

국토정책 Brief

KRIHS ISSUE PAPER



KRIHS POLICY BRIEF • No. 583

발행처 | 국토연구원 • 발행인 | 김동주 • www.krihs.re.kr

도시의 미기후 관리방향

안승만 국토연구원 책임연구원, 김승중 국토연구원 연구위원, 이형찬 국토연구원 연구위원,
손은영 국토연구원 연구원

요약

1 에너지, 보건, 환경을 고려한 도시 미기후 관리정책을 추진하여 사회·경제적 편익을 제고

- 도시열섬으로 인해 여름철 열대야에 따른 스트레스 증가, 냉방을 위한 전기수요 증가, 화력발전소에 따른 대기 오염 증가 등 사회적으로 막대한 비용을 지출
- 도시 열환경 개선, 대기오염 개선, 에너지수요 감소 등 도시 미기후 종합 관리대책 필요

2 도시열섬은 주로 여름철 태양에너지 순복사량을 도시지역 내 인공피복에 저장함으로써 발생

- 지역적으로는 강남보다는 강북이, 제3종일반주거지역보다는 제1종일반주거지역이, 주거지역보다는 산업단지에서 야간열섬이 발달
- 도시지역 내 인공피복비율이 높을수록, 인동간격이 좁을수록, 인공피복의 열용량이 클수록, 통풍이 불량할수록 야간열섬이 집단화

3 국토정책과 환경정책을 통합한 미기후 관리체계 도입

- 사회·경제적 여건을 고려하여 미기후 관리 필요성과 이행효과가 분명한 지역에 순위를 두어 선별한 후 단계적으로 도시미기후를 관리
- 도시 숲, 그린루프 등 자연적 피복 면적을 확대하여 도시 미기후를 관리하고, 쿨루프(cool roof), 천막, PV 패널 등의 인공피복을 활용하여 도시 미기후를 관리
- 온실가스 배출, 지구온난화 등 환경적 가치 증진을 위한 기후변화 적응형 도시구현 방안 모색

정책방향

- 1 도시 미기후를 효율적으로 관리하기 위해서는 ① 주거환경 개선 및 공간계획을 통한 통풍환경 개선과 ② 아스팔트·콘크리트 인공피복을 덮어 열환경을 조절하는 입체적 인공피복(예: 햇빛 가림막) 면적을 확대해야 함
- 2 인공피복을 계획적으로 관리하여 ① 도시의 심미성, ② 시설의 기능·내구성, ③ 도시생태계의 안정성 등을 보장하여야 하며, 도시계획을 기반으로 하는 관리정책이 마련되어야 함

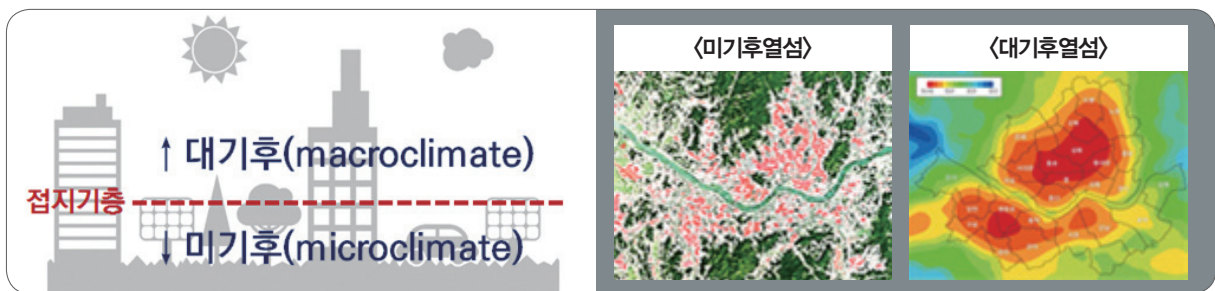
1. 미기후 관리의 필요성

미기후(microclimate)

미기후는 접지기층과 같이 작은 공간에서 수평적 또는 수직적으로 나타나는 모든 기후를 통칭함(Geiger 1942)

- 접지기층(subsurface layer)은 기상요소들이 지면특성에 민감하게 반응하는 1.5m 이하의 기층을 말함

그림 1 미기후·대기후 규모에서의 도시열섬



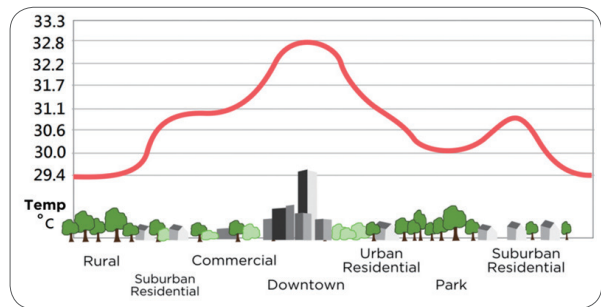
미기후 관리 필요성

도시열섬은 도시 주변지역보다 내부온도가 상대적으로 높게 나타나는 현상(Sukkop et al. 1993)으로써 주로 도시화 및 인공피복비율 증가로 인해 발생

- 2025년 세계인구 90%가 도시에 거주하면(약 80억 명) 도시 면적은 현재보다 세 배 증가 예상

도시열섬으로 인해 여름철 열대야에 따른 스트레스 증가, 냉방을 위한 전기수요 증가, 화력발전에 따른 대기오염 증가 등 사회적으로 막대한 비용을 지출

그림 2 도시열섬 현상



출처: NOAA(<http://www.crh.noaa.gov>)

도시지역의 미기후는 인공피복 등 도시환경과 관련성이 높으나 미기후에 대한 사회적 인식이 부족하고, 에너지·보건·환경 측면에서 미기후에 대한 관리가 미흡

- 미기후는 대기후(macroclimate)와 달리 상세규모 도시환경과의 물리적 인과관계를 파악하여 계획적으로 관리할 수 있는 대상

- 뉴욕시(NYC)의 경우 여름철 일 최고기온(°C)이 매년 갱신되고 있으며 여름시간대 최대전력수요 문제 해결 수단으로써 미기후 관리활동을 우선적으로 시행(South Bronx 2008)

따라서 에너지, 보건, 환경을 통합적으로 고려한 도시 미기후 관리정책을 추진하여 사회·경제적 편익을 제고할 필요

- 도시 열환경 개선, 대기오염 개선, 에너지수요 감소 등 도시 미기후 종합 관리대책 필요

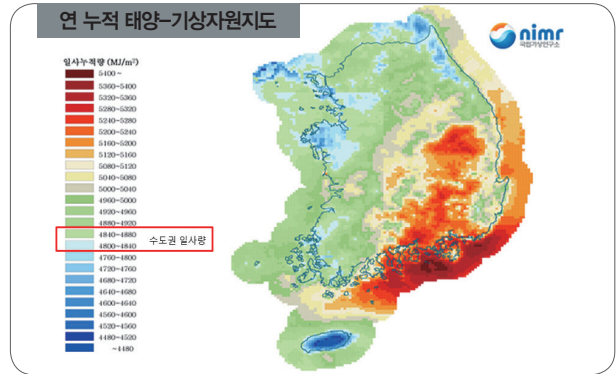
2. 도시열섬의 발생원인

일사량과 도시열섬

태양일사는 지구의 해류·대류 순환체계를 형성하며 도시규모에서 인공피복을 가열하여(빛→열) 여름철 도시열섬을 형성하는 주요 원인

- 우리나라의 연수적 일사량은 1,200~1,500kW/m² 구간에 분포하고 있으며, 이 중 수도권 연수적 일사량은 약 1,300kW/m²로 추정됨
- 지표면에 도달한 태양복사 에너지는 에너지수지 교환조건을 지배하는 인자들과 상호 작용하여 여름철 도시열섬과 같은 도시미기후를 형성

그림 3 태양일사 분포(태양광자원지도)



자료: <http://solargis.info>, www.nimr.go.kr

도시열섬은 주로 여름철 태양에너지가 도시지역의 인공피복에 저장된 후 복사열로 방출되며 발생

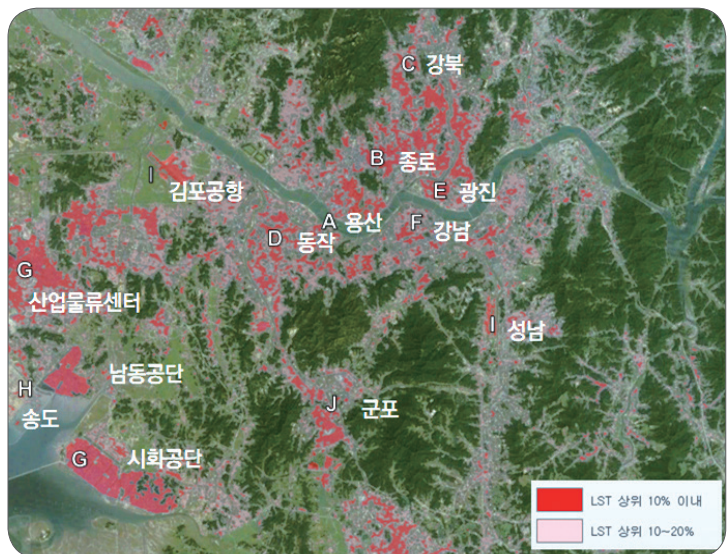
- 도시열섬 현상은 일몰 후 2~3시간 후에 발생하며, 도시지역의 아스팔트 및 콘크리트 등 인공피복은 주간 태양에너지를 비축해 야간에 열(heat)로 배출하는 매체로서 도시열섬의 원인으로 작용

수도권 도시열섬 분포 현황

수도권의 도시열섬은 인공피복비율이 높은 ① 산업단지(안산시화공단, 인천 남동공단 및 물류산업단지), ② 공항(김포공항 및 성남비행장), ③ 저층 고밀지역 등을 중심으로 발생¹⁾

- 지역적으로는 강남보다는 강북이, 제3종일반주거지역보다는 제1종일반주거지역이, 주거지역보다는 산업단지에서 야간열섬이 발달

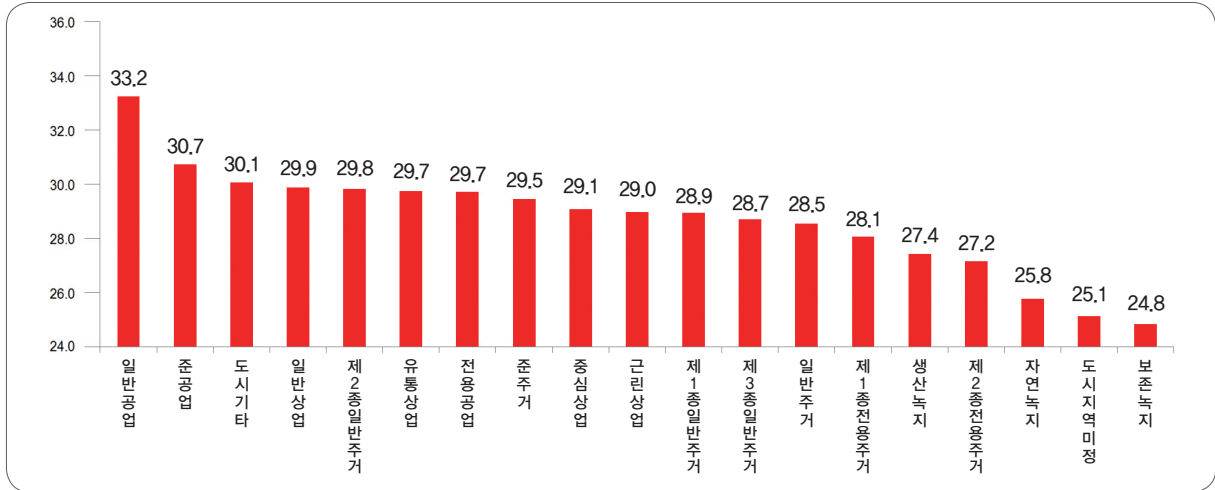
그림 4 서울 주변 수도권 일대의 접지기층 야간열섬 분포



1) 열섬의 범위에 대한 견해가 다양하나 본 연구에서는 열섬(heat island)라는 현상을 공간적으로 구현하기 위해서 LST 분포 상위 20% 지역을 수도권 일대의 접지기층 야간열섬 발생지역 우려지역으로, LST 분포 상위 10% 지역을 접지기층 야간열섬 발생지역으로 간주하고 공간적 분포특성 조사를 수행

도시지역 용도지구별 평균 지표온도는 일반공업지역(33.2°C)이 가장 높고, 보전녹지(24.9°C)가 가장 낮으며, 제3종일반주거지역이 제2종일반주거지역보다 1°C 이상 낮음

그림 5 도시지역 용도별 평균야간지표온도 분포(Landsat8 열적외선영상, 2013년 9월 15일 22시 20분)



도시열섬 심화 요인

인공피복비율, 건물들의 인동간격, 높이, 배치형태 등 지표 성질들이 도시열섬 심화 요인으로 추정

- 인공피복비율이 높을수록, 인동간격이 좁을수록, 인공피복의 열용량이 클수록, 통풍이 불량할수록 집단화된 야간열섬이 발달
- 송도 신도시의 경우 건축면적이 큰 저층·저밀 단지에서 소규모 접지기층 열섬이 나타나는 반면, 인천 남동공단의 경우 단지 내의 녹지지역을 제외한 단지 전체에서 강도 높은 접지기층 열섬이 발달
- 수리산 인근 주거지역의 경우 바람길의 영향으로 제2종일반주거지역에서 제3종일반주거지역보다 높은 강도의 야간열섬이 발달

그림 6 송도 신도시 인근 접지기층 야간열섬 분포



그림 7 수리산 인근 주거지역의 용도지구별 통풍조건 및 접지기층 야간열섬 분포



3. 도시 미기후 관리

도시 미기후 우선관리지역을 선정하고 단계적으로 관리

사회·경제적 여건을 고려하여 미기후 관리 필요성과 이행효과가 분명한 지역에 순위를 두어 선별한 후 단계적으로 도시미기후를 관리

- 용도지역별로 야간열섬이 높게 나타나는 공업지역, 상업지역, 제2종일반주거지역 등에 대해서 우선적으로 미기후관리 목표 수립 및 정책수단 발굴 필요(예: 주거환경 개선을 통한 야간열섬 저감)

도시 미기후 관리를 위한 인공피복 설치 확대

도시 숲, 그린루프 등 자연적 피복 면적을 확대하여 도시 미기후를 관리하고, 인공피복을 활용하여 도시 미기후를 관리

- 식생 및 바람 등 자연·생태적 요소의 구조·기능을 활용한 그린인프라(Green Infrastructure)가 도시미기후 관리 수단으로 이행되고 있으나, 도시지역 내 효용성은 낮은 수준
 - 대부분의 도시지역 내 토양층이 부족하고, 인공토양 등을 이용하더라도 열악한 생육환경 때문에 관리가 용이하지 않음
- 도시지역 내 천막 같은 인공피복을 이용해서 태양일사가 아스팔트·콘크리트에 도달하여 열에너지로 전환(빛→열)되는 과정을 통제함으로써 도시의 열섬을 완화
- 인공적 도시 미기후 관리를 위한 태양광발전(photovoltaic, 이하 PV) 시설의 활용
 - 태양광발전 시설을 통해 생산되는 경제적 가치보다 PV 패널 하부공간의 다기능활동을 창출하여 사회적 가치와 공익을 제고
 - 미국의 경우 PV 패널을 설치하여 여름철 오후 약 2°C 낮고 겨울철 새벽 약 1°C 높은 미기후를 조성(Middel et al. 2016)

그림 8 자연피복이 부족한 경우 인공피복을 이용한 미기후 관리사례

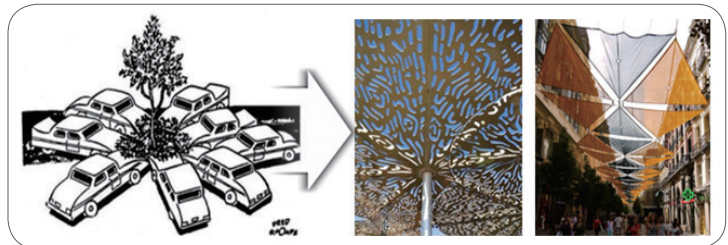


그림 9 태양광 패널을 통한 미기후 관리

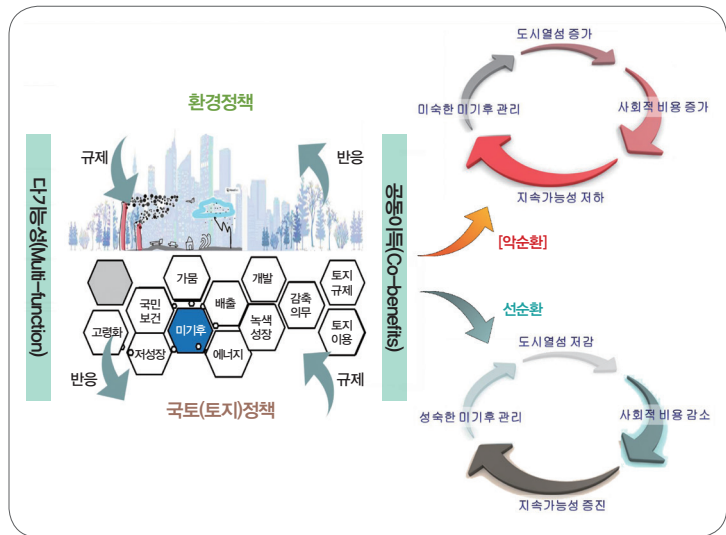


- 건물 옥상에 태양광 단열 및 반사처리(cool roof)를 통해 건물에 유입되는 열을 차단
- 뉴욕시 등은 도시기온 저감을 위해 알베도(albedo, 반사율)와 단열효과 높은 페인트를 활용하는 정책을 비용 대비 편익의 비율이 높은 정책으로 추진(Rosenweig et al. 2009)

국토정책과 환경정책을 통합한 기후후 관리체계 도입

- 인공피복시설 설치와 관련하여 소생물권, 에너지 등에 대한 통합적 관리정책 추진
- 건축물의 지붕에 해당하는 시설 상부는 에너지 생산, 빗물 저장, 차폐 등을 통해 여름철 전력수요 보완, 물 관리, 열섬저감 등에 활용
- 적합한 기후후가 조성된 하부공간은 경제·사회·문화 가치들이 창출되는 공간으로 기능성 확장
- 온실가스 배출, 지구온난화 등 환경적 가치 증진을 위한 기후변화 적응형 도시구현 방안 모색
- 녹지 확충, 건물 인동간격 확보, 바람길 관리 등 도시지역 내 기후후 관리를 위한 지구단위계획 강화
- 도시미관 및 생태환경의 훼손 또는 환경권 침해 등을 고려한 경관심의 및 환경영향평가제도 마련

그림 10 통합적 기후후 관리체계를 통한 선순환체계로의 전환



참고문헌

Geiger, R. 1942. *The Climate Near the Ground*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Middel et al. 2016. Impact of Photovoltaic Canopy Shade on Outdoor Thermal Comfort in a Hot Desert City. In *EGU General Assembly Conference Abstracts* 18: 10437.

Rosenzweig et al. 2009. Mitigating New York City's heat island: Integrating stakeholder perspectives, scientific evaluation. *Bulletin of the American Meteorological Society* 90, no.9: 1297-1312.

South Bronx. 2008. *Urban Heat Island Mitigation Can Improve New York City's Environment: Research on the Impacts of Mitigation Strategies*. NY, USA: Sustainable South Bronx.

Sukkop et al. 1993. *Stadtökologie*. Ulm: Gustav FISHER.

※ 본 자료는 국토연구원 “도시지역 기후후 관리방향 연구”에서 논의된 내용을 중심으로 정리한 것임.

이승만 국토연구원 주택·토지연구본부 책임연구원(sm_an@krihs.re.kr, 031-380-0307)
김승중 국토연구원 주택·토지연구본부 연구위원(sjokim@krihs.re.kr, 031-380-0275)
이형찬 국토연구원 주택·토지연구본부 연구위원(hchanlee@krihs.re.kr, 031-380-0378)
손은영 국토연구원 주택·토지연구본부 연구위원(eyson@krihs.re.kr, 031-380-0295)