

세계도시 정책동향

Global Urban
Policy Trend

601호
2026.6.29.

폭염 위험 진단

심층 리포트 데이터 기반 폭염 위험 평가: 글로벌 동향과 서울의 과제

정책 돋보기 홍콩 | 주거·에너지 복지와 연계한 폭염 대응

베이징시 | 건강 위험 평가와 예보발표 플랫폼으로 폭염 위험 관리

바덴뷔르템베르크주·슈투트가르트시 | 기후데이터로 읽는 폭염 위험과
생활권 맞춤형 대응

보스턴시 | 형평성을 중심에 둔 데이터 기반 폭염 회복력 계획

광저우시 | 열취약지수로 냉방습터를 배치하는 맞춤형 대응

정책 뉴스 이탈리아

데이터 기반 폭염 위험 평가: 글로벌 동향과 서울의 과제

조기영(서울연구원 지속가능연구실 연구위원)

폭염 재난화, 도시 열환경 개선과 주거 안전을 잇는 대응

- 기후변화로 폭염이 더 이르고 길게 나타나면서 해외 주요 도시는 폭염을 단순한 여름철 기상현상이 아니라 도시의 생활안전과 주거 취약성을 동시에 위협하는 기후재난으로 인식하고 있음. 특히 폭염 피해는 모든 시민에게 동일하게 발생하지 않으며 주거환경과 냉방 여건, 에너지 비용 부담, 건강 상태 등이 중첩될수록 가구 단위의 실내 열위험이 커짐(World Health Organization, 2026).
- 주요 해외 도시는 이러한 문제에 대응하기 위해 기존의 폭염특보 발령, 무더위쉼터 개방, 일반 행동요령 안내 중심의 대응을 넘어, 위험을 사전에 평가하고 필요한 보호수단으로 연결하는 체계를 정비하고 있음. 이는 폭염 대응이 단순히 더위를 알리고 피하도록 안내하는 방식에서, 위험이 큰 지역과 가구를 먼저 확인하고 냉방 공간, 에

[그림 1] 기존 폭염 지표 대비 취약가구 폭염 취약성 평가 전환 방향

재정의 특성	단기적 접근	장기적 접근
평가범위	도시단위 평가	개인 체감 평가
평가항목	(서비스 제공 기준) 소득 행정구역 단위 평가 옥외환경 중심 평균화 된 지표 공공 통계 기반 정적 평가(저빈도 갱신)	(서비스 제공기준) 환경· 물리적 요소 등 복합적 건물 내부 열환경 평가 개인별 열민감도 중심 가구별 IoT센서 모니터링 공공통계 + 건물데이터+ 공간 생활패턴 반영 동적 평가(실시간 갱신)
접근방식	공급자 - 수혜자 구조	사회적 약자에 대한 선별적 접근
정책참여	일부 계층, 집단에 국한 일괄 지원	환경에 영향을 미치는 의사결정과정에서의 수요자 참여

출처: 조기영 외, 2026

너지 지원, 주거환경 개선 등과 연계하는 방식으로 전환되고 있음을 보여 줌

- ◎ 서울도 폭염을 재난관리의 주요 과제로 다루고 있으나 기존의 인구집단 중심 취약계층 분류만으로는 실제 가구별 실내 열위험과 대응 여건의 차이를 충분히 설명하기 어려움. 따라서 해외 도시의 위험평가와 지원 연계 사례를 검토하여, 서울의 폭염 취약가구를 보다 정밀하게 확인하고 기존 정책 수단과 연결하는 운영 방향을 모색할 필요가 있음

거시적 도시 열환경과 미시적 주거 성능의 격차

공간 단위와 수혜층의 격차

- ◎ 가로수 식재, 바람길 확보, 도로 자동 물분사 시스템(Cooling Road) 등 거시적(macro) 도시 차원의 폭염 대책은 도시 전체의 열섬현상을 완화하는 데 크게 기여하지만, 주요 수혜층은 보행 시민이나 이동 인구에 집중됨
- ◎ 반면 정작 외부 활동을 하지 않고 실내에 고립된 취약가구가 직면하는 미시적(micro) 열환경은 외부 기온보다 건물 내부의 단열, 창호, 가구별 열 축적 성능에 전적으로 좌우되므로 거시 대책과의 뚜렷한 격차가 발생함
- ◎ 거시적 관점에서 폭염 위험은 1인당 녹지 면적 이외에도 건강과도 직결되어 의료기관 1개당 담당 인구수, 의료인력 1명당 담당 인구수, 인원 대비 면적 등도 영향을 받음
- ◎ 도시 평균기온이 낮아지거나 냉방습터가 늘어나는 것만으로 에너지 취약가구의 실내 안전이 자동으로 확보되는 것은 아님. 노후 창호와 단열, 옥상·외벽의 열축적, 냉방기 상태, 전기요금 부담에 따라 같은 지역에 있는 가구도 서로 다른 실내온도를 경험할 수 있음

기후적 한계와 냉방 공간 접근성

- ◎ 주택 노후도가 심각하여 단열재의 성능이 저하되고 고효율 창호가 없는 에너지 취약가구의 경우에는 에너지 효율이 지극히 낮아 요금 부담을 가중시킴
- ◎ 실내 온도 완화를 위해 개별 가구가 취할 수 있는 에어컨 가동은 전력 소비 급증과 실외기 인공열 배출을 통해 도시열섬을 다시 악화시키는 모순을 지니므로 건물의 하드웨어 성능을 개선하는 미시적 건물 단위 대책 없이는 근본적 생명 보호가 불가능함
- ◎ 따라서 고령자, 만성질환자와 돌봄이 필요한 사람은 폭염 시 외출을 자제하고 집에서 머무르는 시간이 길기 때문에 도시 공간의 냉각효과를 직접 누리기 어려울 수 있음. 따라서 도시 열섬 완화와 냉방 공간 정책은 실내 열위험을 확인하고 가정 내 냉방·

에너지·주거지원을 제공하는 정책과 함께 설계되어야 함

해외 도시의 데이터 기반 폭염 위험 평가

폭염 위험을 사전에 식별하는 도시 데이터 체계

- ◎ 해외 주요 도시는 폭염 대응을 위해 단순 기온 자료를 넘어 지역별 열위험과 사회적 취약성을 함께 분석하는 지표와 지도를 활용하고 있음. 이러한 지도는 특정 개인이나 가구의 지원 여부를 자동으로 결정하기 위한 수단이 아니라 어느 지역과 건물을 먼저 점검하고 어떤 인프라를 우선 배치할지 판단하는 정책 보조도로 활용됨
- ◎ 폭염 취약성 지도는 기후 노출, 건강 민감도, 냉방 접근성, 녹지 및 그늘, 주거·건물 특성, 소득과 사회적 고립 등을 결합하는 방향으로 발전하고 있음. 이는 폭염 대응이 기온이 높은 지역을 찾는 것에서 더위로부터 보호받기 어려운 조건이 중첩된 지역과 가구를 파악하는 방식으로 변화하고 있음을 의미함
- ◎ 국내의 경우, 기상청에서 폭염으로 인한 인명피해를 예방하고 국민 행동 요령을 안내하기 위하여 체감온도를 핵심 지표로 한 폭염특보 기준을 운영하고 있으며 환경부의 경우도 폭염에 대한 지역별 취약도를 정량적으로 평가하기 위해 폭염취약성지수(Heat-wave Vulnerability Index, 환경부 HVI)를 도입하고 있음

미국 폭염건강지수(HHI)와 뉴욕 폭염취약성지수(HVI)

- ◎ 미국은 최근 폭염 경보체계를 단순 기온 중심에서 건강 영향 중심으로 전환하고 있음. 미국 국립기상청(NWS)의 폭염위험예보(HeatRisk)는 특정 지역의 예측 폭염을 색상과 숫자로 표시해 위험 수준을 제공하고 해당 수준에서 특히 위험할 수 있는 집단과 보호 행동을 함께 안내하는 도구로, 폭염과 그에 따른 잠재 위험을 계획하는 데 활용
- ◎ 미국 질병통제예방센터(CDC)는 폭염건강지수(Heat and Health Index, HHI)를 통해 우편번호 기반으로 폭염을 건강 위험 관점에서 해석하고 최종적으로 과거 폭염 및 건강 영향(Historical Heat & Health Burden), 신체적 취약성(Sensitivity), 사회인구학적 요인(Sociodemographic), 자연 및 건물 환경(Natural & Built Environment) 4가지 요인을 통합하여 극단적인 더위로 인하여 건강이 악화될 위험을 사전 준비하여 관리에 활용하도록 지원함¹
- ◎ 뉴욕시는 폭염으로 인한 사망위험이 높은 지역을 파악하기 위해 폭염취약성지수

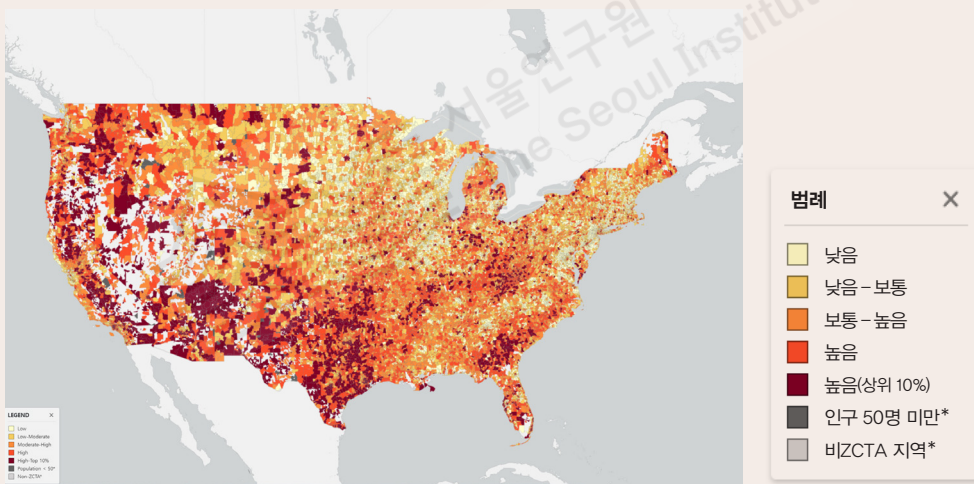
1 미국 질병통제예방센터(CDC), Heat & Health Tracker, <https://ephtracking.cdc.gov/Applications/heatTracker/>

(Heat Vulnerability Index, 뉴욕시 HVI)를 구축하여 활용하고 있음. 폭염취약성지수는 지표면온도, 녹지, 가정 내 에어컨 보유, 소득 등 지역의 환경·사회 조건을 통계적으로 결합하고, 동네별 취약성을 1등급부터 5등급까지 표시함²

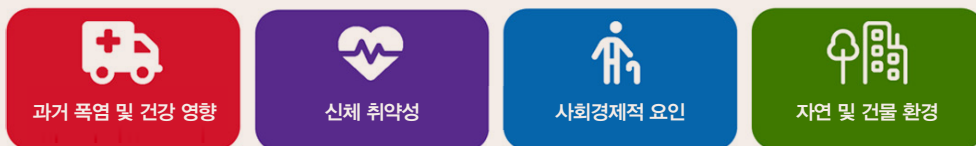
- 뉴욕 사례는 폭염 취약성 평가가 단순한 연구지표가 아니라 냉방센터 배치, 지역 홍보, 녹지·건축물 개선, 취약가구 발굴에 연결될 때 정책효과가 커질 수 있음을 보여줌. 특히 뉴욕시에서는 가정 내 에어컨 보급률이 전체적으로 높더라도 고소득 지역과 저소득 지역 간 접근 격차가 존재함. 뉴욕시 자료는 일부 고소득 지역의 가정 냉방 접근율이 98%에 이르는 반면, 저소득 지역은 76%까지 낮을 수 있다고 설명함
- 이 사례는 폭염 위험을 도시 전체 평균기온으로 판단하지 않고, 열환경과 사회경제적 조건, 주변 및 건물 환경이 중첩되는 공간을 찾아내려는 접근임. 특히 같은 도시 안에서 폭염 피해가 불평등하게 발생한다는 점을 정책적으로 드러낸다는 점에서 중요함

(2026. 6. 18. 검색).

[그림 2] 폭염건강지수



[그림 3] 폭염건강지수 4대 요인



2 뉴욕시 보건위생국(NYC DOHMH), Interactive Heat Vulnerability Index, Environment & Health Data Portal, <https://a816-dohbsp.nyc.gov/IndicatorPublic/data-features/hvi/?utm>(2026. 6. 18. 검색).

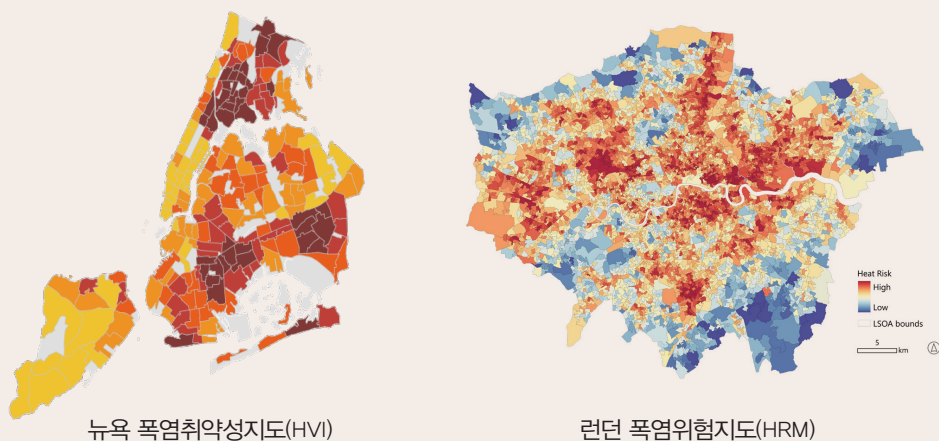
[표 1] 폭염건강지수 세부지표

과거 폭염 및 건강 영향 (Historical Heat & Health Burden)	극심한 폭염 일수 (Number of Extreme Heat Days)	신체취약성 (Sensitivity)	관상동맥성 심장질환
			비만
			당뇨병
	폭염 관련 질환 발생률 (Heat-related Illness)		만성폐쇄성폐질환(COPD)
사회경제적 요인 (Sociodemographic)		자연 및 건물 환경 (Natural & Built Environment)	천식
	건강보험 미가입		정신건강 취약상태
	빈곤율		불투수면 비율
	실업률		수목 캐노피(녹지 영역)
	고졸 미만 학력		차량 미소유 가구
	독거 가구		이동식 주택(Mobile Homes) 비율
	영여 미숙련자		세입자 비율
	장애인		대기 중 오존 농도
	야외 노동자		미세먼지(PM2.5) 농도
	85세 이상 고령층		

런던 폭염위험지도(Heat Risk Map)와 건물 폭염위험지도(Property Heat Risk Map)

- 런던은 기후위험지도(Climate Risk Map)를 통해 도시 전반의 폭염·홍수 위험을 통합적으로 관리하고 있음. 특히 폭염 대응을 위해서는 이를 세분화한 폭염위험지도(Heat Risk Map)를 구축하였으며, 최근에는 장시간 머무는 주거공간의 안전을 확보하기 위해 건물 단위의 과열 위험을 평가하는 건물 폭염위험지도(Property Heat Risk Map)로 분석 수준을 확장하고 있음(Greater London Authority, 2024)

[그림 5] 해외 폭염 리스크 지표 및 지도



- 런던 사례에서 주목할 점은 지역 단위의 폭염위험평가가 건물 유형으로 확장되어 학교, 병원, 요양시설, 주택 등 장시간 머무는 건물의 위치와 구조, 냉난방 체계, 거주자 특성을 함께 고려하여 과열 가능성이 높은 공간을 식별하는 접근을 했다는 것임 (Bloomberg Associates, 2024)
- 이는 같은 지역 안에서도 건물의 방향, 창호, 단열, 환기, 상층부 노출과 냉방설비에 따라 실내 과열위험이 달라질 수 있음을 전제로 함. 폭염 대응이 도시환경 전체의 문제인 동시에 주택과 돌봄시설 내부의 문제임을 보여 주는 사례임
- 지역·건물 위험평가는 신규 개발과 기존 건축물의 과열위험을 줄이기 위한 도시계획에도 활용할 수 있음. 녹화와 차양, 고반사 소재, 자연환기와 같은 수동적 냉방 수단을 확대하면 냉방에너지 부담을 줄이면서 실내 안전을 높일 수 있음. 특히 장시간 머무는 공간의 폭염 위험을 별도로 파악하는 접근은 서울의 에너지 취약가구 지원정책과도 연결될 수 있음
- 런던은 이 지도를 바탕으로 기후위험 노출과 사회·경제적 빈곤층(소득, 사회주택, 보건 위험)이 중첩되는 공간을 과학적으로 도출하여 한정된 행정 자원을 우선 배분하는 기준으로 활용하되, 지도가 개별 시민의 지원 자격을 기계적으로 제한하지 않도록 유연하게 연계 운영하고 있음

데이터 기반 폭염위험지도 활용 방안

- 거시적인 폭염위험지도는 도시 차원의 정책결정에 유용하지만, 개별 가구의 실제

상황을 완전히 설명하지는 못함. 지도상 고위험 지역에 거주한다고 해서 모든 가구가 같은 수준으로 위험한 것은 아니며, 상대적으로 위험도가 낮은 지역에도 실내 열환경이 매우 취약한 주택이 존재할 수 있음

- ◎ 서울에서도 자치구나 행정동 평균기온만으로는 생활권 안의 열환경 차이를 충분히 설명하기 어려움. 서울시 도시데이터센서와 기상관측자료를 활용한 고해상도 분석은 같은 시간에도 지역별 기온이 다르게 분포할 수 있으며, 위험지도와 취약계층 분포를 연계할 필요가 있음을 보여 줌
- ◎ 폭염위험지도에서 상대적으로 낮은 위험으로 분류된 가구도 냉방기 고장, 건강 상태 악화, 정전·단수, 가족 돌봄 공백, 폭염 장기화 등 예외상황에서는 위험이 높아질 수 있음
- ◎ 따라서 폭염위험지도는 지원 제의를 위한 선별기준이 아니라 우선 확인을 위한 참고자료로 활용되어야 함. 취약지역과 에너지 취약건물을 파악한 뒤, 현장 확인과 기존 복지·주거·에너지 지원 정보를 결합하는 운영체계가 필요함

건강·생활위험 관리 중심의 폭염 대응

일본 WBGT(습구·흑구 온도) 기반 열사병 특별경보 및 이동 통제

- ◎ 일본은 단순 기온이 아닌 습도·복사열을 종합적으로 반영하여 인체 열 스트레스를 객관적으로 나타내는 습구흑구온도(Wet Bulb Globe Temperature, WBGT) 지수를 법제화하여 폭염 방재의 기준으로 삼음
- ◎ 지수가 최고 단계인 ‘위험’ 수준에 도달하여 ‘열사병 특별경보’가 발령되면 지자체는 학교의 임시 휴업과 등하교 시간 조정을 의무적으로 실시해 청소년과 아동의 이동을 원천 통제함
- ◎ 공공기관 및 민간 기업들은 근로자가 출퇴근 경로에서 극단적인 폭염에 노출되는 재난을 방지하기 위해, 경보 기간 동안 전면적인 재택근무 체계로 즉각 전환하도록 강력히 지침을 시행함. 이는 폭염 상황에서 무리한 경제활동 이동을 멈추고 주거 성능이 확보된 실내에 머물게 함으로써 열 노출을 전면 제약하는 실질적 예방책임

프랑스 파리 REFLEX 시스템 및 폭염 단계별 노동 조정

- ◎ 파리는 극단적 폭염(canicule) 리스크에 선제 대응하기 위해 평시부터 취약 시민 데이터베이스인 ‘REFLEX 시스템’을 고도화하여 구축·운영함
- ◎ 프랑스 노동법과 파리시 가이드라인에 따라, 폭염 경보 발령 기간 중 외기 온도가 임

계치를 초과할 경우 실외 작업자의 야외 이동 및 노출을 법적으로 중단시킴

- ◉ 동시에 일반 출퇴근 근로자의 동선을 최소화하기 위해 직무 형태를 원격 재택근무로 강제 전환하거나, 비교적 서늘한 이른 아침이나 늦은 저녁 시간대로 근무 시간을 의무 조정하는 등 법적인 이동 통제 메커니즘을 가동하여 재난 노출을 최소화하고 있음

미국 뉴욕 체감더위지수 및 폭염 취약성 연계 행정명령

- ◉ 뉴욕시는 기상청의 단순 기온 경보를 넘어 습도가 결합된 체감더위지수(Heat Index)가 기준치(35℃(95°F) 2일 이상 또는 38℃(100°F) 1일 이상)에 도달할 것으로 예보되는 즉시 공공 냉방센터(Cooling Center)를 전면 의무 개방함
- ◉ 인구 민감도와 사회적 적응 능력을 결합해 상위 20%의 고위험 지역을 도출한 후, 단계별 행동 매뉴얼에 따라 취약 근로자의 야외 이동 및 노동을 즉각 제한하는 연계 조치를 행정 명령 수준으로 실행함

[표 2] 폭염 지수를 활용한 국내외 정책 지원 및 활용

구분	주관기관	폭염 지수 기준 활용	관련 근거
국내	환경부	폭염취약성지수(HM) 기후 노출·민감도·적응 능력 3요소의 점수화 상위 20% 지역 우선지원	기후 위기 취약계층 지원
	행정안전부	기상청 폭염특보 일 최고 체감온도 기준 발령	무더위쉼터 운영 지침
	교육부	기상청 폭염특보 일 최고 체감온도 기준 발령	학교 폭염 대응 매뉴얼
일본	환경성	WBGT(Wet Bulb Globe Temperature) 습구·흑구·건구 온도 반영 5단계로 구분하여 제시	열사병 특별경보 정보 등의 운영 지침
미국	보건복지부	CDD(Cooling Degree Days) 30년 평균과 최근 연도 CDD 비율 산정 CDD, 가구 수, 에너지 사용량 등 종합 고려	The LIHEAP Formula
미국	뉴욕시	체감더위지수(Heat Index) ≥95°F(35°C) 2일 이상 ≥100°F(38°C) 1일 이상	냉방센터 운영 프로그램 (Cooling Center Program)

실내 열환경을 고려한 폭염 맞춤형 에너지 취약가구 지원

폭염과 여름철 에너지 취약계층의 빈곤

- ◎ 에너지 빈곤은 단순히 소득이 낮은 상태가 아니라, 가구가 필수적인 냉난방과 조명 등 에너지 서비스를 충분히 이용하지 못해 건강과 생활안전이 악화되는 상태임. 유럽연합은 에너지 빈곤의 주요 원인으로 낮은 소득, 높은 에너지비용, 건물과 가전의 낮은 에너지 성능을 제시함. 최근에는 여름철 집 안을 쾌적하게 유지하지 못하는 문제를 여름철 에너지 빈곤으로 다루며, 에너지효율과 도시·공간정책을 함께 개선해야 한다고 강조함³
- ◎ 폭염 대응에서 냉방기 보급은 중요한 정책 수단이지만, 냉방기 보유 여부만으로 가구의 안전을 판단하기는 어려움. 에어컨이 있어도 전기요금 부담 때문에 충분히 사용하지 못할 수 있고, 노후주택의 단열·창호 성능이 낮아 냉방효율이 떨어질 수 있음
- ◎ 또한 냉방기가 한 공간에만 설치되어 있거나 고령자가 조작하기 어려운 경우 실제 실내 보호 효과는 제한적일 수 있음. 따라서 폭염 취약가구 지원은 냉방기 보유 여부가 아니라 냉방 가능성, 에너지 비용 부담, 주거 성능, 건강 상태를 함께 고려해야 함
- ◎ 에너지 빈곤은 단순 요금 부담의 문제가 아니라 건강과 생활안전의 문제임. 폭염 시 에너지 비용 부담으로 냉방을 충분히 사용하지 못하면 실내 열위험이 커지고, 이는 고령자나 만성질환자에게 건강 피해로 이어질 수 있음

미국 LIHEAP과 냉방도일(CDD) 기반 냉방비 지원

- ◎ 미국 저소득층 에너지지원 프로그램(Low Income Home Energy Assistance Program, LIHEAP)은 저소득가구의 가정 에너지비용을 지원하는 연방 프로그램임. 주별 운영방식에 따라 냉난방비, 에너지 위기지원, 주택 기상화와 에너지 관련 수리 등을 포함할 수 있음⁴
- ◎ LIHEAP 배분산식은 저소득가구의 난방비와 냉방비를 함께 고려하며, 기온 편차를 반영하기 위해 난방도일과 냉방도일을 활용함. 냉방도일(Cooling Degree Days, CDD)은 하루 평균기온이 기준 온도보다 얼마나 높은지를 누적하여 냉방 필요 정도를 나타내는 지표임

³ European Commission, "Energy poverty," https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/energy-consumers-and-prosumers/energy-poverty_en. (2026. 6. 18. 검색).

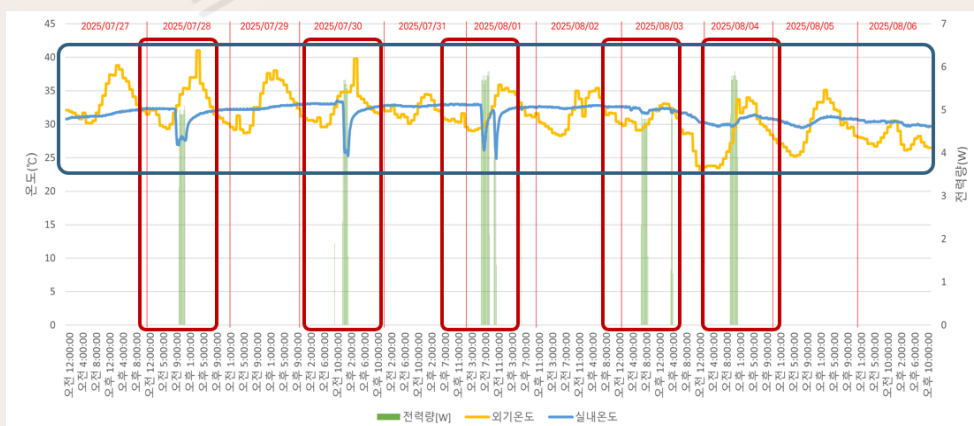
⁴ U.S. Administration for Children and Families, "Low Income Home Energy Assistance Program"; Perl, L., 2016.

- ◉ CDD는 지역별 냉방수요를 파악하고 예산 배분을 검토하는 데 유용하지만, 개별 가구의 건강 취약성, 냉방기 사용 가능성, 주택 성능, 전기요금 부담을 모두 반영하지는 못함. 따라서 기후지표와 가구 단위 취약성 정보를 함께 고려할 필요가 있음
- ◉ LIHEAP의 시사점은 폭염 대응이 보건·재난 부서만의 업무가 아니라 에너지복지 정책과 결합되어야 한다는 데 있음. 폭염 리스크가 높은 가구라 하더라도 냉방비 부담 때문에 에어컨 사용을 줄인다면 폭염 경보와 행동요령만으로는 충분하지 않음

실내 열위험 데이터 기반 주거 환경 개선⁵

- ◉ 폭염 시 주거 공간은 시민이 더위를 피하는 기본 장소임. 그러나 모든 주택이 폭염으로부터 거주자를 보호하는 것은 아님. 노후주택, 반지하, 옥탑, 최상층, 단열이 취약한 주택, 창호 성능이 낮은 주택, 일사 유입이 큰 주택에서는 실내 온도가 외부보다 낮게 떨어지고 야간에도 열이 축적될 수 있음. 특히 고령자와 아동은 폭염 시 외부활동을 줄이고 집에 머무는 시간이 길어지기 때문에 실내 열위험은 폭염 대응에서 핵심적으로 다뤄야 할 영역임
- ◉ 서울시의 준공 연도 30년 이상 된 노후화된 에너지 취약가구(저소득층)를 대상으로 기존 스마트 돌봄 센서를 활용하여 폭염 기간에 온도·습도 및 전력량 등을 측정하였으며 동일한 기상 조건 아래 실내 열환경은 가구마다 다르게 나타났음
- ◉ 일부 가구는 평균 실내온도가 30℃ 이상 지속되었으며, 냉방기기를 가동했을 때 실

[그림 6] 스마트 안부 확인 IoT 플러그를 활용한 실내 열환경 측정



5 조가영·최수범·김수진·강원삼·이정훈, 2026, 「AI 기반 서울시 에너지 취약가구의 폭염 리스크 예측 및 적용 체계」, 서울연구원.

[표 3] 스마트 안부확인 IoT 센서 상세 정보

구분	상세 정보	
주요 기능	온/습도 분석, 전력 측정, 조도 분석, 화재 감지, LTE 통신 감도 측정	
온도/ 상대습도 정확도	온도 정확도: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ (표준), 온도 작동 범위: $-20^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ 상대습도 정확도: $\pm 2\%$ (표준), 습도 작동 범위: $0\% \sim 100\% \text{ RH}$	
최대 전력	MAX 16A 250 V~	
입/출력 전압	16A, 100~250 V~	

내온도가 일시적으로 $3 \sim 6^{\circ}\text{C}$ 가량 낮아졌으나 낮 동안 축적되는 태양 복사열에 의해 저녁, 새벽 시간대는 외기온도보다 내부온도가 약 $4 \sim 6^{\circ}\text{C}$ 더 높은 약 $31 \sim 32^{\circ}\text{C}$ 로 분포함

- 이름 폭염 취약성이 소득이나 연령 같은 단일 기준만으로 설명되기 어려우며 동일한 정책 대상군에 속한 가구라도 주택 성능, 냉방 기능성, 에너지 사용 여건에 따라 실내 위험은 크게 달라질 수 있음을 보여 줌

기존 IoT 돌봄 인프라를 폭염 대응에 확장

- 최근 연구에서는 실내 열환경을 반영한 개인 맞춤형 조기경보가 주목받고 있음. 65세 이상 고령자 78명의 가정에서 개인화된 디지털 폭염 조기경보 시스템을 시험했으며, 이 시스템은 실내 환경 모니터링과 개인 취약요인을 반영해 맞춤형 폭염 정보와 냉방 권고를 제공함. 기존 집단 기반 경보가 실외 기상자료에 의존하고 실내 노출과 개인요인을 충분히 반영하지 못하는 한계가 있음을 시사함(Oberai et al., 2025)
- 서울시는 고독사 예방과 취약계층 안전확인을 위해 스마트 플러그와 IoT 돌봄장비를 활용하고 있음. 장비에 따라 온도·습도·조도·움직임·이산화탄소·휘발성유기화합물(VOCs) 자료를 수집할 수 있으나, 폭염·한파 정책과의 직접적인 연계는 제한적임. 이 장비를 별개의 폭염 전용 센서로 대체하기보다, 기존 기능을 활용해 실내 열환경과 에너지 이용상태를 확인하는 방식이 효율적임
- 폭염 대응에서는 온도와 습도를 실내 열위험의 기본지표로 활용하고, 전력사용량을 냉방기 작동 여부와 에너지 이용행태를 확인하는 보조정보로 사용할 수 있음. 실

내온도가 장시간 높게 유지되면서 냉방기 전력사용이 나타나지 않는 경우에는 우선 전화나 방문확인이 필요한 신호로 해석할 수 있음

- ◎ 이산화탄소 농도는 폭염 위험 자체를 직접 판단하는 기준이라기보다 환기상태와 재실환경을 보완적으로 파악하는 정보로 활용하는 것이 적절함. 높은 CO₂ 농도와 높은 온·습도가 함께 나타난다면 창문을 닫은 채 장시간 재실하거나 환기가 충분하지 않을 가능성을 검토할 수 있음

[표 4] 실내 열위험 신호와 지원 연계

위험신호	우선 확인사항	연계 가능한 지원
실내 고온 장시간 지속	냉방기 상태, 건강, 주택구조	안부확인, 방문건강관리
냉방기 전력 미감지	부재, 고장, 요금 부담, 플러그 분리	냉방비, 점검·수리
냉방 후 온도 저감 미흡	창호, 단열, 차양, 옥상 열축적	주거성능 개선
고온·고습·CO ₂ 상승	환기, 재실, 센서 상태	환기 안내, 현장점검

서울을 위한 정책 제언

- ◎ 해외 도시의 폭염 대응은 폭염특보와 행동요령 안내 중심에서 위험지도, 냉방 공간, 에너지 지원, 주거 공간 실내 열위험 관리가 서로 연결되는 방향으로 발전하고 있음. 서울에서는 폭염 대응 시 재난기후기금 등을 현재 소득기준으로 일괄 배분하기보다 폭염 위험이 높은 가구를 확인하여 주거 성능, 냉방기 사용 가능성, 전기요금 부담과 실내 열환경을 함께 확인하는 냉방·주거·보건·돌봄 지원으로 연결하는 체계로 전환할 필요가 있음. 위험정보는 지원 대상을 자동으로 결정하는 기준이 아니라 계획, 집행, 모니터링과 사후평가 전 과정의 우선순위 판단을 돕는 자료로 활용해야 함

기후 재난(폭염·한파) 리스크 가구 단위 실내위험의 단계적 연계

- ◎ 폭염 취약가구는 고령자, 여성, 저소득층 등 특정 집단과 동일시되어서는 안 됨. 물론 고령, 만성질환, 소득, 독거 여부는 중요한 위험요인이지만 폭염 취약성은 주거환경, 냉방 접근성, 에너지 비용 부담, 건강 상태, 이동성, 사회적 고립이 중첩되면서 형성됨. 따라서 정책 대상 설정은 기존 복지대상 기준을 활용하되 그 내부의 위험 차이를

파악하는 보완체계를 갖출 필요가 있음.

- ◎ 서울시 취약계층의 폭염 대응을 위해서는 재난·복지·돌봄·주거·기후환경 고위험 가구를 통합적으로 파악하는 데 한계가 있으며 폭염특보, 취약계층 정보, 주택개선 이력, 냉방습터 운영, IoT 안부 확인 신호가 분절적으로 관리되는 구조에서는 정책의 누락과 중복이 발생할 수밖에 없음
- ◎ 모든 데이터를 하나의 대형 플랫폼에 집중시키는 방식은 법적·기술적 부담이 크므로 정책 목적에 따라 연계 수준을 구분하는 실용적 접근이 필요함
- ◎ 현장 대응에는 실내 고온 장기 지속, 냉방기 전력 미감지, 생활반응 이상 등 최소한의 핵심 위험신호만 신속히 전달하고, 정책 분석과 효과평가에는 가명처리·집계된 자료를 안전한 분석환경에서 활용하는 방식이 적절함

데이터 기반 주거 환경 개선 사업과 재난복지 사후 환류 체계 마련

- ◎ 기존의 단열 창호 간편시공이나 노후 주택 개선 사업과 에너지 효율화 사업은 신청 방식으로 운영되어 정보 접근성이 떨어지는 취약가구의 경우 사각지대로 누락되는 한계가 있음. 폭염 위험 진단 결과와 IoT 전력 사용 시그널을 연계하여 실내 열위험이 구체적으로 증명되는 위험 가구를 행정이 선제적으로 발굴할 필요가 있음
- ◎ 이후 재난관리를 위한 복지 비용을 취약계층의 지속가능한 근본적인 환경 성능 개선(단열, 창호 등)을 위한 패키지로 우선 매칭하는 전면적인 절차 정교화가 필요함
- ◎ 시공 개보수 완료 이후 실내 온도 저감 효율과 전력 비용 절감 성과를 동일 IoT 센서로 재측정하여 데이터 기반으로 정책 성과를 검증하는 지속 가능한 환류(feedback) 메커니즘을 정립해야 함

기존 스마트 돌봄(안부확인) 인프라의 기후 재난 대응 데이터로의 기능 확장

- ◎ 보건복지부의 취약 어르신 안전관리 IoT와 서울시의 스마트 안부 확인 서비스의 스마트 돌봄 플러그 등은 이미 취약가구의 실내 온도·습도·조도·움직임 및 전력 사용량 데이터를 수집하고 있으므로 폭염 대응을 위해 새로운 센서를 중복 설치하기보다, 기존 장비의 기능을 목적에 맞게 조정하여 공동 활용하는 방안을 검토해야 함
- ◎ 이러한 데이터는 단순 사후 생활반응(생존) 확인을 넘어 폭염 시 실내 열위험을 포착하는 단서가 됨. 예컨대 외기 온도가 급증하여 실내 온도가 33℃ 이상 지속 상승함에도 가전제품 전력 사용량이 0W에 가깝게 유지된다면, 이는 요금 부담으로 인해 에어컨을 켜지 못한 채 열위험을 견디고 있다는 강력한 ‘에너지 빈곤’ 시그널임
- ◎ 다만 IoT 데이터는 가구의 생활습관이나 통신 상태 등에 따라 결측 및 이상치가 발

생활 수 있으므로 데이터는 자동 판정 기준이 아니라 전화·방문 확인을 요청하는 신호로 활용하는 것이 적절함

개인정보 보호 프로토콜 고도화 및 시민 신뢰 기반의 데이터 활용

- ◎ 데이터 기반의 폭염 대응 정책이 실효성을 거두기 위해서는 데이터 가명처리 기준 표준화, 익명 데이터 스키마 적용 및 최소 수집 원칙을 제도적으로 명시하는 개인정보 보호 프로토콜 고도화가 병행되어야 함
- ◎ 사업별로 상이한 측정 항목·주기·형식을 표준화하고, 민간 플랫폼에 축적된 자료 역시 공공정책에 안전하게 활용할 수 있도록 계약 단계에서부터 데이터 이용 권한과 제공 방식을 정비할 필요가 있음
- ◎ 데이터 활용이 생명 보호·지원 연계로 이어진다는 점을 시민에게 충분히 설명하고 동의를 확보해야 하며, 가명처리된 공통 데이터셋과 안전한 데이터 결합환경, 사회 보장정보 활용을 위한 표준 승인절차도 함께 마련해야 함
- ◎ 개인정보 보호는 데이터 활용을 막는 장치가 아니라, 기존 IoT 자료를 폭염·한파의 연중 기후취약성 관리에 지속적으로 활용하기 위한 신뢰 기반으로 이해할 필요가 있음
- ◎ 결론적으로 해외 도시의 폭염 대응은 정보, 지도, 쉼터, 에너지 지원, 주거공간 모니터링이 서로 연결되는 방향으로 발전하고 있음. 서울 역시 폭염을 단순한 기상재난이 아니라 주거·에너지·복지·보건이 결합된 도시위험으로 보고, 도시 차원의 활동 조정과 주거공간 차원의 실내 열위험 관리를 함께 추진할 필요가 있음. 폭염 취약가구 대응의 핵심은 이미 존재하는 정책수단이 실제 위험이 높은 가구에 더 빨리, 더 정확하게 연결되도록 하는 데 있음

- ◎ 조가영·최수범·김수진·강원삼·이정훈, 2026, 「AI 기반 서울시 에너지 취약가구의 폭염 리스크 예측 및 적용 체계」, 서울연구원.
- ◎ Ajuntament de Barcelona, 2025, *Xarxa d'Espais de Refugi Climàtic-Estiu 2025*.
- ◎ Arup, 2024, *Properties Vulnerable to Heat Impacts in London*.
- ◎ Barcelona Climate Shelters, "Climate shelters accessibility analysis." <https://shelters.vcity.dataviz.bsc.es/slides/en>
- ◎ Bloomberg Associates, 2024, *London Climate Risk: A Spatial Analysis of Climate Risk Across Greater London: Methodology Report*.
- ◎ Centers for Disease Control and Prevention, "Heat & Health Tracker."
- ◎ European Commission, "Energy poverty." https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/energy-consumers-and-prosumers/energy-poverty_en
- ◎ Greater London Authority, 2024, "Climate Risk Map."
- ◎ London Datastore, 2024, "Climate Risk Mapping."
- ◎ Ministry of the Environment, Japan, "Heat Illness Prevention Information."
- ◎ Ministry of the Environment, Japan, 2024, *Annual Report on the Environment in Japan 2024*.
- ◎ Ministry of the Environment, Japan, 2025, 「熱中症に関する最新の情報」.
- ◎ National Weather Service, 2024, *NWS HeatRisk Fact Sheet*.
- ◎ New York City Administrative Code, §30-116, "Cooling center program."
- ◎ New York City Department of Health and Mental Hygiene, "Interactive Heat Vulnerability Index." <https://a816-dohbep.nyc.gov/IndicatorPublic/data-features/hvi/>
- ◎ Oberai et al., 2025, "A digital heat early warning system for older adults," npj Digital Medicine.
- ◎ Office of the New York City Comptroller, 2022, *Overheated, Underserved: Expanding Cooling Center Access*.
- ◎ Perl, L., 2016, *The LIHEAP Formula*, Congressional Research Service. <https://liheapch.acf.hhs.gov/sites/default/files/webfiles/docs/2016LIHEAPFormula.pdf>
- ◎ U.S. Administration for Children and Families, 2022, *LIHEAP Home Energy Notebook*.
- ◎ U.S. Administration for Children and Families, 2023, *LIHEAP FY23 Data Dashboard Glossary*.
- ◎ U.S. Administration for Children and Families, 2025, "Low Income Home Energy Assistance Program."
- ◎ World Health Organization, 2026, "Heat and health."
- ◎ World Meteorological Organization, 2026, *State of the Global Climate 2025*.