은 기존 정책 이행 평가 문헌과 국내 법정계획 체계의 특성을 종합적으로 반영하여 설정하였으며, 이를 통해 지자체 간 정책 이행 수준을 비교 가능하고 재현 가능하게 평가할 수 있도록 하였다. 본 세부 기준은 이후 4장에서 제시하는 실증 분석에서 정책 점수 산정과 매트릭스 등급 판정의 기준으로 활용된다.

3. 정책 이행 평가 체계의 사례 적용

개발된 정책 인벤토리와 이행 평가 체계를 실제 도시에 적용하여 정책 이행 수준을 진단하였다.

크게 광역지자체와 기초지자체 두 개의 그룹으로 대상 도시를 선정하였다. 광역지자체는 서울, 대구, 부산 3개 광역지자체를 대상으로 하였다. 서울시는 국내 기후변화 대응 정책의 선도적 지위를 고려하여 선정하였으며, 대구시와 부산시는 인구 규모 상위의 대표적 광역지자체로서 내륙과 해안의 상징적 도시로 정책 이행 수준의 다양성을 파악하고자 포함하였다. 기초지자

체는 인구 약 100만 수준의 수원시, 창원시, 성남시 3개 도시를 선정하였다. 이들은 기초지자체 중 상대적으로 높은 행정 역량과 재정 규모를 보유하고 있어 기후탄력성 정책 이행이 활발할 것으로 예상되는 상위권 도시이다. 행정·재정 역량이 낮은 하위권 지자체의 경우 정책 시행 자체가 미미하여 이행 평가 체계의 실효성을 검증하기 어려울 수 있으므로, 일정 수준 이상의 정책 이행이 이루어지고 있는 도시를 선정하였다. 이에 따라 최종적으로 6개 도시를 대상으로 수행하였다.

선정된 6개 도시의 정책 이행 수준 평가는 다음의 절차로 수행하였다. 첫째, 각 도시의 문서를 수집하여 40개 정책 인벤토리의 시행 여부를 확인하였다. 검토 문서는 법정계획(기후위기 적응대책, 도시기본계획, 풍수해저감 종합계획, 물환경관리계획 등), 세부 시행계획(연도별 시행계획, 부문별 실행계획), 예산 관련 문서(세입세출예산서, 결산서), 성과 관련 문서(주요업무보고서, 통계연보, 정책백서) 등을 포함한다. 둘째, 개발된 도시 기후탄력성 정책 이행 평가 체계에서 제시된 평가 기준에 따라 각 정책의 준비도와 완성도를 판정하였다. 셋째, 준비도와 완성도 점수를 산출하여 이차원 매트릭스상 등급을 배치하고, 4R 단계별 이행 수준을 분석하였다. 넷째, 산출된 준비도 및 완성도 점수를 기준으로 광역지자체와 기초지자체 그룹 간, 그리고 개별 도시 간 정책 이행 수준을 정량적으로 비교하였다.

한편, 개발된 이행 평가 체계의 실효성은 다음의 세 가지 측면에서 검증하였다. 첫째, 이차원 매트릭스 체계가 지자체의 정책적 개선 방향과 우선순위를 판단하는 데 유용한지 평가하였다. 둘째, 4R 단계별 분석을 통해 각 지자체가 상대적으로 취약한 정책 영역을 식별하고, 개선 방향을 제시할 수 있는지 검토하였다. 셋째, 개발된 정책 이행 평가 체계가 개별 도시 간 정책 이행 수준의 차이를 정량적으로 변별할 수 있는지 확인하였다.

IV. 연구 결과

1. 도시 기후탄력성 정책 인벤토리 개발

선행연구 검토를 통해 폭염과 홍수에 대응하는 도시 기후탄력성 정책 40개를 선정하고, 4R 단계별로 분류하였다. Reduction 단계 16개, Readiness 단계 11개, Response 단계 8개, Recovery 단계 5개로 구성되었다. 각 정책은 9개 항목으로 구조화된 인벤토리 형태로 정리되었으며, 정책의 실행에 필요한 구체적 정보를 체계적으로 제공하도록 하였다.

구체적으로 첫째, 정책명은 정책의 핵심 내용을 함축적으로 표현하였다. 둘째, 정책의 목적 및 목표는 지역별 여건이 상이함을 고려하여 구체적 수치 목표가 아닌 정책의 방향성과 성과지향점을 제시하였다. 셋째, 적용 공간은 정책이 실행되는 공간 단위(건물, 가로, 도시)를 명시하여 지자체가 공간 계획과 연계하여 정책을 추진할 수 있도록 하였다. 넷째, 대응 유형은 정책의 실행 방식을 구조적(물리적 인프라 구축), 비구조적(제도 및 시스템 구축), 규제적(토지이용 규제 등) 접근으로 구분하였다. 다섯째, 정책 적용 방향은 지자체가 특성에 맞게 선택 활용할 수 있도록 여러 정책 실행 방안을 제시하였다. 여섯째, 기대 효과는 정책 시행을 통해 달성할 수 있는 기후탄력성 향상 효과를 기술하였다. 일곱째, SDGs와의 연계는 유엔 지속가능발전목표(SDGs) 중 해당 정책이 기여할 수 있는 세부 목표를 명시하여 국제적 정책 프레임워크와의 정합성을 확보하였다. 여덟째, 참고 사례는 국내외 지자체의 정책 시행 사례를 제시하여 실무 활용도를 높였다. 아홉째, 연관 기후탄력성 기술은 텍스트 마이닝 분석을 통해 각 정책의 실현 수단인 구체적 기술들을 도출하여 연계하였다. 개발된 정책 인벤토리 40개의 전체 목록과 연관 기술은 <표 2>와 같으며, 정책 인벤토리의 구조와 내용을 일부 예시하면 <그림 2>와 같다¹⁾.

1) 지면 관계상 <표 2>에서 정책명과 연관 기술만 제시하였으며, 9개 항목의 구조화된 모든 정책인벤토리 정보는 향후 웹 기반 의사결정지원시스템을 통해 제공될 예정

〈표 2〉 도시 기후탄력성 정책 인벤토리 및 연관 기술

번호	정책 단계	도시 기후탄력성 정책 인벤토리	적용 가능한 도시 기후탄력성 기술
1	Reduction (저감/예방)	압축적 도시개발 유도	생활권공원, 바람길, 가로녹화
2		불투수면 최소화 및 친환경화	반사성포장/차열블록, 투수성포장/투수블록, 쿨링로드, 그늘막, 가로녹화, 식물재배화분, 나무여과상자
3		자연토지 보전 강화	식생여과대, 식생수로
4		도시 비옴 조성	식생체류지/빗물정원, 식생수로, 가로녹화, 생활권공원
5		바람길 고려 건물·도로 설계	바람길, 벽면녹화, 외부차양, 그늘막, 가로녹화, 쿨루프, 쿨월, 반사성포장/차열블록
6		녹지 공간과 오픈스페이스 확충	생활권공원, 가로녹화, 옥상녹화
7		도시 산림화 추진	가로녹화, 생활권공원, 옥상녹화, 벽면녹화
8		친환경 건축 인센티브 제도 운영	옥상녹화, 벽면녹화, 쿨루프, 외부차양, 내부차양, 단열창호, 히트펌프, 건물에너지관리시스템(BEMS)
9		생태·도심 수공간 관리 강화	식생수로, 식생체류지/빗물정원, 생활권공원, 가로녹화
10		친환경 교통수요 관리	가로녹화, 그늘막, 반사성포장/차열블록, 쿨링포그, 냉온열벤치
11		생태 친화적 부지 설계	식생체류지/빗물정원, 식생수로, 투수성포장/투수블록
12		자연적 우수경로 보전	식생수로, 침투트렌치
13		홍수위험 구역 토지이용 관리 강화	위험지도
14		물순환도시 조례 제정	(해당없음)
15		배수 시스템 용량 제고	우수관거 통수능 개선, 빗물펌프장, 배수펌프
16		침수 적응형 주거주거지 설계	필로티 구조, 수륙양용/플로팅 건축, 침수방지마감, 차수판/차수벽, 역류방지밸브
17	Readiness (대비)	취약계층 냉방 접근성 제고	히트펌프, 건물에너지관리시스템(BEMS), 단열창호
18		야외시설 폭염 안전관리체계 강화	그늘막, 쿨링포그, 생활권공원, 가로녹화
19		산업현장 기후안전관리 체계 강화	그늘막, 쿨링포그, 기후쉼터
20		기후재난 대응 역량 강화 프로그램 운영	(해당 없음)
21		지역단위 빗물 관리계획 수립	식생체류지/빗물정원, 식생수로, 침투측구, 침투트렌치, 빗물저류조, 유수지, 침투통/침투빗물받이
22		범람 취약지역 건축 안전 기준 강화	필로티 구조, 수륙양용/플로팅 건축, 침수방지마감, 차수판/차수벽, 역류방지밸브
23		유역 통합 물관리체계 구축	하천 통수능 개선, 유수지, 스마트 하수관로
24		홍수 방어시설 통합 운영체계 구축	하천제방, 월류방지 구조물, 유수지, 빗물펌프장
25		소규모 분산식 물관리 인프라 확충	식생체류지/빗물정원, 침투측구, 투수성포장/투수블록, 나무여과상자

26		대규모 홍수 방어 인프라 구축	하천제방, 우수지, 대심도 빗물터널, 빗물펌프장, 하천 통수능 개선
27		빗물 순환·재활용 체계 강화	빗물저류조, 빗물통, 우수지
28		탄력적 에너지 그리드 구축	건물에너지관리시스템(BEMS), 히트펌프상자
29		지능형 물관리 실시간 통합 운영	스마트 하수관로, 예·경보 시스템
30		폭염 긴급정보 전달	예·경보 시스템
31	Response (대응)	기후재난 대응 취약계층 거점시설 운영체계 강화	기후쉼터
32		홍수 대비 의료 체계 구축	(해당 없음)
33		스마트 홍수 긴급 대피 운영	예·경보 시스템
34		실시간 홍수 모니터링 운영	예·경보 시스템
35		폭염·홍수 재난 현장 긴급 지원	(해당 없음)
36		재난 피해 시설 복구 사업 추진	하천제방, 우수관거 통수능 개선, 빗물펌프장, 하천 통수능 개선
37		기후재난 피해자 통합지원 및 보험 지원	풍수해보험
38	Recovery (복구)	재난지역 생태계 및 녹지 복원 사업	생활권공원, 가로녹화, 옥상녹화, 식생체류지/빗물 정원, 식생수로
39		재난 피해 평가 및 복구 모니터링 체계 운영	위험지도
40		재난 대응 역량 강화 및 재발방지 교육	(해당 없음)

〈그림 2〉 도시 기후탄력성 정책 인벤토리 예시

○ 압축적 도시개발 촉진

■ 목적

- 도시의 효율적인 이용 촉진(Carbon footprint)을 위한 공간적 증가, 밀집형 개발, 홍수 위험 증가 등 기후변화 취약성이 감소되고 있으며, 도시의 행정 중립적 인력 관리를 위해 본래 계획되고 있음
- 아래 도표 중간의 삼각형 개발에 초점을 맞추는 회복을 통해 기후탄력성을 강화하고 거주가능한 도시로 만들 수 있도록 함

■ 목표

- 1) 도시 및 지역별 중심 고밀 개발을 통한 도시의 효율적 개발
- 2) 밀집개발로 회복된 토양수계에서 녹지 및 LID 기술 적용
- 3) 초점용도 및 TOD 개발을 통해 대중교통 중심 도시로 구축

■ 적용 영역

- 도시지구 내외

■ 대응 유형

- 책단, 풍동, LID요소

■ 정책 적용 범위(도시)

- 도시의 개발 계획, 개발권한 계획, 도시개발계획, 환경영향 평가 등
- 압축개발 계획 등

○ 연안 기후 인벤토리

- 생활권관리, 하천, 하천제방

○ 정책효과

- 1) 기후변화 적응의 강화
 - 간헐적 강수 등 관련 기후변화 적응 및 연구의 필요
 - 도시수계, 하천, 하천제방 등 물 관리 강화
 - 도시 회복을 위한 중립적 접근 - 밀집개발 강화 및 지역 개발
- 2) 온실가스 배출 저감
 - 거주지역 밀집 개발을 통해 교통수요를 줄임 - 대중교통, 택시, 자전거 이용
 - LID요소를 개발해 대중교통을 위한 공간-녹지를 개발함
 - 도시 회복을 위한 계획도 LID 요소를 개발 - 생활권, 생활권 개발
- 3) 도시 회복을 위한 정책 개발
 - 기후변화 적응 계획, 도시개발계획, 환경영향 평가 등
 - 도시 회복을 위한 계획도 LID 요소를 개발

○ SDGs와의 관계

- 11-3 - 2030년까지 교통, 지역 회복, 지역 회복을 위한 기후변화 적응을 위한 계획 및 정책 개발을 통해 도시 회복을 위한 계획도 LID 요소를 개발
- 11-4 - 도시 회복을 위한 계획도 LID 요소를 개발
- 11-5 - 도시 회복을 위한 계획도 LID 요소를 개발

○ 참고 사례

- Portland Pearl District (미국) - <https://www.portland.gov>
- Carrolla BRT System (미국) - <https://www.carrolla.com>
- Sanjour Transit Hub (미국) - <https://www.sanjour.com>
- Vanke, Freiburg (독일) - <https://www.vanke.com>
- Vancouver SkyTrain T3 (캐나다) - <https://www.vancouver.ca>

2. 도시 기후탄력성 정책 이행 평가 체계 개발

이차원 매트릭스의 X축(Preparedness, 준비도)은 지자체에서 시행 중인 정책의 개수를 전체 정책 인벤토리 대비 백분율로 산출하여, 정책의 포괄성을 평가한다. 준비도는 다음 식(1)과 같이 산출된다.

$$\text{준비도 (\%)} = \frac{N_{impl}}{N_{total}} \times 100 \text{ 식(1)}$$

여기서, N_{impl} 은 지자체에서 현재 시행 중인 정책 수, N_{total} 은 전체 정책 인벤토리 수(본 연구에서는 40개)를 의미한다.

Y축(Completeness, 완성도)은 시행 중인 각 정책의 실행 단계를 점수화하여 평균을 산출함으로써, 정책의 실효성을 평가한다. 완성도는 다음 식 (2)와 같이 산출된다.

$$\text{완성도 (\%)} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{impl}} S_i}{N_{impl} \times 4} \times 100 \text{ 식(2)}$$

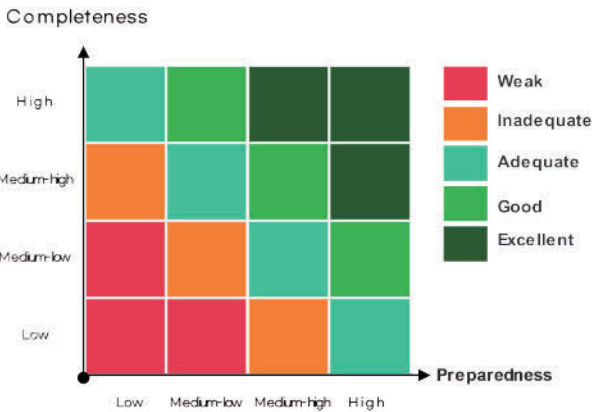
여기서 S_i 는 각 정책의 실행 단계 점수(1~4), N_{impl} 은 시행 중인 정책 수, 4는 최대 실행 점수를 의미한다.

완성도 산출을 위한 실행 단계 점수는 정책 이행 단계(계획-예산-사업-모니터링)를 고려하여 4단계로 설정하였다. 1단계(계획 수립)는 1점으로 정책이 공식 계획(기후변화 적응대책, 도시계획 등)에 포함되어 있음을 의미하고, 2단계(예산 확보)는 2점으로 정책 실행을 위한 예산이 배정되었음을, 3단계는 3점(사업 시행)으로 실제 사업이 진행 중이거나 완료되었음을, 4단계는 4점(성과 모니터링)으로 정책 효과를 측정하고 환류 체계가 구축되어 있음을 의미한다.

또한 준비도와 완성도를 각각 4단계(Low, Medium-low, Medium-high,

High)로 구분하여 4×4 매트릭스를 구성하고, 16개 셀을 5개 등급으로 재분류하였다. 등급 분류는 두 지표 간 균형을 고려하여 설정하였다. Weak(취약)는 Low-Low 등 양쪽 지표가 모두 낮은 경우, Inadequate(부족)는 한쪽 지표는 낮고 다른 쪽은 중간 수준인 경우, Adequate(적정)는 한쪽이 높고 다른 쪽이 낮거나 양쪽이 중간 수준인 경우, Good(양호)는 한쪽이 높고 다른 쪽이 중간-상 수준이거나 양쪽이 중간-상 수준인 경우, Excellent(우수)는 양쪽 지표가 모두 높은 경우로 구분된다. 평가 프레임워크의 구성 요소를 정리하면 매트릭스 체계로 <그림 3>과 같다.

<그림 3> 도시 기후탄력성 정책 이행 평가 매트릭스 체계



준비도의 경우, 정책 시행 여부는 해당 정책이 관련 법정계획 및 세부 계획 문서에 명시적으로 포함되어 있는지를 기준으로 판단하였다. 다만 정책명이 직접적으로 언급되지 않더라도, 정책의 목적과 내용이 실질적으로 동일한 사업이 확인되는 경우에는 해당 정책이 시행 중인 것으로 간주하였다. 예를 들어, '도시 산림화 추진' 정책은 '도시숲 조성사업', '가로수 확충사업' 등이 실제로 추진되고 있을 경우 동일 정책으로 판단하였다. 이러한 기준을 적용한 결과, 정책 명칭의 차이에도 불구하고 지자체별 정책 이행 실태를 보다 실질적으로 반영할 수 있었다.

완성도의 경우에는 시행 중으로 판단된 각 정책을 대상으로, 실행 단계의

진척 수준에 따라 1점에서 4점까지 점수를 부여하였다. 정책이 계획 문서에 포함된 단계에 머물러 있는 경우 낮은 점수를, 예산 확보나 사업 시행이 확인된 경우 중간 수준의 점수를, 정책 성과에 대한 모니터링 및 평가 체계가 구축된 경우에는 가장 높은 점수를 부여하였다. 이러한 점수 부여 방식을 통해 정책의 단순 존재 여부가 아닌, 실제 실행과 제도적 정착 수준의 차이를 구분하여 평가할 수 있었다.

〈표 3〉 도시 기후탄력성 정책 이행 평가를 위한 단계별 평가 기준

평가 차원	점수	단계	평가 기준 (문헌 근거)
준비도 (Preparedness)	0점	반영	법정계획(도시기본계획, 탄소중립기본계획, 기후위기 적응대책, 공원녹지기본계획, 물관리기본계획 등) 및 관련 세부 계획에서 해당 정책이 확인되지 않음
	1점	미반영	법정계획 또는 관련 세부 계획에 정책명 또는 정책 내용이 세부 과제·추진전략으로 명시됨
완성도 (Completeness)	1점	계획 수립	법정계획 또는 관련 세부 계획에 정책이 세부과제 또는 추진전략으로 포함되어 있으나, 예산 배정이나 사업 시행 여부는 확인되지 않음
	2점	예산 확보	계획서에 구체적 자원 규모가 명시되거나, 예산서에 정책 관련 세부사업명과 예산액이 명시됨
	3점	사업 시행	계획서·성과보고서에 “시행”, “추진 중”, “설치 완료” 등 사업 진행 상태가 명시되거나, 보도자료·사업 완료 보고서로 사업 시행 또는 시설 설치가 확인됨
	4점	성과 모니터링	정책에 대한 성과지표(KPI)가 설정되고, 정기적 이행점검 보고서 또는 성과평가 보고서에 해당 정책의 추진실적과 성과 측정 결과가 포함됨

본 평가 프레임워크는 도시 기후탄력성 정책들의 변화를 측정할 수 있으며, 현재 상태(예: 적색 영역)에서 정책 목표에 따른 더 나은 상태(예: 녹색 영역)로의 개선 방향을 설정하는 데 활용될 수 있다. 지자체는 이를 통해 자신의 현재 위치를 파악하고, 준비도와 완성도 중 어느 측면을 우선적으로 개선해야 하는지 전략적 판단을 내릴 수 있다.

3. 사례 적용 및 활용

다음 <표 4>는 대상지 적용 결과이다. 언급하였듯이 준비도는 정책 시행의 양적 성과를, 완성도는 질적 성과를 나타낸다. 완성도 해석 시 주의할 점은, 완성도가 시행 중인 정책만을 대상으로 산출된다는 것이다. 즉, 완성도는 전체 40개 정책의 질적 수준이 아니라, 해당 지자체에서 추진하고 있는 정책들인 준비도의 평균 실행 단계를 의미한다. 따라서 준비도가 낮더라도 시행 중인 소수 정책의 실행 단계가 높으면 완성도는 높게 나타날 수 있다.

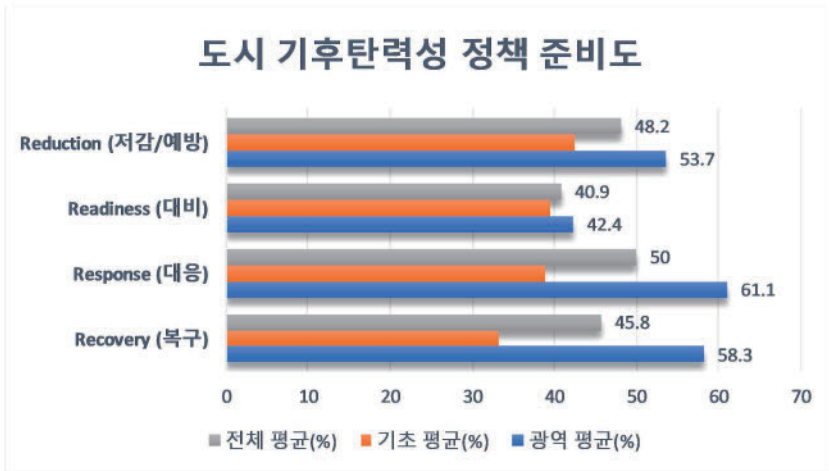
<표 4> 광역지자체 및 기초지자체의 기후탄력성 정책 이행 결과

구분		시행 정책 수(개)	준비도(%)	평균 실행 점수(점)	완성도(%)	등급
광역 지자체	서울	27개	67.5	3.26	74.0	Good
	대구	17개	42.5	2.47	61.8	Adequate
	부산	18개	45.0	2.56	64.0	Adequate
	평균	20.7개	51.7	2.76	66.6	-
기초 지자체	수원	21개	52.5	2.81	70.3	Adequate
	창원	15개	37.5	2.33	58.3	Inadequate
	성남	13개	32.5	2.15	53.8	Inadequate
	평균	16.3개	40.8	2.43	60.8	-

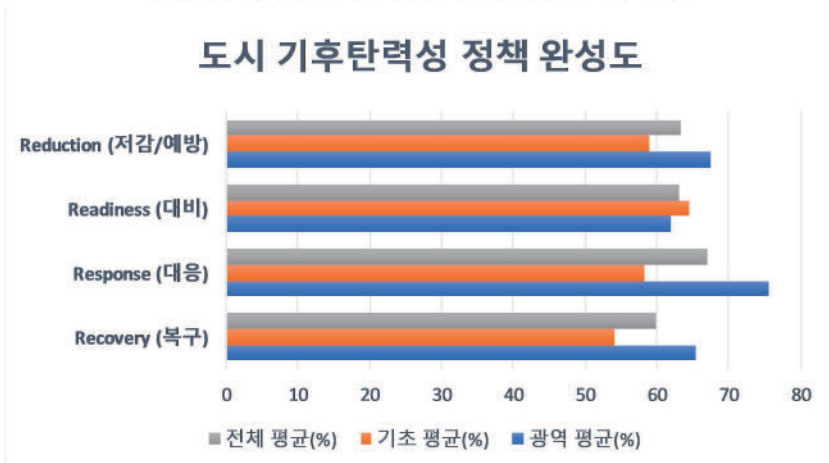
개별 도시의 정책 이행 수준을 살펴보면, 서울시는 27개 정책을 시행하여 준비도 67.5%, 완성도 74.0%로 Good 등급을 획득하였으며, 6개 도시 중 가장 높은 수준을 나타냈다. 부산시(18개, 준비도 45.0%, 완성도 64.0%)와 대구시(17개, 준비도 42.5%, 완성도 61.8%)는 각각 Adequate 등급을 받았다. 기초지자체에서는 수원시는 21개 정책 시행으로 준비도 52.5%, 완성도 70.3%를 기록하여 Adequate 등급을 받았다. 창원시는 15개 정책 시행으로 준비도 37.5%, 완성도 58.3%를 기록하여 Inadequate 등급을, 성남시는 13개 정책 시행으로 준비도 32.5%, 완성도 53.8%를 기록하여 6개 도시 중 가장 낮은 Inadequate 등급을 받았다. 서울시와 성남시 간 준비도 격차는 35.0%p, 완성도 격차는 20.2%p로, 도시 간 정책 이행 수준의 편차가 유의미하게 나타났

다. 6개 도시를 통합하여 분석한 결과, 전체 평균 준비도는 46.25%, 완성도는 63.7%로 나타냈으며, 광역-기초 지자체 간 차이 또한 확인되었다.

〈그림 4〉 4R 단계별 도시 기후탄력성 정책 준비도 모의 결과



〈그림 5〉 4R 단계별 도시 기후탄력성 정책 완성도 모의 결과



4R 단계별로 정책 이행 수준을 분석한 결과는 〈그림 4〉, 〈그림 5〉와 같다. 준비도 측면에서 전체 평균은 Response 단계가 50.0%로 가장 높았으며,

Reduction 48.2%, Recovery 45.8%, Readiness 40.9% 순으로 나타났다. 이는 대상 지자체의 기후탄력성 정책이 재난 발생 시 즉각적 대응에 상대적으로 집중되어 있음을 보여준다. Response 단계는 긴급 대응 체계 구축, 실시간 모니터링, 긴급 지원 등 가시적 성과를 내기 쉽고 주민 체감도가 높아 우선 추진된 것으로 해석된다. 반면 Readiness 단계의 준비도가 가장 낮게 나타난 것은, 대비 단계 정책이 장기적 투자를 요구하며 효과 발현까지 시간이 소요되어 추진 동력 확보가 상대적으로 어려웠기 때문으로 판단된다.

완성도 측면에서 전체 평균은 Response 단계가 67.0%로 가장 높았으며, Reduction 63.3%, Readiness 63.2%, Recovery 59.8% 순으로 나타났다. Response 단계는 준비도와 완성도 모두에서 가장 높은 수준을 보여, 즉각적 대응 정책이 양적·질적으로 가장 활발히 추진되고 있음을 확인하였다. Recovery 단계는 완성도가 59.8%로 가장 낮았는데, 이는 재난 복구 정책이 장기 복구 계획 수립이나 피해자 통합지원 체계 구축 등 높은 수준의 재정적·조직적 역량을 요구하여 완성도 높은 이행이 상대적으로 어려웠기 때문으로 해석된다. 폭염과 홍수에 대한 장기적 예방은 토지이용 규제, 녹지 확충, 투수성 증진 등 도시 공간구조의 근본적 변화를 요구하며, 이러한 정책들은 효과 발현까지 장기간이 소요되고 다양한 이해관계자 조정이 필요하여 추진 동력을 확보하기 어렵다. 따라서 지자체는 즉각적 대응 역량 강화와 더불어 장기적 예방 정책을 균형 있게 추진할 필요가 있으며, 중앙정부는 예방 정책의 중요성에 대한 인식 제고와 함께 장기 투자에 대한 재정 지원을 강화해야 할 것이다.

본 사례지 적용을 통해 개발된 이행 평가 체계의 실효성을 다음과 같이 확인할 수 있었다. 첫째, 준비도와 완성도 지표는 개별 지자체 정책 이행 수준의 차이를 정량적으로 변별해 낼 수 있었으며, 광역지자체와 기초지자체, 그리고 도시 간 격차를 명확히 드러냈다. 둘째, 4R 단계별 분석을 통해 지자체가 상대적으로 취약한 정책 영역을 구체적으로 식별할 수 있었다. 셋째, 이차원 매트릭스 체계는 지자체가 정책의 양적 확대와 질적 심화 중 어느 측면을 우선 개선해야 하는지 전략적 판단 근거를 제공할 수 있었다. 이는 개발된 이행

평가 체계가 지자체의 자체 점검 도구뿐만 아니라 중앙정부의 맞춤형 지원 근거로 활용 가능함을 보여준다.

V. 토의 및 결론

본 연구는 도시 기후탄력성 정책 인벤토리를 구축하고 지자체의 정책 이행 수준을 정량적으로 평가할 수 있는 체계를 개발하여, 국내 6개 도시에 적용함으로써 그 실효성을 검증하였다. 연구 결과가 갖는 학술적·정책적 기여와 정책적 함의, 실무 적용을 위한 개선 방향을 논의하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 국내에서 처음으로 도시 기후탄력성 정책을 체계적으로 분류하고 인벤토리화하였다는 점에서 학술적·정책적 의의를 갖는다. 기존 연구가 주로 도시의 현재 기후탄력성 상태를 평가하는 물리적·결과적 지표 중심이었던 것과 달리, 본 연구는 회복력 관점에서 지자체가 실제로 실행할 수 있는 정책 수단을 재난 대응의 전 주기를 포괄하는 4R 체계로 구조화하여 정책적 이행 노력 수준을 측정할 수 있도록 하였다. 이를 통해 계획 수립 단계부터 사업 시행, 성과 모니터링에 이르는 전 과정에서 활용 가능한 정책 목록을 제공하였으며, 각 정책에 대해 목적, 적용 공간, 대응 유형, 기대 효과, SDGs 연계, 참고 사례 등 9개 항목의 구조화된 정보를 포함함으로써 실무 활용도를 제고하였다. 특히 텍스트 마이닝 기법을 활용하여 각 정책과 연계 가능한 구체적 기후탄력성 기술을 도출하고 정책에 적합한 기술들을 제시한 것은, 정책 실현 수단에 대한 구체적 정보를 제공함으로써 지자체의 정책 기획 역량을 지원할 수 있다는 점에서 차별화된 기여라 할 수 있다.

또한 본 연구가 개발한 정량적 이행 평가 체계는 정책의 양적 측면과(준비도)와 질적 측면(완성도)을 동시에 측정할 수 있는 이차원 평가 프레임워크로, 지자체가 자신의 현재 위치를 파악하고 개선 방향을 설정하는 데 유용한 도구가 될 수 있다. 정책 이행 과정을 계획-예산-사업-모니터링의 4단계로 세분화하고 기준을 제시함으로써, 정책 노력 수준을 직접적으로 측정할 수

있다는 강점을 갖는다. 이러한 이행 평가 체계는 지자체의 자체 정책 점검, 중앙정부의 지자체별 맞춤형 지원 근거 마련, 환경영향평가 및 적응대책 수립 시 정책 검토 기준 등 다양한 정책 과정에서 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

둘째, 시범 적용 결과는 국내 지자체의 기후탄력성 정책 이행 수준과 관련하여 다음과 같은 시사점과 한계를 제공한다. 먼저 이행 평가 체계의 실효성 측면에서, 개발된 준비도·완성도 지표와 4R 단계별 분석 틀이 실무 현장에서 작동 가능성을 확인하였다. 이는 이행 평가 체계가 지자체의 자체 정책 점검 도구 및 중앙정부의 맞춤형 지원 근거로 활용될 수 있음을 보여준다. 다만 본 연구는 광역 지자체 3개, 기초 지자체 3개, 총 6개 도시를 대상으로 한 시범 적용이므로, 관찰된 결과를 전국 지자체의 일반적 경향으로 확대 해석하는 데에는 신중함이 요구된다. 본 연구에서 나타난 광역-기초 지자체 간 정책 이행 수준의 차이는, 광역-기초 간 일반적 우열이나 구조적 격차를 입증하는 것이라기보다는, 개발된 이행 평가 체계가 서로 다른 행정 규모와 정책 여건을 가진 지자체에서 모두 적용될 수 있음을 보여주며 더 나아가 지자체 간 정책 이행 양상의 차이를 객관화된 지표로 식별할 수 있음을 보여주는 사례적 결과로 해석하는 것이 타당하다. 향후 보다 많은 지자체를 대상으로 한 검증을 통해 이행 평가 체계의 일반화 가능성을 확장하고 광역-기초 간 정책적 특성을 분석하는 연구가 필요하다.

셋째, 본 연구의 이행 평가 체계를 실무에 적용하기 위해서는 몇 가지 개선이 필요하다. 우선 정책 완성도 평가 기준의 명확화가 요구된다. 준비도의 경우 정책이 법정계획에 포함되어 있는지 여부로 명확히 판단할 수 있으나, 완성도 평가는 계획 수립 - 예산 확보 - 사업 시행 - 성과 모니터링 단계 간 경계가 다소 모호할 수 있다. 특히 예산이 배정되었으나 집행률이 낮은 경우, 설계는 완료되었으나 공사가 미착수된 경우 등 중간 단계에 대한 판단 기준을 보다 세밀하게 설정할 필요가 있다. 성과 모니터링의 경우에도 지자체마다 모니터링 체계에 대한 정의가 상이할 수 있어, 성과지표 설정 여부, 측정 주기, 환류 체계 등 구체적 판단 기준을 제시하는 것이 평가의 일관성을 높이는 데 기여할 것이다.

또한 기후탄력성 정책이 환경·도시·물·재난 등 다부문에 걸쳐 있어 한 부서가 40개 정책 전체를 평가하기는 현실적으로 어렵다는 점도 고려되어야 한다. 이는 부서 간 협업을 통해 해결할 수 있으나, 실무 부담을 경감하기 위해서는 부문별·단계별로 우선순위가 높은 핵심 정책을 선별하여 간소화된 평가 목록을 제시하거나, 웹 기반 시스템을 통해 해당되는 부서의 담당자가 분산 입력하여 평가할 수 있는 구조를 마련하는 것이 필요하다. 게다가 의사결정 도구로서 보다 직접적으로 활용되기 위해서는 지자체 규모, 재정 여건, 기후 위험 수준 등을 고려한 정책 우선순위 제시나 최소 이행 기준 설정 등이 보완될 필요가 있다.

본 연구에서 제시한 정책 인벤토리와 이행 평가 체계는 완결된 도구라기 보다는 지속적으로 개선되고 확장되어야 할 프레임워크로 이해되어야 하며, 실무 현장의 피드백을 반영한 고도화 작업이 후속 연구를 통해 이루어져야 할 것이다.

■ 참고문헌 ■

- 강정은·현경하·박종빈, 2014, “도시 물순환 개선을 위한 도시기본계획과 저영향 개발(LID) 연계성 분석,” 『대한토목학회논문집』, 34(5), pp.1625-1638.
- 강희조, 2018, “4차 산업혁명 기반 스마트 재난안전관리 대응체계 구축,” 『Journal of Digital Contents Society』, 19(3), pp.561-567.
- 관계부처합동, 2023, 『제3차 국가 기후위기 적응 강화대책(2023~2025)』, 세종: 관계부처합동.
- 김진동, 2010, “재난관리정책 개선방안을 위한 우선순위분석-소방공무원의 설문자료를 중심으로,” 『한국방재학회논문집』, 10(2), pp.61-68.
- 박상식·지용근·이용범, 2024, “자연재난 대비 비구조적 대책의 통합적 개선 방안 및 체계 연구,” 『한국방재학회논문집』, 17(4), pp.93-106.
- 사공영호, 2008, “정책이란 무엇인가?-정책의 수단적 가치에 대한 반성,” 『한국정책학회보』, 17(4), pp.1-36.
- 서울특별시, 2022, 『서울시 기후변화대응 종합계획(2022-2026)』, 서울: 서울특별시.
- 송영일·홍재우·정휘철·박송미, 2023, 『국가 기후위기 적응 정책 이행 모니터링 수준 측정 및 개선방안 마련 연구』, 세종: 한국환경연구원.

- 윤은주·이지우, 2024, “폭우에 대한 도시 기후탄력성 제고를 위한 그린인프라 평가체계 구축방안 연구,” 『Journal of Climate Change Research』, 15(4), pp.551-563.
- 이승준·이승주, 2024, 『기후변화 적응을 위한 보험회사의 역할: 자연재해 위험 인수 및 관리를 중심으로』, 서울: 보험연구원.
- 정정길·이시원·최종원·정준금·권혁주·김성수·문명재·정광호, 2023, 『정책학원론』, 서울: 대명출판사.
- 최한나·김민철·박재우, 2018, “영국의 기후변화 역량강화 정책과 전문가의 핵심역량 분석을 통한 한국 정책에의 시사점 도출,” 『핵심역량교육연구』, 3(2), pp.43-63.
- 환경부·한국환경공단, 2016, 『저영향개발(LID) 기법 설계 가이드라인』, 세종: 환경부.
- Anderson, J. E., 2015, *Public policymaking: an introduction*, (8th ed.), Boston: Cengage Learning.
- Australian Government, 2021, *National climate resilience and adaptation strategy 2021-2025*, Canberra: Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water.
- Danish Government, 2012, *Action plan for a climate-proof Denmark*, Copenhagen: Danish Nature Agency.
- Douxchamps, S., L. Debevec, M. Giordano and J. Barron, 2017, “Monitoring and evaluation of climate resilience for agricultural development - a review of currently available tools,” *World Development Perspectives*, 5, pp.10-23.
- French Government, 2018, *Plan national d'adaptation au changement climatique 2018-2022*, Paris: Ministère de la Transition écologique et solidaire.
- Government of Ireland, 2018, *National adaptation framework: planning for a climate resilient Ireland*, Dublin: Department of Communications, Climate Action and Environment.
- IEA, 2022, *Climate resilience policy indicator*, Paris: International Energy Agency.
- IPCC, 2021, *Climate change 2021: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Italian Ministry for the Environment, 2015, *National adaptation strategy*, Rome: Government of Italy.
- Meerow, S., J. P. Newell and M. Stults, 2016, “Defining urban resilience: a review,” *Landscape and Urban Planning*, 147, pp.38-49.
- OECD, 2024, *Measuring progress in adapting to a changing climate*, Paris: OECD Publishing.
- O'Toole, L. J., 2000, “Research on policy implementation: assessment and prospects,” *Journal of Public Administration Research and Theory*, 10(2),

pp.263-288.

- Pearson, L. and M. Pelling, 2015, "The UN Sendai framework for disaster risk reduction 2015-2030: negotiation process and prospects for science and practice," *Journal of Extreme Events*, 2(1), 1571001
- Petak, W. J., 1985, "Emergency management: a challenge for public administration," *Public Administration Review*, 45(Special Issue), pp.3-7.
- Ribeiro, P. J. G. and L. A. P. J. Gonçalves, 2019, "Urban resilience: a conceptual framework," *Sustainable Cities and Society*, 50, 101625.
- Tuts, R., C. Cody, G. Alabaster, S. Croese, J. Fransen, N. Gwedla and M. Majale, 2015, *Guiding principles for city climate action planning*, Nairobi: UN-Habitat.
- UK Parliament, 2008, *Climate change act 2008*, London: The Stationery Office.
- Vedung, E., 2010, "Four waves of evaluation diffusion," *Evaluation*, 16(3), pp.263-277.
- Weiss, C. H., 1998, *Evaluation: methods for studying programs and policies*, (2nd ed.), Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Whitsel, L. P., S. Honeycutt, R. Radcliffe, J. Johnson, P. J. Chase and P. Noyes, 2024, "Policy implementation and outcome evaluation: establishing a framework and expanding capacity for advocacy organizations to assess the impact of their work in public policy," *Health Research Policy and Systems*, 22, 27.

웹사이트

- C40 Cities, 2020, "Climate action planning framework," <https://www.c40knowledgehub.org> [2026.1.30]
- Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, 2024, "Adaptation and resilience," <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/topics/climate-change-impacts-and-resilience/adaptation-and-resilience/>, [2026.1.30]

손철희: 충북대학교에서 박사학위를 취득하였고, 현재 한국환경연구원 초빙연구원으로 재직 중이다. 주요 관심분야는 탄소중립도시, 기후적응, 도시 및 환경계획/정책, 지속가능한 발전이다. '제5차 국가환경종합계획(2020-2040) 수정계획 수립 연구', '도시공간 기후탄력성 확보 기술 평가 및 의사결정지원 시스템개발' 등에 참여하였다(sonch@kei.re.kr).

정휘철: 일본 교토대학에서 박사학위를 취득하였고, 현재 한국환경연구원 국가기후위기 적응 센터장으로 재직 중이다. 주요 관심분야는 기후변화 영향 및 적응, 기후탄력성, 국토환경관리 정책, 취약성 평가 등이며, '도시공간 기후탄력성 확보 기술 평가 및 의사결정지원 시스템개발', '기후위기 적응 이행력 제고를 위한 법제도 개선 방안', '중장기적 적응전략 마련을 위한 기후위험 및 적응 평가체계 연구' 등을 수행하였다(hchjung@kei.re.kr).

박창석: 서울대학교에서 박사학위를 취득하였고, 현재 한국환경연구원 연구부원장으로 재직 중이다. 주요 관심분야는 환경계획, 기후변화 정책, 도시환경정책 등이며, '제5차 국가환경종합계획(2020-2040) 수정계획 수립 연구', '환경관리 고도화를 위한 환경정책 발전 방안 연구', '한국형 탄소중립도시 지정 및 제도 마련 연구', '기후위기 대응 하구·연안 통합환경정보체계 시범구축' 등을 수행하였다(plade290@kei.re.kr).

투 고 일: 2025년 12월 08일
심 사 일: 2025년 12월 13일
게재확정일: 2026년 02월 09일