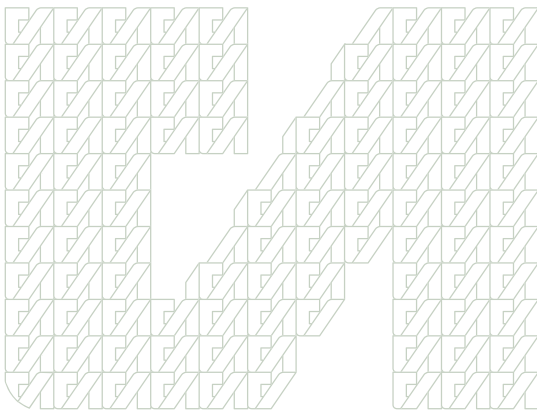


대전시 폭염대응 정책방향을 위한 사례조사 연구

정 환 도



기본연구 2018-18

대전시 폭염대응 정책방향을 위한 사례조사 연구

정 환 도

연구책임

• 정환도 / 도시기반연구실 책임연구위원

연구지원

• 임성빈 / 도시기반연구실 위촉연구원

기본연구 2018-18

대전시 폭염대응 정책방향을 위한 사례조사 연구

발행인 박 재 목

발행일 2018년 11월

발행처 대전세종연구원

34863 대전광역시 중구 중앙로 85(선화동 287-2)

전화: 042-530-3515 팩스: 042-530-3575

홈페이지 : <http://www.dsi.re.kr>

이 보고서의 내용은 연구책임자의 견해로서 대전광역시와 세종자치특별시의
정책적 입장과는 다를 수 있습니다.

출처를 밝히는 한 자유로이 인용할 수 있으나 무단 전재나 복제는 금합니다.

차 례

1장 서 론	3
제1절. 연구의 필요성 및 목적	3
1. 연구의 필요성	3
2. 연구의 목적	4
제2절. 연구의 방법	5
2장 도시공간 계획 · 건축분야	9
제1절. 국외 도시공간 계획 · 건축분야 정책 및 사례	9
1. 독일	11
1) 기후분석지도(Klima-Atlas)를 활용한 친환경적 도시, 건축 계획	11
2) 그린/쿨링 빌딩	14
3) 녹지체계와 녹지정보시스템	16
4) 독일의 도시농업	19
5) 도시계획에 조언이 가능한 환경정보지도 구축	22
6) 수로와 녹색교통을 통한 쾌적한 도시 계획	27
2. 영국	31
1) 옥상녹화 및 벽면녹화	31
2) 도시농업을 통한 녹지화 사업	33
3. 미국	35
1) 도심 온도 저감을 위한 쿨루프(Cool Roof)설치 지원	35
2) LID 기법과 불투수면 제한 도시 계획	38
3) 차열성 도로포장을 통한 도심 온도 저감 방안	40
4. 일본	43
1) 도쿄 열환경 지도 제작 및 적용사례	43
2) 옥상녹화의 의무화 및 시공기술	47
3) 주차장의 온도저감을 위한 녹지화사업	50
5. 스페인	53
1) 도심 속 녹지 건축물‘에어트리(Airtree)’	53

2) 에너지를 생산하는 친환경 빌딩	56
6. 프랑스	58
1) 에너지 절약형 건축설계 그린빌딩	58
제2절. 국내 도시공간 계획 · 건축분야 정책 및 사례	61
1. 국내	62
1) 에너지의 절감과 도시관리를 위한 기후환경에너지 지도 제작	62
2) 도심 속 녹지확보와 자급자족의 도시농업	64
3) 대구 녹화(가로수) 확대, 푸른 대구 가꾸기 사업	67
4) 그린웨이(Green way) 조성사업	70
5) 국내 옥상녹화 사례	72
6) 보행자 폭염피해를 대비한 그늘막과 쿨링포그 시스템	75
7) 폐선철도의 녹지문화공원	77
8) 도심 온도를 낮추는 수경시설	80
3장 산업 · 에너지분야	85
제1절. 국외 산업 · 에너지분야 정책 및 사례	85
1. 미국	86
1) 해양 심층수를 이용한 에어컨 시스템	86
2) 태양열을 사용한 냉방장치 개발	88
2. 캐나다	90
1) 호소 심층수를 이용한 에어컨 시스템	90
3. 일본	92
1) 일본의 그린빌딩과 냉난방 시스템	92
4. 스페인	94
1) 버스의 지붕녹화 ‘포토키네틱(Phytokinetic)’	94
제2절. 국내 산업 · 에너지분야 정책 및 사례	96
1. 국내	96
1) 산업용 에너지저장장치(ESS; Energy Storage System)	97
2) 재생에너지 확대 사업	99
3) 지하철 지하수를 사용한 클린로드	101

4장 농 · 축산업분야	105
제1절. 국내 농 · 축산업분야 정책 및 사례	105
1. 국내	105
1) 농 · 축산물 재해보험 가입 홍보	106
2) 가축사육 기상정보시스템	108
3) 농작물 재해예방 관리기술 정보 배포	110
4) 농업기상장비(AWS, Automatic Weather Station)를 적용한 기상정보 시스템	112
5) 농업기상재해 조기경보시스템	114
5장 거버넌스 · 교육분야	119
제1절. 국외 거버넌스 · 교육분야 정책 및 사례	119
1. 캐나다 - 토론토(Toronto)	120
1) 고온건강 경보시스템(Heat Health Alert System) 개발	120
2. 일본	122
1) 체감온도를 낮추기 위한 아트사업	122
제2절. 국내 거버넌스 · 교육분야 정책 및 사례	124
1. 국내	124
1) 취약계층 교육 및 냉방설비 지원	125
2) 취약계층을 관리하는 노노(老老)케어 시스템	127
3) 광주외 교통량에 의한 열섬 완화 방안	129
4) 쿨루프 지원 사업“옥상 흰빛 캠페인”	131
5) 푸른 옥상가꾸기 사업과 옥상녹화 콘테스트	133
6) 취약계층을 위한 주거복지센터 활동	136
7) 대구 담장허물기 사업을 통한 녹지확대	138
8) 안전디딤돌 앱(APP) 서비스	140
6장 결 론	145

표 차례

[표 2-1] 국외 도시공간 계획 · 건축분야 정책 및 사업 사례	10
[표 2-2] 환경정보지도의 주제군과 하위 자료범위	23
[표 2-3] 열섬지역의 조치대책들과 유효성 판단 메뉴	44
[표 2-4] 국내 도시공간 계획 · 건축분야 정책 및 사업 사례	61
[표 3-1] 국외 산업 · 에너지분야 정책 및 사업 사례	85
[표 3-2] 국내 산업 · 에너지분야 정책 및 사업 사례	96
[표 4-1] 국내 농 · 축산업분야 정책 및 사업 사례	105
[표 5-1] 국외 거버넌스 · 교육분야 정책 및 사업 사례	119
[표 5-2] 국내 거버넌스 · 교육분야 정책 및 사업 사례	124

그림 차례

[그림 2-1] 슈투트가르트 기후분석도 및 계획 적용사례	12
[그림 2-2] 영국 그린/쿨링 사업 사례	15
[그림 2-3] 베를린 녹지정보시스템 구성요소	17
[그림 2-4] 독일의 클라인가르텐과 커뮤니티정원 전경	20
[그림 2-5] 시간별 베를린의 열스트레스를 나타낸 기후정보지도	24
[그림 2-6] 도심 내 트램과 녹지로 구성된 트램노반	28
[그림 2-7] 보행자 전용구역 곳곳에 흐르고 있는 베히레	29
[그림 2-8] 베히레와 드라이잠 합류지점에 설치된 소수력 발전기	30
[그림 2-9] 수목을 식재한 런던 Green roof 사업	32
[그림 2-10] 런던의 도시농업	34
[그림 2-11] 지붕의 재질 및 색상을 교체하는 Cool Roof 사업 사례	36
[그림 2-12] Cool Roof 사업의 온도 저감 사례	37
[그림 2-13] 우수 관리기법을 통한 그린인프라 구축	39
[그림 2-14] 차용성 포장을 통한 주차장 온도 변화	41
[그림 2-15] 우수 관리기법을 통한 그린인프라 구축	42
[그림 2-16] 도쿄의 열환경 지도 구축 사례	44
[그림 2-17] 열환경 지도를 통해 열 스트레스가 극심한 모델지역 선정	45
[그림 2-18] 열섬현상의 완화를 위해 물-녹지-바람길 네트워크를 구축	46
[그림 2-19] 일본의 옥상녹화 사례 및 옥상녹화 기술	48
[그림 2-20] 일본의 츠라우미 수족관 옥상 및 주차장의 녹화사업	51
[그림 2-21] 일본의 친환경 자재로 포장된 주차장 사례	52
[그림 2-22] 스페인 Airtree 전경 및 편의시설로 사용되는 사례	54
[그림 2-23] 폭염 시 포그(Fog)를 생성하는Airtree	55
[그림 2-24] 스페인의 자체 전력생산이 가능한 친환경적 빌딩	57
[그림 2-25] 프랑스 최초의 에너지 포지티브 그린빌딩 뫼돈(Meoudon)	59

[그림 2-26] 뫼돈(Meoudon)의 자동 개폐 조절식 통풍장치	60
[그림 2-27] 서울시 기후환경에너지 지도 중 열 스트레스를 나타낸 지도 ...	63
[그림 2-28] 도시농업 사업의 텃밭과 교육 사례	65
[그림 2-29] 푸른 대구 가꾸기 사업과 대구수목원 전경	68
[그림 2-30] 서울시 그린웨이 조성 사업 사례	71
[그림 2-31] 국내 옥상녹화 조성 사업 사례	73
[그림 2-32] 강북구 횡단보도에 설치된 그늘막과 쿨링포그 시스템	76
[그림 2-33] 경의선 공원조성사업의 계획도	78
[그림 2-34] 경춘선 폐철길 녹지화 사업의 사례	79
[그림 2-35] 대구 수경시설의 설치 사례	81
[그림 3-1] 해양심층수를 이용한 냉각수 순환시스템 모식도	87
[그림 3-2] 전기없이 사용가능한 냉각시스템의 테스트베드	89
[그림 3-3] 호수 심층수를 이용한 토론토 지역의 도시 냉각 시스템	91
[그림 3-4] 마루노우치에 위치한 파크빌딩 미츠비시1호관 전경	93
[그림 3-5] 스페인의 차량에 적용된 피토키네틱 사례	95
[그림 3-6] 현대중공업 ESS센터 전경	98
[그림 3-7] 아파트에 보급된 태양광 패널	100
[그림 3-8] 대구시에 적용된 클린로드 사례	102
[그림 4-1] 농축산업 재해보험의 제고를 위한 교육 사례	107
[그림 4-2] 축산농가에 제공되는 가축THI 분포도	109
[그림 4-3] 농작물 재해예방 관리기술정보지	111
[그림 4-4] 농업기상 특보현황 지도 및 설명	113
[그림 4-5] 농업기상재해 조기경보시스템 서비스 현황	115
[그림 5-1] 토론토 열에너지 지도 및 무더위 쉼터 지도	121
[그림 5-2] 일본 쿠마가야역 출입구 경관조성 사례	123
[그림 5-3] 취약계층을 위한 냉방장치 제공 및 건강검진	126
[그림 5-4] 노노케어 활동 및 안전교육 사례	128
[그림 5-5] 교차로 및 가로, 용도지역별 측정결과 비교	130

[그림 5-6] 서울 옥상 흰빛 캠페인의 옥상 시공 사례	132
[그림 5-7] 푸른옥상가꾸기 공공기관 및 민간부문 사례	134
[그림 5-8] 저소득층 가구의 개선사업 시행 후 열화상 에너지 진단 결과 ..	136
[그림 5-9] 대구 담장허물기 민간사유지 적용 사례	139
[그림 5-10] 폭염 시 경보 및 대피소 안내 돕는 안전디딤돌 앱 서비스 ..	141

서론

제1절. 연구의 필요성 및 목적

제2절. 연구의 방법

1장

1장 서론

제1절. 연구의 필요성 및 목적

1. 연구의 필요성

기후변화에 대한 우려는 해수면 상승, 집중호우의 증가, 우발적인 자연재해 등 직·간접적인 영향을 통해 매년 증가하고 있다. 이에 전 세계적으로 기후변화대응에 대한 다양한 정책들이 논의 및 제시되고 있다. 또한 피해를 방지하기 위해 각 나라별, 지자체별로 단기적 또는 중·장기적인 계획을 수립하고 실행하고 있다.

자연재해 중 폭염은 태풍, 폭우 등과 달리 피해의 위치가 한 지역에 국한되지 않는다. 또한 폭염은 재산피해보다는 인명피해의 발생률이 높기 때문에 이에 따른 적응과 대응 정책이 필요함이 절실한 실정이다. 우리나라에서 발생한 폭염은 2016년 이상기후 분석보고서¹⁾(기상청, 2016)에 의하면 연평균 기온이 13.6℃로 우리나라의 평년 기온인 12.5℃보다 1.1℃ 높아 1973년 이래 가장 높은 기온을 기록하였고, 그 해 8월 최고전력수요가 8370만kw로 사상 최대치를 경신하였다.

2017년 7월에는 폭염으로 인해 대구지역의 오존농도가 환경기준인 1시간당 0.1ppm을 53회 초과하며 역대 초과횟수를 기록하였고, 총 초과횟수는 2013년 129회에서 2016년 180회로 점진적인 증가추세를 나타내고 있다²⁾.

폭염에 따른 피해로는 농산품 수확의 급감, 가축의 폐사, 전력수요 폭증에 의한 사고 등 여러 분야에서도 영향을 받고 있다. 이 중 인명피해의 경우는 2016년에 온열질환자 발생수가 2,125명(사망17명)으로 2015년의 온열

1) 기상청(2016), 2016년 이상기후 보고서 p.22~29

2) 기상청(2017), 2017년 이상기후 보고서 p.20~33

질환자 1,056명(사망11명)에 비해 2배 이상 증가되었다. 앞으로의 전망 또한 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change) 5차보고서(IPCC, 2014)³⁾와 같이 기온 상승률이 과거 상승률보다 점차 높아지고, 폭염의 발생일수 증가 및 평균기온 상승 등의 문제가 증가할 것으로 예상하고 있어 폭염의 피해는 더 큰 문제로 다가올 것으로 전망된다⁴⁾.

한편, 지속적으로 늘어나는 폭염에 대한 피해를 방지하기 위해 적응 및 대응 정책이 제시되어야 한다. 이를 위해 현재 다른나라 및 국내 도시들이 실시하고 있는 폭염관련 정책들을 살펴볼 필요성이 있다.

2. 연구의 목적

이번 연구는 폭염이라는 지구적인 환경문제 대응을 위해, 각 국가 및 지역이 실시하고 있는 다양한 폭염정책 사례를 조사 및 분석한다. 이러한 사례조사는 대전시에서 분야별로 폭염정책 수립에 기초자료가 될 것이다. 특히 외국 혹은 다른 국내 대도시에서 실시하고 있는 폭염정책 사례가 대전형 폭염대응 정책 만들기에 1차 자료로써 제시하고자 한다.

3) IPCC(2014), Climate Change 2014 : synthesis Report. Contribution of Working Group I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[Core Writing Team. R. K. Pachauri and L. A. Meyer(eds.)]. IPCC, Geneva. Switzerland. pp. 151

4) 김진아, 김규량(2016), 한반도 미래 폭염의 발생 분포 및 종관패턴 분석, 기후연구 11(1), pp. 15~27

제2절. 연구의 방법

이번 연구는 외국 및 국내 대도시가 폭염정책으로 수행하고 있는 사례제시이다. 따라서, 폭염정책 사례 등을 살펴보기 위하여 지방자치단체가 발행한 자료 및 보고서 등의 문헌연구를 필두로, 인터넷 등을 활용한다.

또한 다양한 분야에서 실효성 있는 기술들을 앞으로의 정책에 적용하기 위해 학회 및 기업 등의 단체에서 이슈화된 사례 또한 정리 및 분석하였다.

자료의 수집 및 문헌연구를 통하여, 도시공간, 도시계획, 에너지, 농촌, 거버넌스 등의 분야로 나누어 정리한다. 이때, 국가별 혹은 지역별로 구분하여 자료를 정리하였다.

도시공간 계획·건축 분야

제1절. 국외 도시공간 계획·건축분야 정책 및 사례

제2절. 국내 도시공간 계획·건축분야 정책 및 사례

2장

2장 도시공간 계획 · 건축분야

제1절. 국외 도시공간 계획 · 건축분야 정책 및 사례

- 국외의 도시공간 계획 · 건축분야 정책 및 사례에는 도시의 열섬현상을 저하시키고, 회복성을 갖기 위한 녹지화 사업(그린인프라)이 주를 이룸.
- 녹지화 사업에는 옥상 또는 벽면의 녹화 사업, 도시농업, 녹지체계를 유지하기 위한 녹지정보시스템 등이 있으며, 이를 통해 녹지의 증대와 열섬현상의 저하 효과를 나타내고 있음.
- 녹지화 사업의 효과는 도심 내 온도 저하와 같은 효과뿐만 아니라, 도심 속에 시민들의 편의와 휴식공간의 제공, 미관의 조성에도 기여하고 있어 도시계획에 중요하게 자리 잡혀 있음.
- 녹지화 사업 이외에 높은 비중을 차지하는 사업으로는 햇빛의 차단 또는 햇빛의 흡수율 저하 방안, 태양열의 복사열 방출 저하 방안 등으로 도심의 건물 또는 도로의 색을 햇빛 차단율이 높은 색으로 도포하는 사업임.
- 햇빛 차단율이 높은 색으로 포장 또는 도포하는 사업은 단기간 내에 실용적으로 활용이 가능할 것으로 보이며, 수목과 식생의 식재 및 유지관리의 문제점을 해결할 수 있는 방안으로 나타남.
- 이러한 정책 및 사례들의 주요 요약 내용은 다음 [표 2-1]과 같이 나타내었음.

[표 2-1] 국외 도시공간 계획 · 건축분야 정책 및 사업 사례

국가	구분	사업 및 정책 요약	지역
독일	도시계획	기후분석지도를 통해 찬공기를 유도하는 도시계획 수립 사례	슈투트가르트 (Stuttgart)
독일	자연녹지	건물옥상의 녹지화 사업	베를린 (Berlin)
독일	자연녹지	녹지의 관리와 녹지사업을 위한 시스템 구축 사례	베를린 (Berlin)
독일	자연녹지	도심지역에 농업을 활성화하여 녹지구성	독일 전역 (Germany)
독일	도시계획	기후 및 환경을 분석하고 지도를 작성하여 도시계획에 적용	베를린 (Berlin)
독일	도시계획	수로와 교통수단을 통한 친환경적 도시조성	프라이부르크 (Freiburg)
영국	자연녹지	옥상 및 벽면에 수목과 식생을 수목한 녹지화 사업	영국 (Germany)
영국	자연녹지	도시 내 도시농업을 통한 녹지사업	런던 (London)
미국	도시계획	도심 옥상에 빛 반사율이 높은 색상으로 도포하여 건물의 온도를 저감하는 사례	미국 (U.S.A)
미국	도시계획	우수의 활용능력을 높이고 불투수면적을 저감하여 녹지화에 기여하는 사업	필라델피아 (Philadelphia)
미국	도시계획	아스팔트의 햇빛반사율을 높여 도심의 온도를 저감하는 방안	미국 (U.S.A)
일본	도시계획	도쿄의 열환경지도를 구축하여 도시계획에 적용한 사례	도쿄 (Tokyo)
일본	도시계획	제도적으로 옥상녹화를 의무화한 일본의 녹지사업의 사례	일본 (Japan)
일본	자연녹지	옥상 및 주차장을 녹지조성하여 도심온도를 저감시킨 사례	오키나와 (Okinawa)
스페인	건축\디자인	간이 녹지 건물을 구축하여 녹지의 증대 및 시민들의 편의시설 제공 사례	마드리드 (Madrid)
스페인	건축\디자인	대체 에너지의 생산 및 건축 디자인을 통한 친환경적인 건축물 사례	스페인 (Spain)
프랑스	건축\디자인	에너지의 절약 및 대체에너지의 생산 등을 통한 친환경적인 건축물 사례	뢰돈 (Meudon)

1. 독일

1) 기후분석지도(Klima-Atlas)를 활용한 친환경적 도시, 건축 계획⁵⁾

□ 개요

- 독일의 슈투트가르트는 이전 공장에서 배출되는 대기오염물질로 인해 지역주민들의 건강과 삶의 질이 위협되었음.
- 이에 따라 제 2차 세계대전을 기점으로 파괴된 도시를 분지 지형의 특성을 살려 재건하였음.
- 주위 산에서 발생하는 평균 풍속 0.8 ~3.1m/s의 비교적 느린 바람을 도시계획에 반영하여 도심을 지나 반대방향으로 통과하도록 유도함.
- 바람길을 조성한 도시계획은 도심 속 자연적인 오염물질 배출, 도심 기온을 낮추는 등의 효과를 나타냄.

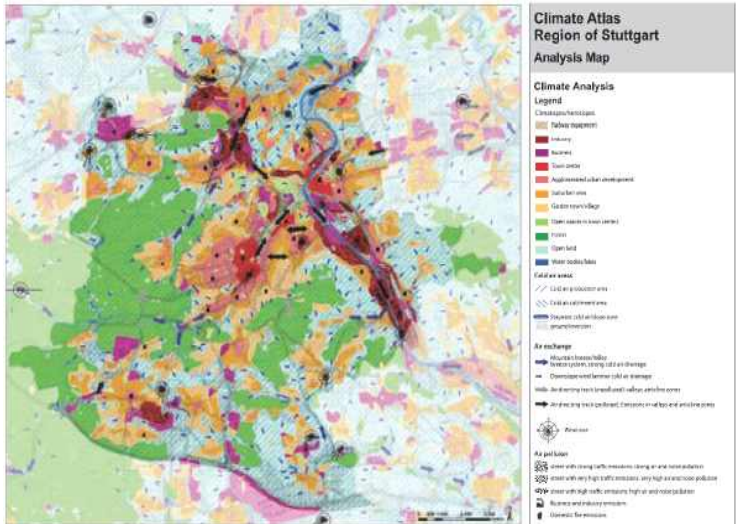
□ 주요내용

- 독일의 슈투트가르트는 도심의 외각 산지에서 생성되는 낮은 온도의 바람이 도심을 통과하여 자연스럽게 이동할 수 있도록 도시 및 건축 계획을 수립함.
- 계획의 수립에는 공기의 흐름을 기후학적 관점에서 정량적으로 분석이 가능한 기후분석지도(Klima-Atlas)의 데이터를 토대로 진행함.
- 기후분석지도는 기후톱(Climatop), 기후특징에 의한 지역분류, 기류교환, 열원의 위치와 오염범위를 나타내는 4개의 도면을 중첩하여 나타내므로, 지역의 공기흐름, 오염범위 등이 도식화되어 계획 수립에 용이함⁶⁾.

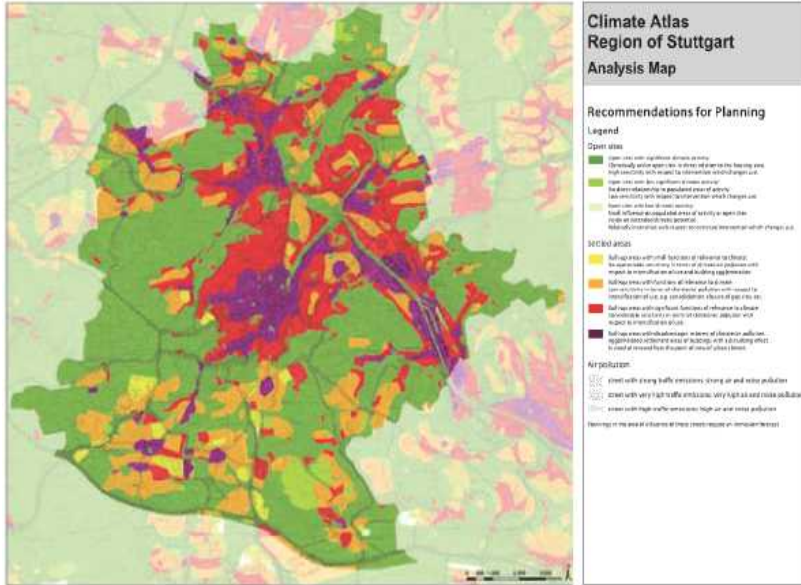
5) 김운수(2006), “독일 슈투트가르트시의 기후분석지도를 활용한 친환경적 도시 및 건축계획 관리”, <서울연구원 세계도시동향> 벤치마킹사례 제 151호 9월 18일, (<https://www.sire.kr/node/38597>)

6) 오동하 외(2014), <도시계획에 도입가능한 도시환경기후지도 작성 연구>, 부산발전연구원

- 또한 제도적으로는 토지이용계획(Flächennutzungsplan)에서 바람길 활용에 대한 기본지침을 제시하고, 지구상세계획(Bebauungsplan)에서 구체적인 규제를 세움(규제 방안 중 일부만 첨부)7).
 - 도시중심부 통풍로 부근은 건물높이를 5층을 상한선으로 함
 - 통풍로의 대도로와 소공원은 100m의 폭을 확보할 것
 - 통풍로의 산림에는 바람길을 확보할 것
 - 높이 성장하는 나무를 고밀도로 식목하여 공기흐름이 크게 확산 될 수 있도록 할 것
- 분석결과를 통해 도시 및 건축 계획에 활용 후 고밀도 주거지역의 대기오염물질이 도심 반대방향으로 배출되고 찬 공기의 유입으로 도심 지역의 기온이 하강되는 효과를 도출함.



7) 대구경북연구원(2005), 친환경적 도시건설을 위한 바람길 도입 기초연구



위) 슈투트가르트 기후 분석도, 아래) 슈투트가르트 기후를 고려한 계획 지침도
 자료: Verband region Stuttgart, 2008, Kimaatlas region Stuttgart

[그림 2-1] 슈투트가르트 기후분석도 및 계획 적용사례

□ 기대효과

- 고밀도 지역에서 발생하는 대기오염물질을 자연적으로 환기시켜 지역 주민사회의 건강을 대기오염으로부터 예방할 수 있음.
- 자연적 공기의 흐름을 통해 도심의 기온을 낮추고, 폭염 및 열대야 등으로 인한 전력수요의 급증난을 해소할 수 있는 방안으로 제시할 수 있음.
- 도시지역 내 바람의 이동은 일정지역 내 발생하는 악취의 제거 및景觀의 만족도를 높이고 고온다습한 여름철의 불쾌지수를 저하시킬 수 있어 지역주민의 삶의 질 향상에 효과를 볼 수 있음.

2) 그린/쿨링 빌딩⁸⁾

□ 개요

- 그린/쿨링 빌딩 녹화사업은 1980년 ~ 1983년부터 베를린 도심 속에 녹지공간을 형성하고자 시작하였음.
- 이 사업은 건물의 정면 또는 지붕을 담쟁이 넝쿨 등의 식생으로 녹화하여 부족한 녹지공간을 대신하는 사업임.
- 사업을 통해 지역사회의 경관을 증대시키고 강우 시 우수의 배제, 건물내부 온도 하강 등의 효과를 나타내고 있는 사례임.

□ 주요내용

- 베를린은 기후변화의 방안으로 생태건물의 확산에 주력하였고, 현재 740,000㎡의 앞마당과 65,000㎡의 지붕을 녹지화 하였음.
- 벽면녹화는 식물에 의한 증산작용과 그늘막 형성 등의 효과로 여름철 열기를 낮추는 효과가 있음.
- 또한, 벽면녹지를 통해 단지 전체가 하나의 녹지로 연결되어 우수 배제시스템의 효과를 얻을 수 있음⁹⁾.
- 우수의 효율적인 배제는 식생의 개체수를 늘리는데 도움이 되며, 원활한 증산작용과 친환경적인 어린이 놀이공간으로 조성이 가능함.
- 생태건물 활성화를 통해 베를린은 건물 내부의 온도를 낮추고 도시열섬효과를 감소시키는 등의 효과를 나타내었음.

8) berlin senate for urban development communications, 2010, rainwater management concepts planning construction, operation and maintenance guidelines,

9) Thirdspace berlin academy, 독일 생태도시 탐방 IV(베를린 하인리히 뵐 단지). (<https://thirdspace-berlin.com/thirdspace-archive/german-eco-cities/library-eco-city/>)



위) 베를린 지붕녹화사업의 예 , 아래) 개인가구의 벽면, 지붕 등 녹화사업 예
 자료: berlin senate for urban development communications, 2010, rainwater management
 concepts planning construction, operation and maintenance guidelines

[그림 2-2] 영국 그린/쿨링 사업 사례

□ 기대효과

- 옥상녹화를 통해 우수 관리를 용이하게 할 수 있어 우수처리비의 경감을 유도할 수 있음.
- 건물의 유지관리비용 및 도시열섬효과 또한 저감시킬 수 있음.
- 벽면, 지붕 녹화는 자연경관 요소로 작용하며 동식물의 서식처 생성의 요소로도 작용할 수 있음.

3) 녹지체계와 녹지정보시스템¹⁰⁾

□ 개요

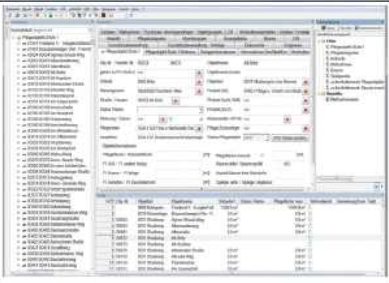


- 베를린 면적 중 44%의 녹지와 오픈스페이스는 역사적인 의미와 지역 주민들의 휴양, 생태계의 보존 등의 큰 의미로 자리매김 하고 있음.
- 녹지 및 오픈스페이스는 기후변화의 대응방안으로도 중요한 입지를 가지고 있으며, 여러 관련 법령과 정책, 정보시스템을 구축하여 관리하고 있음.



□ 주요내용

- 베를린의 녹지 및 오픈스페이스는 공공녹지와 휴양지, 놀이터, 수목원, 주말정원, 장묘원, 조경 공간 등 다양한 요소로 구성되어 있음.
- 이러한 녹지 및 오픈스페이스의 유지관리를 위해 용도별 특색에 맞는 법령들과 녹지매니지먼트(녹지관리), 녹지정보시스템을 구축함.
- 베를린의 녹지매니지먼트는 일괄적으로 자회사인 그린베를린(Grün Berlin GmbH)에서만 녹지의 수요분석 및 계획, 시공, 사후관리, 운영을 수행함.
- 녹지정보시스템(GRIS)은 기존 녹지의 지도, 기초 정보, 사진 등 기본적인 자료를 제공하는 시스템에서 독일녹지국장회의(GALK)의 제안을 수렴하여 심층적인 정보를 제공하는 서비스로 전환되었음.
- 녹지정보시스템은 녹지관리사항 및 관리비용을 운영하는 데이터베이스(GFM-components), GIS(Geographic Information System), 도시개발환경국 데이터베이스, 녹지관련 사항을 일반인에게 제공하기 위한 플랫폼으로 구성되어 있음.

10) 국립환경과학원(2016.12), 독일의 기후변화 적응 전략 및 녹지관리, p. 환경부(2006.12), 해외 우수 Eco-City 조성 및 운영실태 연구 실무연수 보고서

- 따라서, 구축된 녹지정보시스템을 통해 녹지의 유지관리 현황, 토지면적 및 수목 수량 등의 정량적 분석, 수요와 공급 등을 이론적 산출이 가능함.
- 제공되는 정보는 실질적인 도시계획 및 녹지조성사업 등에 적용이 가능하고 일반사용자 또한 높은 질의 자료를 제공받을 수 있음.

녹지매니지먼트를 위한 데이터베이스(GFM-component)	
	<p>녹지 관리:</p> <ul style="list-style-type: none"> § 녹지대장 § 수목대장(가로수와 공원 수목) § 놀이터 대장 § 안전관리(수목, 놀이터, 시설, 등짐기 관리 등) § 관리비용
GIS-component(Desktop-GIS ArcMap)	
	<p>Desktop-GIS 모듈:</p> <ul style="list-style-type: none"> § Power User: GIS 작업 가능 § 지도 레이어 불러오기 § 녹지매니지먼트 데이터베이스와 링크 § 녹지 설계에 큰 도움 § WEB GIS로 전환가능
GIS-component(Desktop-GIS Map Solution)	
	<p>WEB GIS 모듈:</p> <ul style="list-style-type: none"> § 수목과 놀이기구 등의 정보를 GIS 작업가능 § 녹지와 수목 지도 § 지도 레이어 불러오기 § 녹지 매니지먼트 데이터베이스와 링크

도시녹지 웹사이트 http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/stadtgruen/index.shtml	
	<p>도시녹지 웹사이트 정보:</p> <ul style="list-style-type: none"> § 중요 공원녹지, 놀이터, 주말정원, 장묘원, 가로수 등에 대한 세부정보 § 진행 중인 프로젝트 정보(정원박람회 2017) § 법적 근거 § 베를린 도시녹지 데이터(도면, 사진, 위치, 규모, 연혁 등의 기본데이터) § 담당자 § 베를린 도시녹지 역사 § 디지털 지도(FIS Broker로 이동)
FIS Broker(통합 공간지리정보시스템)의 디지털 지도	
	<p>FIS Broker:</p> <ul style="list-style-type: none"> § 공원녹지 § 놀이터 § 놀이터수급현황 § 장묘원 § 현충원 § 주말정원 <p>지도, 범위, 기본정보 불러오기 및 다른 정보지도와의 오버랩 가능</p>

자료: 국립환경과학원(2016), 독일의 기후변화 적응 전략 및 녹지관리. p.56-58

[그림 2-3] 베를린 녹지정보시스템 구성요소

□ 기대효과

- 녹지체계가 세분화 되어 있어 특색에 맞는 녹지조성사업과 관리가 가능함.
- 식생 및 녹지의 정량적 분석과 이론적 추산이 가능하기 때문에 녹지화 사업의 방향성과 세부계획을 수립하기에 용이함.
- 도시계획 수립 시 녹지의 일정비율 유지, 시민들의 녹지 만족도(공원, 놀이터, 주말정원) 등을 적용할 수 있기 때문에 친환경적이고 만족도 높은 계획을 수립할 수 있음.

4) 독일의 도시농업¹¹⁾

□ 개요

- 독일의 도시농업은 19세기 식량난을 해소하기 위한 방법으로 시작되어 현재까지 활성화 되어있는 사업임.
- 도시농업은 도시 속 농업을 통해 시민들의 건강증진, 지역사회의 식재료 자급자족 등의 여러 효과들이 있지만, 열섬현상을 방지하는데 크게 기여하고 있음.
- 현대 독일의 도시농업은 수요에 따라 부지가 크게 늘고, 곳곳에 관리되고 있어, 식생의 증산작용과 친환경적인 경관조성의 효과를 누리고 있음.

□ 주요내용

- 독일의 도시농업은 크게 제도 내에서 경작지가 관리되고 있는 작은정원 클라인가르텐(Kleingarten)과 버려진 공터, 굴다리 아래와 같이 토지계획에 사용될 수 없는 공터를 사용하는 커뮤니티정원(Community Garden)으로 나뉨.
- 클라인가르텐은 베를린에 67,961개소와 150만명의 회원수를 보유하고 있으며 지방단체에서는 8가구당 1구획을 조성하도록 의무화하기도 함.
- 평균 클라인가르텐의 한 필지 당 단지면적은 250~300㎡이며, 이에 따른 총면적은 46.64km²로 도시 속 녹지화에 대해 기여도가 높음¹²⁾.

11) 한국농어촌경제연구원(2016.07), 독일의 지속가능한 도시농업

12) 황석중(웹진 대신농촌문화 특별기고, 2006), 도시민을 위한 녹색의 휴식처 독일의 클라인가르텐(Kleingarten), p. 10~15 (http://www.dsa.or.kr/webzine.html?Table=ins_bbs8&mode=title&uid=73&page=1§ion=&cate_code=181&sub=)

- 클라인가르텐은 지역협회를 통해 임대할 수 있으며, 현재 부지의 공급보다 수요가 큰 것으로 나타나고 있어 녹지의 확장이 전망되고 있음.
- 비영리단체 노마디수 그룬(Nomadisch Grun)이 시작한 커뮤니티정원은 버려진 땅, 공터, 중단된 지하철역 등의 부지에 쌀자루 또는 플라스틱 박스와 같이 이동성이 뛰어난 용기를 사용하여 농작을 하고 있음.
- 커뮤니티의 활동으로 버려진 공터와 관리되지 않은 부지들이 녹지화됨에 따라 경관 조성의 효과를 얻고 있음.
- 커뮤니티 정원은 작은 부지와 이동성이 좋은 농작을 통해 클라인가르텐의 도심 속 농작의 수급의 문제를 해소할 수 있음





위) 프랑크푸르크의 클라인가르텐 한 필지사진,
아래) 베를린의 커뮤니티 정원(Prinzessinnengarten)
자료: 클라인가르텐; <http://www.kgv-nordend-frankfurt.de/parzelle-334.htm>
커뮤니티 정원; <http://prinzessinnengarten.net/projekte/>

[그림 2-4] 독일의 클라인가르텐과 커뮤니티정원 전경

□ 기대효과

- 도시의 건물밀도가 높은 지역에서 녹지화 사업을 적용하기 좋은 사례로 판단됨.
- 녹지의 형성을 통해 친환경적인 도시의 이미지를 창출하고 열섬효과를 저감시킬 수 있음
- 농작을 통해 도시 온도의 저감, 미세먼지의 확산방지, 찬공기의 확산 등 여러 효과를 얻을 수 있음.

5) 도시계획에 조언이 가능한 환경정보지도 구축¹³⁾

□ 개요

- 베를린의 환경정보지도는 시민들의 알권리를 보장하기 위해 시작되었으며, 일반적인 환경현황의 데이터를 포함하여 심층적인 분석데이터를 제공함.
- 분석데이터는 크게 8개의 주제군(토양, 기후, 물, 토지이용, 대기, 비오름, 교통 및 소음, 에너지 등)과 하위 80개의 항목으로 나누어진 데이터로 상세하게 구축되어 있어 다음과 같은 평가 및 분석 데이터를 얻을 수 있음¹⁴⁾.
 - 지역 내 환경문제 잠재성과 위기 분석 및 평가
 - 지역 내 환경문제 갈등요소 분석 및 평가
 - 지역 내 환경영향과 침해정도 분석 및 평가 결과
 - 분석 및 평가 결과의 상세설명(문제점, 정보출처, 방법론 등)
 - 지역 내 공간 및 환경계획 수립에 필요한 이전 수립계획 및 정책 제한 사항 등 첨부
- 환경정보지도의 구축은 도시계획 시 녹지, 환경영향 등을 고려할 수 있도록 제시해주는 데이터 플랫폼의 역할을 수행하므로, 환경이 적용된 도시계획과 폭염의 중·장기적인 대응방안을 제시할 때 용이하게 사용할 수 있음.

13) Thirdspace berlin academy Umweltatlas Berlin, (<https://thirdspace-berlin.com/thirdspace-archive/environmental-information-system/%eb%b2%a0%eb%a5%bc%eb%a6%b0%ec%9d%98-%ed%99%98%ea%b2%bd%ec%a0%95%eb%b3%b4%ec%a7%80%eb%8f%84-umweltatlas-berlin/>)

14) 서울연구원 세계도시동향, 인터넷에 의한 환경정보와 환경지도 제공(베를린). (<https://www.si.re.kr/node/36185>)

□ 주요내용

- 1983년 베를린 도시환경부와 연방환경청이 공동으로 연구하여 구축한 시스템이며, 현재까지 31년에 걸친 많은 데이터들을 축적하고 있음.
- 환경정보지도의 정보는 지자체 또는 연방국에 국한되지 않고 전문가 및 기관, 연구단체에서도 제작에 참여하고 있어 방대하고 높은 질의 자료가 수시로 업데이트 됨.
- 환경정보지도는 8개의 주제군 및 하위 세분화된 항목들은 다음 [표 2-2]와 같이 정리하여 나타내었으며, 이를 토대로 도시계획 또는 기후에 대응하기 위한 방안 수립 시에 용이하게 사용할 수 있음.

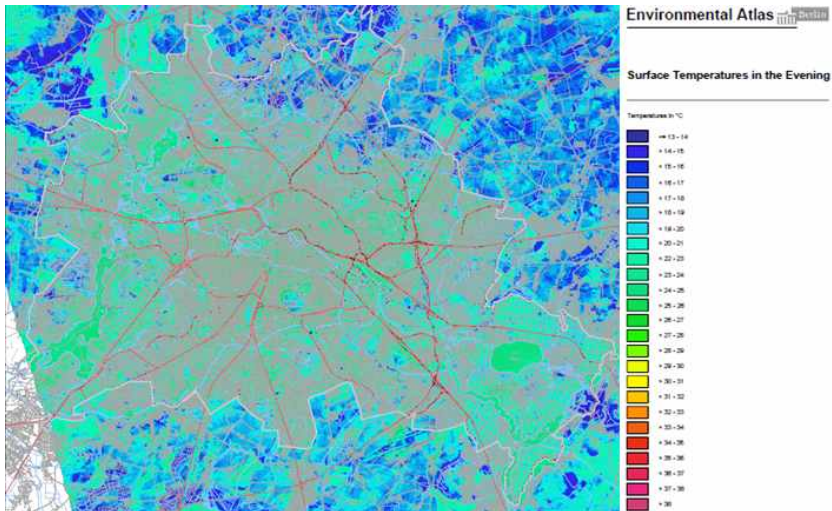
[표 2-2] 환경정보지도의 주제군과 하위 자료범위

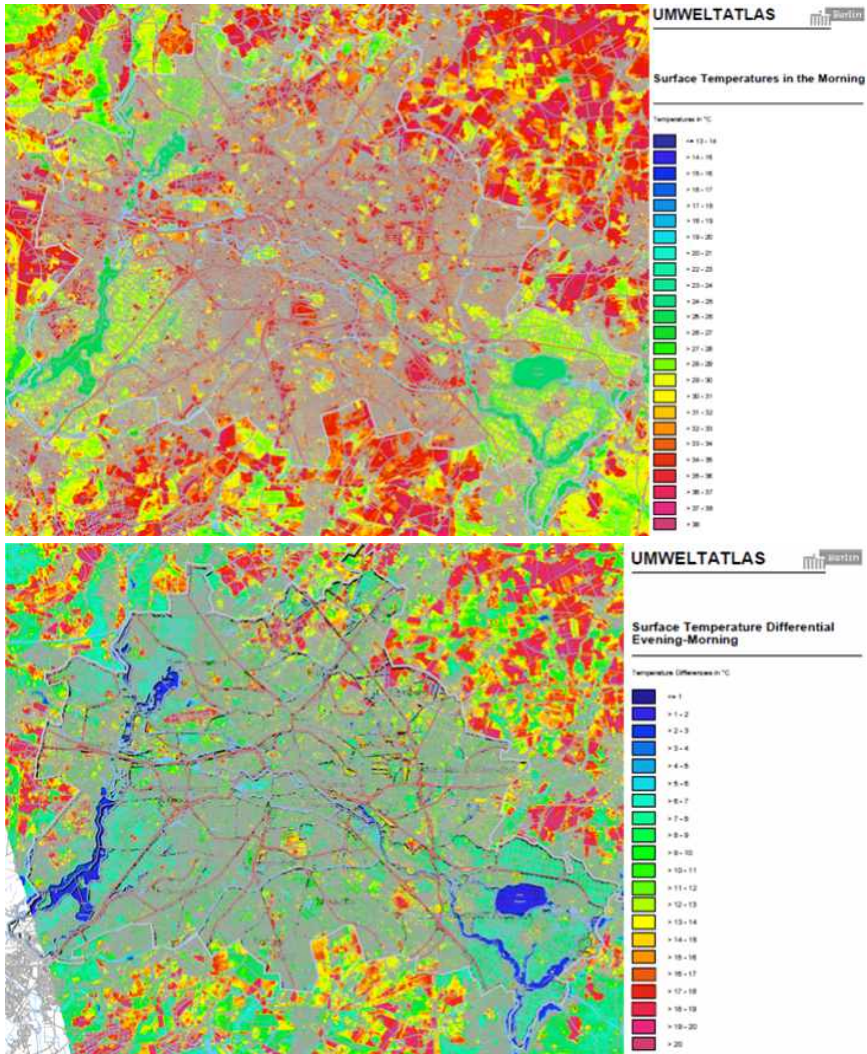
구분	도면 내용 요약
토양	토양의 구성, 토양피복, 토양과 식물의 중금속(토양의 납 및 카드뮴 성분), 과거 오염된 지역, 지질, 표토의 지구화학적 분석, 표고, 방서성물질, 우수처리장
물	지표수질, 목욕용 수질, 천층 지하수질, 지하수의 오염취약성, 해안과 재방의 생태학적 상태, 지하수 심도, 동물군 우수와 오수의 처리, 지하수위 및 지하수 집수지, 유거수
대기	이산화황 배출 및 오염, 산화질소 배출 및 오염, 먼지 배출 및 오염, 지표근처 오존, 생태지수, 유기가스와 증기의 배출 및 오염, 교통관련 대기오염(탄화수소, 벤졸 질산화 산소 및 디젤분진)
기후	1961년~1990년의 평균기온, 지표면 풍속, 열수지량이 적은 야간의 온도 및 습도상태, 도시기후권역, 주·야간 표면온도, 기후기능 1961년~1990년 강우 및 유거수 형성, 주·야간 생태기후
비오톱 (Biotop)	식생, 동식물군상의 보호지역, 삼림의 연령과 식생구조, 조류 부화 및 개체군수의 비교, 자연 및 조경 보호지구

토지 이용	도시화 지역의 실제 토지이용, 녹지지역, 오픈스페이스 개발, 공공 및 주거지역 주변의 녹지 접근도, 인구밀도, 도시구조, 건물 및 식재높이
교통 소음	교통량, 도시주변 개발 시 교통소음, 녹지지역 소음
에너지	건물난방 공급지역, 현저한 난방방식, 이산화탄소 배출, 산업 분류별/연면적별 이산화탄소 배출, 전자기장

출처: 부산발전연구원(2014), 도시계획에 도입가능한 도시환경기후지도 작성 연구. p.27-28

- 환경정보시스템의 기후정보는 여러 환경적 인자들을 도식화하여 나타냄으로써, 베를린의 개발사업의 방향 또는 환경적 영향에 대해 간접적으로 제시할 수 있음.
- 단적인 예로, 다음 [그림 2-5]와 같이 열스트레스 지도를 통해 열섬현상에 대한 방지대책 또는 부적합 개발지역 선정, 베를린 내의 녹지사업 효과, 방향제시 등이 가능함.





위) 오후시간의 베를린 표면온도를 나타낸 열스트레스 지도
 중간) 오전시간의 베를린 표면온도를 나타낸 열스트레스 지도
 아래) 오전과 오후시간의 베를린 표면온도 차를 나타낸 열스트레스 지도
 자료: Inprint of the Environmental Atlas Berlin, (<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/eka406.htm>)

[그림 2-5] 시간별 베를린의 열스트레스를 나타낸 기후정보지도

□ 기대효과

- 지역의 환경정보를 공공기관, 연구기관, 민간인 등이 구축함으로써 전문적이고 시민참여적인 거버넌스가 형성됨¹⁵⁾.
- 또한, 베를린의 수준 높은 정보들을 기관 및 민간에게 제공함으로써, 시민들의 교육효과 향상, 도시계획 및 개발계획의 환경영향평가 투명성 확보 등의 효과를 볼 수 있음.
- 맞물려 있는 환경적 영향요소들을 복합적으로 고려할 수 있으므로, 지역 내 환경 민감지역, 취약지역, 영향정도 등을 정성적으로 파악하기에 용이함.
- 따라서, 환경정보지도에서 분석한 내용을 근거로 토지이용계획 시 건설용지로 지정된 공간을 조정하여 환경영향 최소화 전략을 수립하는 등의 계획이 가능해 짐.
- 환경정보지도를 적용하여 장기적인 폭염 방지대책 수립 시 효율적이고 구체적인 계획의 수립이 가능할 것으로 판단됨.

15) 국립환경과학원(2016), 독일의 기후변화 적응 전략 및 녹지관리. p.106~112

6) 수로와 녹색교통을 통한 쾌적한 도시 계획¹⁶⁾

□ 개요

- 프라이부르크(Freiburg)는 도심에 자전거 전용도로, 트램(Tram) 등만이 이동할 수 있는 보행자 전용구역을 만들어 차량에서 나오는 배기가스를 배제하고 친환경적 도시구역을 조성함.
- 도심 곳곳에는 폭 50cm의 작은 수로 베히레(Baechele)가 흐르고 있어 온도 및 습도 조절과 미관조성 등의 역할을 하고 있음.
- 또한, 베히레는 구배를 고려한 설계로 유지비용이 소비되지 않으며, 도심 속 바람길을 조성하고 기온이 높은 여름철 시민들의 휴식과 편의를 제공하는 구조물임.
- 이러한 이점은 도시 열섬효과에 대한 온도저하 효과뿐만 아니라, 지역주민 삶의 질 향상, 관광요소 부각 등 다방면으로 이점이 많은 사례로 판단됨.

□ 주요내용

- 프라이부르크의 도심 내에는 보행자 전용구역인 ‘카이저 요셉(Kaiser-Joseph Strabe)’이 700m 정도 구축되어 있음.
- 보행자 전용구역은 차량의 통행을 통제하고 트램과 자전거 전용도로 및 작은 수로형태의 베히레로 구성되어 있음.
- 트램은 차량을 대신하는 대중교통수단으로, 차량의 공회전 및 에너지 사용 등에 의한 도시 내 배기열 발생 문제를 해결함.

16) 이용규 · 김양배(2008), [혁신도시]친환경인프라 구축 통해 세계의 환경수도 ‘명성’, <전남일보> 2008년 7월 14일 영산강을 생명의 강으로 3부 - 3부 해외 선진지서 배운다 - 10. 독일 프라이부르크 베히레, (<http://germanproject.tistory.com/54>)

- 또한, 트램의 노반에는 잔디를 식재하여 녹지를 조성하고, 태양에 의한 복사열 방지 및 우수의 자연적 배제를 도모하였음.
- 자전거 전용도로는 전장 500km 정도의 도로망을 개설하고, 이용자들을 위한 자전거 보관소(9000여대 수용가능), 자전거 시가지 등을 통해 자전거 사용 활성화에 이바지함¹⁷⁾.



자료: 재단법인 국제기후환경센터 도시우수사례(2012), [토지이용]프라이부르크 녹색도시, (http://icecgj.or.kr/bbs/board.php?bo_table=board0406&wr_id=3)

[그림 2-6] 도심 내 트램과 녹지로 구성된 트램노반

17) 재단법인 국제기후환경센터 도시우수사례(2012), [토지이용]프라이부르크 녹색도시, (http://icecgj.or.kr/bbs/board.php?bo_table=board0406&wr_id=3)

- 베히레는 길이 15km의 오래된 문화유산으로, 도심 외각의 드라이잠 강에 수로를 시작으로 곳곳을 흐르게 설계되어 있음.
- 베히레의 설계는 표고차를 이용한 자연유하식 개수로이기 때문에 유지보수 비용이 들지 않음.
- 이를 착안하여 드라이잠과의 합류지점에는 소수력 발전기를 달아 수력을 이용한 대체에너지를 생산하고 있음.
- 또한, 프라이부르크는 독일 전체에서 일조량이 가장 많은 곳으로 한 낮 기온이 39℃까지 올라가는 지역적 특성이지만, 베히레의 도심 외각 드라이잠 강의 낮은 수온이 냉각수 역할을 하여 도시온도를 약 3℃ 정도 낮추는 효과를 나타냄.



자료: 홍성신문 기사자료(2007), 시민 힘으로 ‘환경제양’을 ‘에너지자립도시’로, (<http://m.hsnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=31768>)

[그림 2-7] 보행자 전용구역 곳곳에 흐르고 있는 베히레



자료: 매일신문(2011), [대구, 강의 도시를 만들자] (http://www.imaeil.com/sub_news/sub_news_view.php?news_id=930&yy=2011)

[그림 2-8] 베히레와 드라이잠 합류지점에 설치된 소수력 발전기

□ 기대효과

- 차량 통제를 통해 지역사회의 공기질이 향상되고, 녹지를 늘릴 수 있는 계가 될 것으로 판단됨.
- 베히레의 바람길 조성 효과, 냉각수 효과 등은 도심 온도를 줄이고, 지역주민들의 휴양과 편의를 제공할 수 있는 계기가 됨.
- 도심 내 차량통제 및 대중교통의 활성화는 토지면적이 작고 밀고 높은 우리나라의 경우 적용하기 어려울 것으로 예상되지만, 도심 속 열섬효과를 줄일 수 있는 계기가 될 수 있을 것으로 간주됨.

2. 영국

1) 옥상녹화 및 벽면녹화¹⁸⁾

□ 개요

- 런던에서는 다른 녹화 사업과는 달리 지붕에 수목을 식재하여 정원 또는 테라스를 조성하는 사업인 Living roof 사업을 시행 중에 있음.
- Living roof 사업은 도시의 열섬현상을 억제하고 지속가능한 도시 배수시설이 될 수 있다는 점에서 크게 인기를 얻음.
- 2008년 런던 플랜에 반영되면서 공식적으로 정책으로 추진되었으며, 활성화하기 위해 사업체 및 연구기관의 협력을 바탕으로 녹색인프라를 구성 및 관리 중에 있음.

□ 주요내용

- 런던의 Living roof 사업은 수목의 식재를 통해 지붕을 녹화하는 Green roof 사업과 나무 및 식물을 식재하고 편의시설을 조성하는 Recreational Living roof 사업으로 나뉨¹⁹⁾.
- 현재 런던 중심부에는 Green roof 사업을 통해 약 700개의 옥상에 나무 및 식물들이 식재되어 있으며, 면적으로는 175,000m² 임.
- 또한 Green roof와 Recreational living roof 사업의 활성화를 위해 공공기관과 공공시설에 Green roof, Green wall을 설치하였고, 이를 통해 휴식공간 또는 놀이터, 운동장으로 사용중에 있음.

18) 김원주(2008), “지붕에 나무 심는 ‘살아있는 지붕’ 연구(런던)”, <서울연구원 세계도시동향> 4월 7일 제 188호.

19) U.K The City of London. gov(2008), Living roofs and walls, Supporting London plan policy Technical Report.

- 다른 녹지화 사업과는 달리 수목의 식재를 통해 녹화하는 사업이므로, 토양의 하중, 식재된 수목의 성장 등 여러 연구가 진행되고 있으며 정보제공을 위해 가이드라인 등을 제작하여 배포 중에 있음.



자료: Green futures magazine(2012), Green roof revolution, (<https://www.forumforthe future.org/greenfutures/articles/green-roof-revolution>)

[그림 2-9] 수목을 식재한 런던 Green roof 사업

□ 기대효과

- Green roof 사업을 통해 공원과 같은 수목들이 옥상에 식재되어 그늘막의 효과, 증산작용을 통한 건물의 복사열 에너지 저하 등의 효과를 볼 수 있음.
- 도시의 미관, 정원 및 테라스와 같이 휴식공간을 조성하기 때문에 지방 활용도를 높인다는 점에서 큰 효과를 기대할 수 있음.

2) 도시농업을 통한 녹지화 사업²⁰⁾

□ 개요

- 런던의 도시농업은 도심 속 식량자원의 생산, 저소득층의 일거리 창출 등으로 시작되었음.
- 도시농업은 불투수면적의 감소, 온실가스의 저감, 식생의 증산작용 등을 통해 녹지화와 같은 효과를 볼 수 있음.

□ 주요내용

- 런던의 도시농업은 도심에는 텃밭, 외각에서는 시티팜의 형식으로 커뮤니티 가든 형태를 갖추고 있음.
- 도시농업의 활성화를 위해 임대사업 및 관련 정책들이 1950년대부터 안착되어 있음.
- 도시농업의 기회를 제공하는 랜드쉐어 웹사이트에는 4만여 명의 경작 희망자 및 토지소유자가 가입되어 있음.
- 런던 가구의 14%가 자가정원에서 농사를 짓고 있으며, 도시텃밭은 737개소, 구획 수로는 36,000개로 활성화 되어 있음.

20) UK London Capital Growth, http://www.capitalgrowth.org/london_grows/
KEI(2010), 도시농업의 온실가스 저감효과 및 정책방안, p. 7-8
서울도시농업(2013), 서울시 도시농업 마스터플랜 연구, p. 23-25



자료: UK London Capital Growth(2012), What we learned while creating 2012 new community food growing spaces in London

[그림 2-10] 런던의 도시농업

□ 기대효과

- 도시농업의 커뮤니티는 식자재 생산, 일거리 창출, 주위 미관 형성 등의 역할 도모함.
- 이러한 효과는 큰 비용없이 토지의 유지보수비용의 절감, 투수면적 및 식생물의 개체수 증가 등의 이점이 있음.

3. 미국

1) 도심 온도 저감을 위한 쿨루프(Cool Roof)설치 지원²¹⁾

□ 개요

- 도심의 열섬효과를 완화시키는 방안으로 비영리단체인 CRRC(Cool Roof Rating Council)에서는 빌딩 및 주거지역의 지붕을 개선하여 온도를 낮추는 사업을 실시함.

□ 주요내용

- CRRC에서는 도심 속 지붕의 면적은 50~65%정도이며 지붕을 개선하는 것으로도 열섬효과를 완화시킬 수 있음을 착안함.
- 개선방안으로는 지붕의 색을 빛 반사율이 높은 색 또는 단열효과가 뛰어난 재질을 사용 또는 교체하는 사업을 실시함.
- 사업을 통해 에너지 사용량을 저감하고 도심 온도를 낮추는 등의 효과를 나타냄.
- 이에 따라 뉴욕에서는 2007년 옥상녹화 및 쿨루프 설치 매뉴얼을 개발하고, 미국 연방정부 에너지성(U.S. Department of Energy)에서는 2010년 쿨루프 선택을 위한 가이드라인을 개발하여 배포함²²⁾.
- 쿨루프 설치 장려를 위한 프로그램에는 재정지원방식, 건축법에 의한 규제방식, 인증제도에 의한 유도방식 등이 포함됨.

21)CRRC(Cool Roof Rating Council), <http://coolroofs.org/>

22) US Department of Energy, Coolroof, <https://energy.gov/energysaver/energy-efficient-home-design/cool-roofs>



위) 주택지의 지붕 개선 사례, 아래) 공장 지붕을 채색하는 cool roof 사례
 자료: Best roof 2017(2017), (<http://roof.rmichennai.com/what-does-a-cool-roof-look-like/>)

[그림 2-11] 지붕의 재질 및 색상을 교체하는 Cool Roof 사업 사례

- 또한, 미국의 EPA(Environmental Protection Agency)에서는 지원하는 RSC(Roof Savings Calculator) 웹사이트는 자신의 지역, 건물용도, 면적, 높이 등을 입력하여 쿨루프 지원 사업을 통해 에너지를 절감할 수 있는지 계산할 수 있음²³⁾.



자료: US Energy.gov, Guidelines for Selecting Cool Roofs

[그림 2-12] Cool Roof 사업의 온도 저감 사례

□ 기대효과

- 열섬효과의 저감 및 노후화된 지붕의 개선을 도모할 수 있으며, 경관 또한 개선되는 효과를 볼 수 있음.
- Cool Roof의 사업을 통해 에너지의 저감효과를 볼 수 있으며, 지속적인 연구 및 지원사업을 통해 저비용으로 폭염에 대한 대비를 할 수 있는 방안으로 판단됨.

23) US EPA Heat Island Effect, Using cool roofs to reduce heat islands, <https://www.epa.gov/heat-islands/using-cool-roofs-reduce-heat-islands>

2) LID 기법과 불투수면 제한 도시 계획²⁴⁾

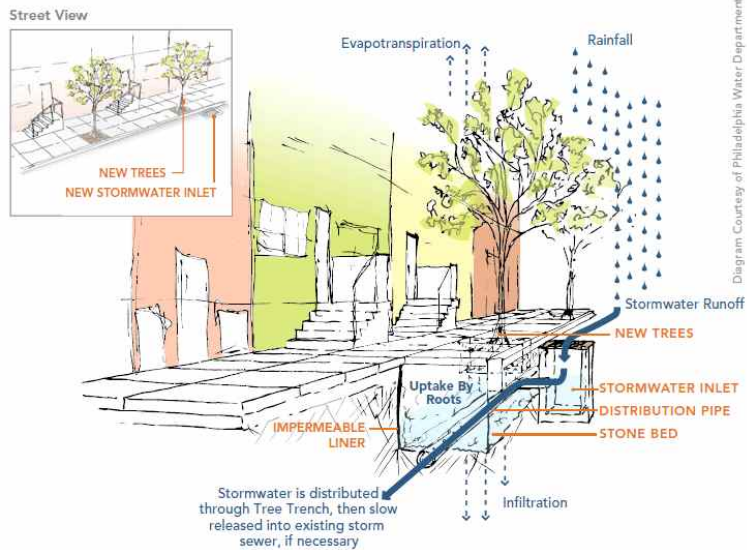
□ 개요

- 미국의 필라델피아(Philadelphia)는 그린인프라(Green Infra)를 촉진시키는 정책으로 불투수층을 줄이고 LID(Low Impact Development) 기법을 적용하는 계획을 세움.
- 불투수층을 줄이고 LID 기법을 적용하는 방안은 토양의 건강성을 확보, 녹지의 증대, 수변지역의 활성화 유도 등의 효과를 유도할 수 있고, 나아가 홍수 및 폭우에 대해서도 대응할 수 있는 방안으로 판단됨.

□ 주요내용

- 미국 필라델피아에서는 2006년 이후 도시 개발계획에 그린인프라의 주제를 정책에 도입하였고, 이에 따라 LID 기법과 불투수층을 줄이는 친환경적이고 건강한 도시개발을 계획하였음.
- 도시 개발계획 시에는 LID 기법을 반드시 수립하여야 하도록 제도를 수립하였고, 이에 따라 우수의 관리기법이 적용된 건축물과 개발이 활발히 진행됨.
- 우수관리정책에는 불투수면적의 비율에 따라 하수도 요금을 달리 적용하여 발생을 제한하고, 불투수면적을 줄이거나 그린인프라를 조성하는 경우 인센티브를 제공하는 등의 제도를 도입함.
- 2006년 이후 제도의 수립을 통해 도시면적의 2.6km²를 그린인프라로 구축하였고, 불투수면적을 20% 이상 감소시켰음.

24) 강정은 외(2011), <기후변화 적응형 도시 리뉴얼 전략 수립 -그린인프라의 방재효과 및 적용방안->, 한국환경정책·평가연구원(KEI) 연구보고서.



자료: U.S The City of Philadelphia(2012), Greenworks Philadelphia. 2012 Progress Report.

[그림 2-13] 우수 관리기법을 통한 그린인프라 구축

□ 기대효과

- 제도적으로 그린인프라의 구축을 유도하므로 단기간에 구축이 용이하고, 주변 식생 및 수변지역, 토양의 건강성을 되찾을 수 있음.
- 그린인프라를 구축을 통해 우수의 배제가 용이하므로 합류식관거(CSO; Combined Sewer Overflow)를 감소시킬 수 있고, 이에 따라 약 1억 7천만 달러 이상의 비용을 절감하는 것으로 나타남.
- 또한, 홍수 및 폭우에 대한 대응방안으로 제시할 수 있으며, 토양의 수분함량과 식생의 원활한 증산작용을 통해 도시열섬효과를 저하시킬 수 있을 것으로 판단됨.

3) 차열성 도로포장을 통한 도심 온도 저감 방안²⁵⁾

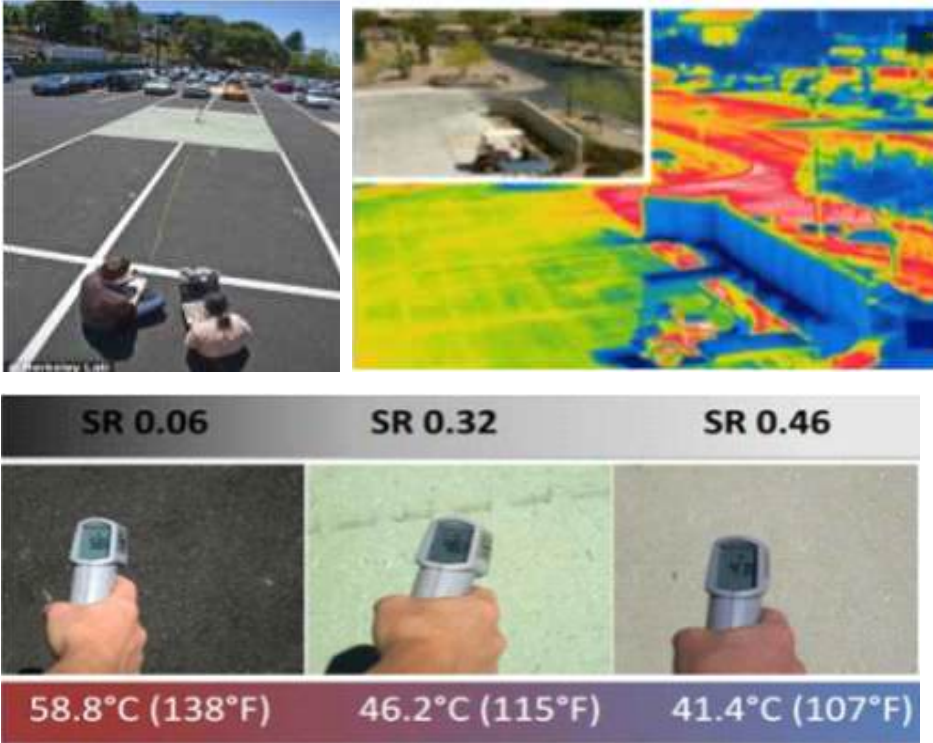
□ 개요

- 녹지부족의 문제와 도로포장으로 인한 복사열 방출이 도심의 열섬현상을 높인다는 연구를 토대로 미국은 열섬현상의 해결책으로 도로에 햇빛을 반사하는 차열성 포장에 대해 연구 및 적용하고 있음.
- 도로의 차열성 포장은 코팅제를 사용하여 아스팔트로 포장된 도로의 색을 바꾸는 사업이므로 많은 교통량의 지역에서는 유지보수가 어렵다는 점에서 시행단계에 있으나, 주차장에 적용은 열섬효과의 저감 효과를 나타낼 것으로 판단됨.

□ 주요내용

- 미국은 녹지의 부족과 도로포장으로 인한 개활지의 형성, 아스팔트의 복사열 방출 등이 열섬현상을 극대화시킨다는 연구결과를 토대로 도로에 차열성 포장을 통해 열섬현상을 저감시키는 연구를 진행 중에 있음.
- 주차장에서의 차열성 포장에 관한 연구는 로렌스 버클리 국립 연구소 (Lawrence Berkeley National Laboratory)에서 실시하였음.
- 연구는 주차장에 포장된 아스팔트의 색이 일사에너지를 5%만을 반사하므로 태양열에 의한 열 흡수와 흡수열의 배출이 큰 점을 착안하여, 도로포장 색을 햇빛 반사율이 높은 색으로 전환하는 연구를 진행함 .
- 연구소 주차장에 다양한 코팅제를 시험 시공하고 포장 온도를 측정 한 결과 일반적인 아스팔트 포장 대비 7℃ 이상의 온도감소 효과를 나타내는 것으로 조사됨.

25) 서울특별시 품질시험소(2016), <도심지 열섬저감 포장(주차장) 시험시공 및 효과분석>, 도로포장연구센터 연구보고서.



자료: 서울특별시 품질시험소(2016), <도심지 열섬저감 포장(주차장) 시험시공 및 효과분석>, 도로포장연구센터 연구보고서.

[그림 2-14] 차용성 포장을 통한 주차장 온도 변화

- 최근 LA에서는 시범적으로 차열성 포장(Cool Pavement)를 적용하여 기온을 측정된 결과, 지역의 기온은 34°C로 높은 온도를 나타내었으나, 포장도로의 온도는 21°C로 측정됨.²⁶⁾
- 하지만 도로의 차용성 포장은 아스팔트를 덮는 특수코팅제의 비용이 높고 도로포장의 유지보수가 어려운 점이 있어 더 많은 연구를 통해 상용화가 가능할 것으로 판단됨.

26) 김형재(2017), “LA시 서늘한 도로로 뜨거운 도심 막자”, <중앙일보 기사자료> 5월 22일.



자료: 김형제(2017), “LA시 서늘한 도로로 뜨거운 도심 막자”, <중앙일보 기사자료> 5월 22일.

[그림 2-15] 우수 관리기법을 통한 그린인프라 구축

□ 기대효과

- 주차장 및 도로에 차용성 포장을 통해 도심 내부로 유동하는 바람의 온도를 낮출 수 있고, 이에 따라 열섬효과를 저감할 수 있을 것으로 판단됨.
- 보행자의 경우 도로에서 배출되는 복사열은 폭염 시 큰 위협요소로 나타날 수 있으므로, 차용성 포장을 통해 폭염으로 인한 인명 피해를 방지할 수 있는 방안으로 판단됨.
- 주차장과 주차된 차량은 폭염 시 열 흡수에 의한 높은 온도로 차량손실 또는 인명피해가 발생할 수 있으므로, 차용성 포장을 통해 주차장의 온도를 완화하는 방안이 필요할 것으로 판단됨.

4. 일본

1) 도쿄 열환경 지도 제작 및 적용사례²⁷⁾

□ 개요

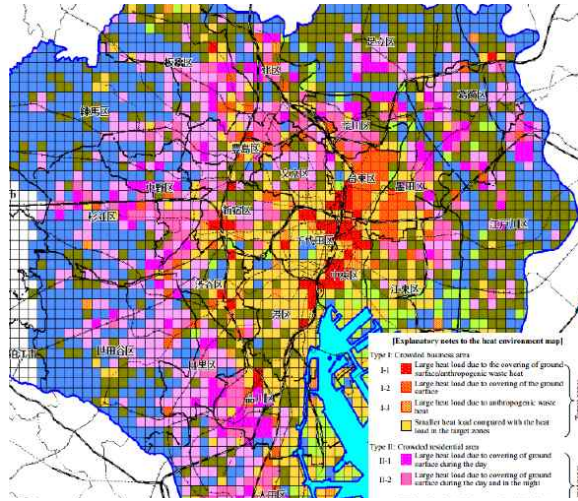
- 인구와 건물의 밀도가 높은 도쿄의 열섬현상을 완화하기 위한 방안으로 열환경 지도(Heat environment map) 구축 계획을 세움.
- 열환경 지도는 환경기본계획의 수립 시 녹지공간이 필요한 공간 또는 열섬현상이 극심한 지역 등을 도식화하여 녹지사업의 방향 및 열섬현상의 방안 등을 제시하기에 용이함.
- 열환경 지도를 통해 극심한 지역을 분배 및 선정하여 지역적 특색을 고려한 저감방안을 시행한 사례임.

□ 주요내용

- 열환경지도는 도시의 열섬현상을 감소시키기 위한 방안으로 시행되었으며, 열섬현상의 주요원인을 녹지 및 수면의 감소, 도로나 건물의 인공 피복 증가, 자동차의 인공배열, 도시형태(건물의 높이나 폭)의 변화²⁸⁾ 등의 변화로 초점을 맞추어 작성하였음.
- 열환경지도를 통해 지역들을 열 스트레스별로 구분하고 각 지역별로 지역적 특색에 맞춘 대책들을 강구한 매뉴얼을 작성하였음.
- 다음 [표 2-3]은 열환경에 따라 구분된 10개의 지역 중 도시열섬이 극심한 5개의 지역을 선정하여(업무지역 3곳, 주거지역 2곳) 지역적 특색에 맞는 대책을 마련한 사례임.

27)강정은 외(2012), <기후변화 적응형 도시구현을 위한 그린인프라 전략 수립>, 한국환경정책·평가연구원(KEI) 연구보고서, p. 52-58

28)오동하 외(2014), <도시계획에 도입가능한 도시환경기후지도 작성 연구>, 부산발전연구원 창의연구 보고서, p. 34-37



자료: Tokyo metropolitan government(2005)

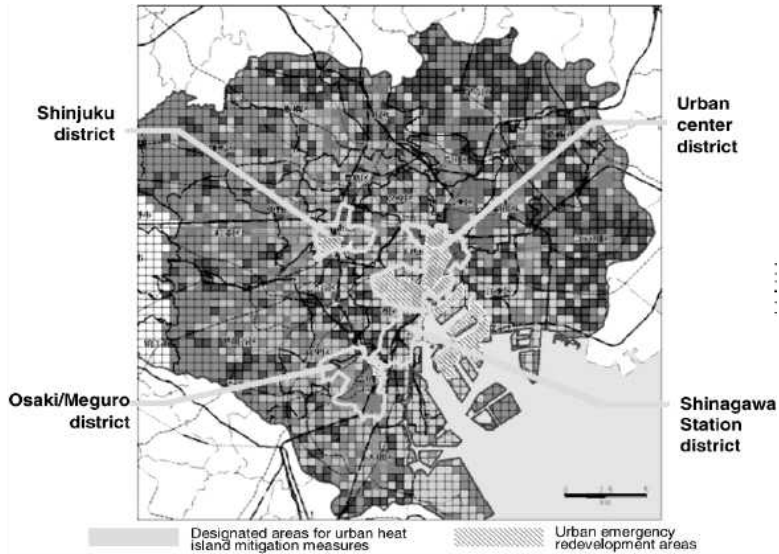
[그림 2-16] 도쿄의 열환경 지도 구축 사례

[표 2-3] 열섬지역의 조치대책들과 유효성 판단 메뉴

유형	유효대책	대책메뉴						
		부지 녹화	옥상 녹화	벽면 녹화	지붕 반사율 증대	보수성 포장	건물 밀도 완화	
업무 지역 I	유형 I-1 [Red square]	피복대책과 인공배열대책, 건물과 포장면에 복사열 배제 및 배출열 억제 대책이 유효함	○	◎	◎	◎	◎	◎
	유형 I-2 [Orange square]	피복대책이 요구되며 건물의 복사열 배제가 요구됨	◎	◎	○	◎	◎	△
	유형 I-3 [Yellow square]	건물의 복사열 배제 및 배출열 억제 대책이 유효함	◎	◎	○	◎	○	◎
주거 지역 II	유형 II-1 [Purple square]	피복대책이 중 건물의 복사열 배제 피복대책이 요구됨	◎	○	△	◎	○	△
	유형 II-2 [Pink square]	피복대책 중 건물의 복사열 배제 특히 밤까지 축적하는 내하건축물의 대책이 유효함	◎	◎	○	◎	○	△

주: ◎ : 대책효과가 크게 예상됨, ○ : 대책효과가 예상됨, △ : 일정 대책효과가 예상됨
출처: Tokyo metropolitan government(2005), 박은진 외(2010) 재인용.

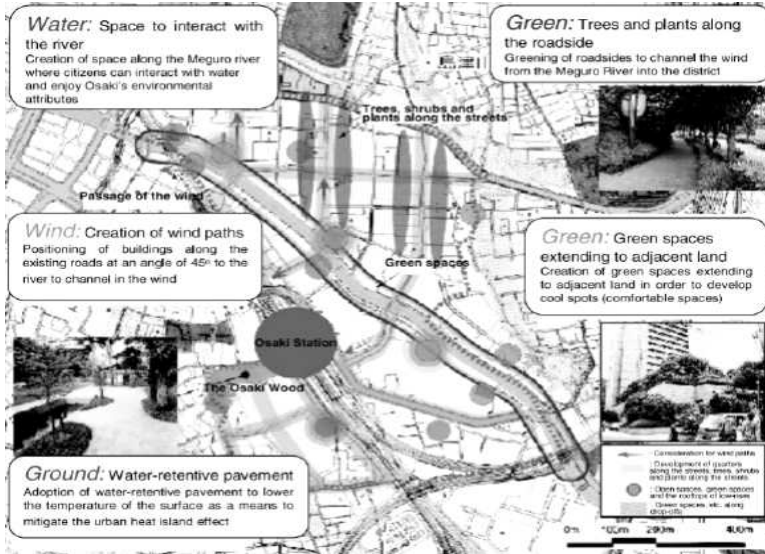
- 열환경 지도의 도식화로 도심 내 열 스트레스가 극심한 지역이 명확히 구분됨에 따라 2005년 일본 정부에서는 구역을 나누어 지역적 특색에 맞는 조치대책들을 실행함.



자료: Yamamoto(2006), Measures to Mitigate Urban Heat Islands, Science & Technology Trends, Quarterly Review Vol. 18 p. 65-83

[그림 2-17] 열환경 지도를 통해 열 스트레스가 극심한 모델지역 선정

- 도쿄의 조치구역으로는 총 4구역으로 나누었으며, 이 중 고밀도 주거 지역인 Osaki/Meguro 구역에 열환경 지도의 분석결과를 반영하여 다음 [그림 2-18] 같이 반영함.
- 열환경 지도에 나타난 열 스트레스는 지표면의 복사열 방출 및 고밀도 주거지역의 야간냉각효과 저하 등으로 분석되어, 가로변 녹화, 수변구역 확대, 보수성 포장 채택 등의 조치들이 계획되었음.



자료: Yamamoto(2006), Measures to Mitigate Urban Heat Islands, Science & Technology Trends, Quarterly Review Vol. 18 p. 65-83

[그림 2-18] 열섬현상의 완화를 위해 물-녹지-바람길 네트워크를 구축

□ 기대효과

- 지역의 열 스트레스를 도식화하여 나타냄으로 지역의 개발 및 환경적 문제점을 파악할 수 있음.
- 따라서, 열환경지도를 통해 폭염 대응방안 중 적합하고 적용 가능한 방안들을 선택하여 추진할 수 있음

2) 옥상녹화의 의무화 및 시공기술²⁹⁾

□ 개요

- 열섬현상의 저감을 위해 일본의 각 지자체에서는 옥상녹화를 건물의 면적과 비례하여 일정 의무화하는 정책을 추진하고 있음.
- 이는 경제적 또는 기술적으로 어려운 옥상녹화에 대해 상용화하기 좋은 사례로 판단됨.
- 또한, 옥상녹화의 의무화에 따라 녹화사업의 기술이 발전하여 식물의 다양성 추구 및 건축물에 부하가 걸리지 않는 녹지조성 등 많은 사례가 조사됨.

□ 주요내용

- 일본의 옥상녹화는 전국적으로 의무화 및 지원제도가 활발히 조성되어 2000년부터 2006년 동안 1.6km²의 녹지가 조성된 것으로 조사됨.
- 의무화 제도로는 도쿄에서는 조례를 개정하여 대지면적의 20%와 옥상의 20%를 녹화하는 녹화계획서의 제출을 의무화하고, 이를 위반 시 벌금을 회수하고 있음.
- 지원제도로는 오사카가 옥상녹화 면적 1m²당 0.2m²의 비율로 공개공지에 포함시키는 용적을 할증 인센티브를 제공하며, 하마마쯔는 생존력이 높은 넝쿨성 식물 교부, 녹화에 들어간 세금 감면 등의 지원을 하고 있음.
- 하지만 옥상은 토양의 공급이 어렵고, 녹화를 통해 건물에 부하를 줄 수 있으므로 점점 옥상녹화 사업이 감소하는 추세임.

29)윤은주 외(2010), <그린홈 적용을 위한 옥상녹화 방안 연구>, 토지주택연구원 연구보고서. p. 150-166

- 따라서, 옥상녹화를 시공하는 업체에서는 시공의 간편성과 건물에 가해지는 부하를 줄일 수 있는 기술들을 개발하고 있음.
- 기존 옥상녹화는 토양을 공급하고 식생을 식재하는 방법이지만, 자재의 운반이 어렵고 부하가 크기 때문에 매트와 같은 폼(인공토양)을 사용하여 흙의 비산, 유실들을 방지함.
- 또한, 투수성을 높게하여 우수의 배제율을 증대시키고 잔디 및 돌나물 등을 폼에 식재 후 연결함으로써 옥상녹화의 시간을 단축시키는 기술이 개발됨.





위) The Center Tokyo 오바르 가든 옥상녹화 사례
 아래) 폭우에 의한 토양의 유실과 부하를 줄이기 위한 블록식 옥상녹화 시공 기술
 자료: 윤은주 외(2010), <그림홈 적용을 위한 옥상녹화 방안 연구>
 G-WAVE FE-EU-Me II system(www.tajima-roof.jp)

[그림 2-19] 일본의 옥상녹화 사례 및 옥상녹화 기술

□ 기대효과

- 옥상녹화 사업의 체계화와 상용화가 원활하게 발달될 수 있는 방안으로 판단됨.
- 옥상녹화 사업의 의무화 및 지원제도는 옥상녹화 시장 규모의 증대와 친환경적 건축사업 확산을 기대할 수 있음.

3) 주차장의 온도저감을 위한 녹지화사업³⁰⁾

□ 개요

- 일본의 오키나와 류라우미 수족관은 건물의 옥상 주차장을 녹지화하여 상용화 중에 있음.
- 옥상 주차장의 녹지화 사업은 옥상녹화를 더불어 주차장의 녹지화 사업을 동시에 일궈낸 사례로 친환경적인 주차장 조성, 포장면에서 방출되는 복사열 저감, 우수 배제의 용이성 등 여러 장점을 띠고 있음.

□ 주요내용

- 주차장의 일반 아스팔트 포장은 햇빛 반사율이 적어 태양 에너지의 흡수율이 높고 복사열의 방출 또한 큼으로 도시 열섬효과에 기여하는 원인 중 하나로 나타남.
- 하지만 주차장의 녹지화는 여러 차량을 좁은 부지 안에 수용하는 공간으로 시야 확보 및 부지사용의 효율성이 저하됨에 따라 적용이 어려움.
- 또한 차량의 하중과 움직임에 의한 부하(Load)는 일정 강도 이상의 포장이 되지 않을 시 균열 및 파손에 의해 유지보수가 필요하게 됨.
- 일본에서는 연구를 통해 오키나와 류라우미 수족관 건물 옥상 주차장에 녹지사업을 실시하였음.
- 건물의 옥상 및 주차장을 동시에 녹지화한 사례로 9000㎡의 큰 면적에 적용하였음.

30)한규희(2015), “일본 옥상녹화 단상”, <환경과 조경 Eco Scape 기사자료> 1월 제 77호.

- 주차장의 녹화는 두 종류의 식재 기반으로 구성되는데, 주행로 부분은 벽돌 형태의 블록을 보조재로 깔아 답압 방지효과를 노리는 유형과 주차부분은 불균일한 입자의 자갈과 세세한 입자의 토양을 적당히 혼합하여 토양의 노면 항력으로 답압을 견디는 유형으로 나타남.
- 이러한 구조는 우수의 배제와 식재된 식생들의 원활한 육성이 가능할 것으로 나타나고 있음.



자료: 한규희(2015), “일본 옥상녹화 단상”, <환경과 조경 Eco Scape 기사자료> 1월 제 77호.

[그림 2-20] 일본의 츄리우미 수족관 옥상 및 주차장의 녹화사업



자료: 박상길(2015), “LH, 아스팔트 포장 없는 친환경 단지 조성”, <Metro 기사자료> 11월 30일.

[그림 2-21] 일본의 친환경 자재로 포장된 주차장 사례

□ 기대효과

- 대도시의 경우 많은 차량의 수용을 위해 주차장의 부지가 많이 소요되고 있으므로, 주차장 녹지화 사업을 통해 도심 열섬효과를 저감시키고 주위 건물의 냉각효과 또한 기대할 수 있음.
- 여름철 우수의 배제가 용이하고 태양열에 데워진 차량의 이용으로 발생하는 인명피해 등을 방지할 수 있는 사례로 판단됨.

5. 스페인

1) 도심 속 녹지 건축물 ‘에어트리(Airtree)’³¹⁾

□ 개요

- 폭염에 대한 대책방안으로 스페인에서는 에어트리를 사용하여 지역주민들의 휴식과 편의를 제공할 수 있는 시원하고 친환경적인 공공장소 설립함.
- 에어트리는 식물을 식재한 야외 건축물이며, 증산작용을 통해 건축물 안의 온도를 주위 온도보다 약 10℃의 낮추는 효과를 나타냄.
- 지역주민의 야외 활동 시 휴식공간과 무더위 쉼터 역할을 하며, 도심 내 개발로 인한 부족한 녹지면적을 충당할 수 있는 방안으로 판단됨.

□ 주요내용

- 2004~2007년까지 구축된 에어트리는 스페인 마드리드(Madrid)에 설치된 건축물로, 건축가인 벨린다 타토(Belinda Tato)가 재활용 소재들을 사용하여 구축하였음³²⁾.
- 큰 나무를 연상하게 하는 에어트리 구조물은 식생의 증산작용을 통해 주변 기온보다 약 10℃ 정도를 낮추는 효과를 나타내고 있음.
- 건축물 지붕에는 태양열 전지를 적용하여 자체적으로 전기를 생산하므로 유지보수 비용이 소요되지 않음.
- 또한, 건축물에 사용된 가벼운 재활용 소재들은 분해가 용이하여, 건축물의 이동 또는 철거가 간편함.

31) 한국기후변화대응연구센터 Green Issue(2015), 기후변화에 따른 여름철 강원도 관광지 폭염피해 예방시설 제안. p. 9~10

32) Forbes 기사자료(2016), Mixing Architecture and Landscape, Spain's Eco-Boulevard Converts a Dull District into a Vibrant one



위) 스페인의 Airtree 전경, 아래) Airtree 안에서 휴식을 취하는 시민들
 자료: Archdaily Eco Boulevard in Vallecas/Ecosistema Urbano, (<https://www.archdaily.com/office/ecosistema-urbano>)

[그림 2-22] 스페인 Airtree 전경 및 편의시설로 사용되는 사례



자료: Archdaily Eco Boulevard in Vallecas/Ecosistema Urbano, (<https://www.archdaily.com/office/ecosistema-urbano>)

[그림 2-23] 폭염 시 포그(Fog)를 생성하는Airtree

□ 기대효과

- 도심 내 개발에 의해 녹지화하기 어려운 좁은 부지는 에어트리 건축물을 설치하여 큰 효과를 나타낼 수 있음.
- 정자 또는 수변공원 같이 건축물을 통해 지역주민들의 편의와 휴식을 제공할 수 있는 시원한 공공장소로써 효용가치가 큼.
- 태양열 전지를 통해 생산되는 에너지는 지역 전기공급에 사용되거나 유지보수 비용으로 사용할 수 있으므로, 경제적 측면으로 가치가 높음.
- 근린공원 또는 개활지 등에 에어트리를 곳곳에 설치하여 보행자의 그늘 확보와 도시의 온도를 낮추는 등의 효과를 볼 수 있을 것으로 판단됨.

2) 에너지를 생산하는 친환경 빌딩³³⁾

□ 개요

- 스페인의 악시오나(Acciona cop.)는 화석연료 사용을 사용하지 않아 온실가스를 배출하지 않는 친환경 건물을 완공하였음.
- 건물의 외벽 및 옥상은 태양열 패널로 구성되어 있어 자체전력 생산이 가능하고, 여름철 햇빛 차단 역할에 의해 실내온도를 낮추는 효과를 나타냄.

□ 주요내용

- 악시오나 회사는 자체 에너지의 생산 및 친환경적 빌딩을 설계하기 위해 벽면과 옥상에 태양광 모듈로 구성하여 빌딩을 제작하였음.
- 태양광 모듈의 도입을 통해 일조량이 적은 겨울에 실내온도를 높이고, 여름철에는 햇빛차단의 역할을 함.
- 빌딩은 자연채광과 통풍을 최대한 활용할 수 있도록 태양광 모듈이 설치되지 않은 3면에 이중 창문 및 천연공기실과 아연판으로 마감하여 설계됨.
- 천장은 천창(Skylight)를 설치하여 천연채광의 효과를 높이고 천창 바로 아래에 실내정원을 조성하여, 실내공기질의 개선 효과와 쾌적함에도도하였음.
- 전력의 사용은 스마트 전력운영 시스템을 도입하여 전력 소비패턴의 파악 및 움직임 감지 등을 통해 조명의 밝기와 소등 등이 자동으로 조절됨.

33) KOTRA(2011), “진화하는 그린빌딩 기술”, <KOTRA Green Report> Vol. 12 p. 4-41

- 또한 에너지의 생산은 일조량이 적은 날을 대비하여 바이오 디젤로 구동되는 보조 보일러를 마련하고, 지열 냉난방 시스템까지 도입하여 무더위 쉼터 또는 폭염 시 전력난의 해소 방안으로 제시할 수 있음.



자료: Acciona cop. sustainable construction and efficient management of buildings.
(<https://www.acciona.com/sustainability/environment/sustainable-construction/>)

[그림 2-24] 스페인의 자체 전력생산이 가능한 친환경적 빌딩

□ 기대효과

- 무더위 쉼터에 적용 시 전력난에 의한 문제를 해소할 수 있는 방안으로 사례되며, 자체 에너지의 생산으로 쾌적하고 효과적인 무더위 쉼터 운영이 가능할 것으로 판단됨.
- 자체 에너지의 생산으로 여름철 도심 내 열방출 및 열흡수 등의 문제를 해결할 수 있으며, 대체 에너지의 사용으로 온실가스 저감에 효과적임.

6. 프랑스

1) 에너지 절약형 건축설계 그린빌딩³⁴⁾

□ 개요

- 프랑스의 Bouygues Immobilier Corporation에서는 친환경적이고 대체 에너지를 통한 전력생산, 에너지의 효율성에 중점을 두고 피돈(Meudon) 지역에 그린빌딩(Green Office Meudon)을 설계함.
- 설계는 최대한 에너지 사용을 줄이기 위해 건물 위치의 선정과 자동 개폐 시스템을 사용한 통풍시스템, 대체 에너지의 사용 등을 사용하여 에너지 생산량이 소비량 보다 많은 사례로 친환경 건물의 모범이 되고 있음.

□ 주요내용

- 프랑스의 Bouygues Immobilier Corporation은 프랑스 최초의 에너지 포지티브 그린 빌딩을 설계하였음.
- 파리 남쪽의 피돈에 건설한 그린빌딩은 에너지의 절약과 대체 에너지의 생산을 주안점을 두어, 건물의 정면, 지붕창 설계를 비롯해 건물의 방향과 위치 선정까지 에너지를 최소화 할 수 있도록 구상함.
- 또한, 건물을 곡선형태로 설계하여 냉방효과를 최대화하고 중간에 공기막이 있는 이중창을 사용하여 열과 외부소음을 차단하는 효과를 극대화함.
- 에너지의 절약은 계절별 일조량, 냉난방 장치, 조명장치, 사무기기 등에 사용되는 에너지를 수치화하여 데이터베이스를 구축하고 이를 자동 시스템 조절함.

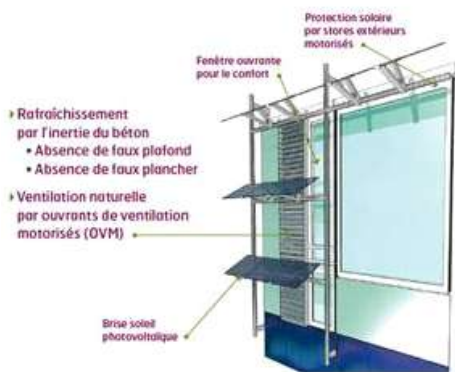
34) KOTRA(2011), “진화하는 그린빌딩 기술”, <KOTRA Green Report> Vol. 12 p. 4-41

- 그 중, 통풍장치는 내부 외부온도를 센서로 감지하여 자동으로 작동되는 개폐장치를 사용함으로써 여름철에는 밤에 차가워진 공기를 자동으로 흡수해 천정 타일에 보관하다가 낮에 사용할 수 있는 기술을 적용하였음.
- 통풍방향도 낮에는 일반 통풍, 밤에는 상하 양방향 자동 조절이 되도록 설정하여 자연 통풍의 효율성을 극대화함.
- 대체 에너지의 생산은 옥상 및 벽면에 설치된 태양열 패널과 인근 주변에서 재배되는 바이오매스를 사용하여 전력을 생산하고 있음.
- 일조량이 적은 지역임에도 불구하고, 사무실에서 사용되는 모든 전력량을 계산하고 조절함으로써 에너지 생산량이 소비량 보다 많은 우수한 사례임.



자료: Construction21 International, (<https://www.construction21.org/>)

[그림 2-25] 프랑스 최초의 에너지 포지티브 그린빌딩 뫼돈(Meudon)



자료: Construction21 International, (<https://www.construction21.org/>)

[그림 2-26] 뫼돈(Meoudon)의 자동 개폐 조절식 통풍장치

□ 기대효과

- 태양열 패널을 통한 전력생산 중 일조량이 적어 발생하는 문제점을 사용되는 전력량의 계산과 조절을 통해 자급자족함으로써 해결한 좋은 사례로 판단됨.
- 자동 개폐 시스템의 밤철 낮은 온도의 바람을 사용하여 건물에 흡수된 복사열을 냉각시키는 방안은 친환경적으로 에너지의 절감이 가능함.

제2절. 국내 도시공간 계획 · 건축분야 정책 및 사례

- 국내의 도시공간 계획 · 건축분야 정책 및 사례에는 국외와 마찬가지로 녹지화 조성사업이 크게 나타나고 있음.
- 이에 따른 녹지화 사업으로는 공공기관 및 민간부문 옥상녹화 사례와, 가로수 확보사업, 폐선철도의 부지를 이용한 녹지공원 형성, 도시농업 등으로 조사되었음.
- 이 외 정책 및 사례들의 주요 요약 내용은 다음 [표 2-4]과 같이 나타내었음.

[표 2-4] 국내 도시공간 계획 · 건축분야 정책 및 사업 사례

시행년도	지역	사업 및 정책 요약	비고
2007	서울시	도시계획에 적용하기 위한 기후환경에너지 지도를 작성한 사례	
2011	서울 강동구	도심 속 도시농업을 통해 녹지의 증대와 환경 교육의 장으로 활용하고 있는 사례	
1980	대구 광역시	여러 지원사업을 통해 대구시의 녹지 형성과 증대를 이룬 사례	
1999	서울시	녹지형성을 통해 시민들의 보행자 도로 및 공원을 조성한 사례	
1980	전 지역	국내의 옥상녹화 적용사례와 지자체의 지원제도	
2017	서울 강북구	보행자의 폭염 피해를 방지하기 위한 그늘막 및 쿨링포그 설치사례	
2015	전 지역	폐선 철도의 부지에 녹화하여 녹지공원을 형성한 사례	
2004	대구	폭염을 대비하여 여러 수경시설을 적용한 대구의 사례	

1. 국내

1) 에너지의 절감과 도시관리를 위한 기후환경에너지 지도 제작³⁵⁾

□ 개요

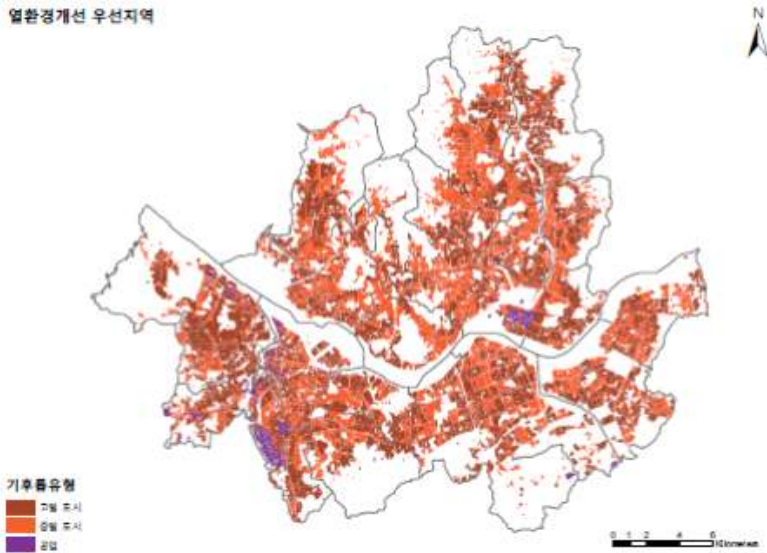
- 서울시의 기후변화를 예측하고 대비하기 위한 방안으로 제작에 착수하였으며, 기후환경에너지 지도 제작을 통해 밀집지역, 국지적 과열현상 등을 확인하여 도시 내의 열섬현상과 폭염을 방지할 수 있는 사례임.

□ 주요내용

- 2007년부터 기후지도의 개념을 수립하고 서울시의 기온을 데이터화시켜 지도를 시범 제작하였으며, 도시 관리 계획에 적용하기 위해 항목을 도출하고 단계적으로 수립함.
- 이후 강수, 습도, 풍속, 풍향 등의 기후조건과 에너지원인 전력, 가스, 지역난방, 상수도 등의 자료를 적용하여 구축하고 이를 신규 콘텐츠로 개발하였음.
- 제작된 서울시 정책지도로는 크게 열환경 개선 우선 지역을 도식화한 도시열섬 기후톱 지도, 큰 소비전력을 사용하는 지역을 나타낸 에너지 다소비필지 지도, 공원서비스 소외지역 지도, 노령인구 밀집지역 분포도, 노후 건물 분포도로 나타남.
- 정책 및 사업 적용을 위한 대상 지역을 확인을 위해 제작된 각 분야별 작성된 지도를 중첩하여 적용하였고, 이를 통해 에너지 정책지도와 녹지 정책지도를 제작하였음.

35) 서울특별시(2016), <서울시 기후환경에너지 지도 제작(4차년도)>, 서울연구원 연구보고서

열환경개선 우선지역



위) 서울시 열 스트레스를 작성한 지도, 아래) 녹지정책이 필요한 지역을 나타낸 지도
자료: 서울특별시(2016), <서울시 기후환경에너지 지도 제작(4차년도)>, 서울연구원 연구 보고서

[그림 2-27] 서울시 기후환경에너지 지도 중 열 스트레스를 나타낸 지도

□ 기대효과

- 기후지도를 작성하기 위해 구축한 데이터베이스(DB)는 장기적인 기후 변화의 경향을 모니터링하고 분석하기 위한 기초자료로 사용이 용이함.
- 여러 분야의 기후지도 및 에너지지도를 작성함으로써 정책수립, 평가, 의사결정에 지원이 가능함.

2) 도심 속 녹지 확보와 자급자족의 도시농업 36)

□ 개요

- 서울 강동구는 도심 열섬현상의 저감과 녹지 확보, 자연친화적인 도시 조성을 위해 2011년 최초로 도시농업팀을 신설하여 도시농업을 시작함.
- 도시농업을 통해 지역내 식자재를 자급자족하고, 친환경 도시양봉, 농산물 직거래장터, 도시농업공원, 도시농부학교 운영 등의 다양한 프로그램을 구축하여 운영중에 있음.
- 도시농업 이외에도 독일의 커뮤니티 가든과 같이 상자, 옥상, 자투리 텃밭 보급 및 운영과 실내, 외 텃밭정원 육성 사업을 실시하는 등 도심녹화 사업에 기여하고 있음.

□ 주요내용

- 서울시 강동구에서는 “강동구 2020 1가구 1텃밭 프로젝트”란 주제를 가지고 도시농업 사업을 실시하여, 도시농업의 확대와 녹지화사업을 실시함.
- 사업은 개발제한구역에 묶은 그린벨트 내 사유지를 임대하여 도시텃밭을 분양하였으며, 지자체와 민간단체의 협업을 통해 운영되고 있음.
- 도시농업 사업은 포털사이트를 운영하여 정보 및 교육물을 배포하고, 상자, 옥상, 자투리 텃밭의 보급과 운영, 실내, 외 텃밭정원 육성 사업 등 도심 내 녹지형성에 큰 기여를 하고 있음.
- 지역사회에는 야외 직거래 장터 운영, 도시양봉 운영, 토종농장 운영 등의 자급자족적인 로컬푸드 시스템을 구축하고 있음.

36) 한순금 외(2016), “지속가능한 생태도시 구현을 위한 서울 강동구 친환경 도시농업 2020 프로젝트(2009 ~ 현재)”, <이클레이 한국사무소 사례연구 시리즈 ICLEI> No.10

- 자급자족적인 로컬푸드 시스템은 2013년 도시농업지원센터 설립을 시작으로 도시 텃밭에서 생산된 수확물을 지역사회의 학교급식, 영유아 보육시설에 공급되고 있음.
- 사업을 통해 형성된 녹지는 환경 교육의 장으로 활용하고 있으며, 세부 사업으로는 농경문화향유 프로그램, 농업전문가 육성을 위한 도시농부학교, 농가 체험학습장 등을 운영하고 있음.
- 또한 도시농업의 성과와 지역주민들의 참여를 유도하기 위해 매년 6월 도시농업축제를 개최하여 사업의 공유와 활성화에 기여하고 있고, 2016년부터는 도시농업박람회로 확대하였음.
- 현재는 세대의 격차를 줄일 수 있는 방안으로 3세대(어르신, 활동단체, 유치원)가 함께 참여하는 공간인 공원텃밭을 조성하여 지역사회에 다방면으로 기여하고 있음.





자료: 강동구 도시농업포털 (<https://www.gangdong.go.kr/cityfarm/web/index.do>)

[그림 2-28] 도시농업 사업의 텃밭과 교육 사례

□ 기대효과

- 도심 속 녹지를 형성함으로써 열섬현상 및 불투수면적의 저감을 기대할 수 있음.
- 지역사회의 소통의 장으로 형성되어, 여가활동, 커뮤니티의 활성화 등의 효과를 나타냄.
- 한정적인 토지를 벗어나 빈터 또는 자투리 지역의 녹지화에 기여함으로써 녹지화 사업의 기초가 될 수 있음.
- 조성된 녹지를 통해 자연적으로 환경에 대한 교육의 장을 마련할 수 있고, 그에 따라 녹지의 대한 인식개선을 유도할 수 있음.

3) 대구 녹화(가로수) 확대, 푸른 대구 가꾸기 사업³⁷⁾

□ 개요

- 1980년 이전의 대구는 분지지역의 지형적 특색과 산업 및 경제성장의 영향으로 전국에서도 가장 무더운 지역으로 알려짐.
- 이에 따라, 대구시는 이상기후, 열섬현상을 대비하고자 푸른 대구 가꾸기 사업을 실시하여 대구의 녹지를 늘리는 방안을 제고함.
- 녹지면적은 공원조성과 가로수 식재, 옥상녹화 등의 정책을 추진하여 창출하였음.

□ 주요내용

- 대구시는 푸른 대구 가꾸기 1~2차 사업을 추진하여 식재목표 10,000 그루를 달성하였음.
- 공원조성 사업은 국채보상운동기념공원, 경상감영공원, 두류공원, 2.28 기념중앙공원 등을 신설 또는 재정비하여 대구시의 특색을 살리고 지역주민의 편의공간을 늘리는 사업을 실시하였음.
- 혐오시설인 쓰레기매립장, 하수처리장 등에 식재를 통해 대곡동 쓰레기매립장은 전국 최초로 도시형 수목원으로 재창출되었고, 지산 하수처리장은 지상부에 녹지와 운동 및 휴게 공간이 조성되었음.
- 또한, 가로수 식재 확대, 자투리땅 및 벽면녹화사업, 담장허물기 사업 등을 통해 녹지를 활성화시킴.

37) 국립재난안전연구원(2013), 이상기후에 의한 재난대응체계 구축방안. p. 44~45
대구광역시 추진시책, 푸른대구 가꾸기 (http://www.daegu.go.kr/env/index.do?menu_id=00001241)
Futute ECO 기사자료(2012.08), (<http://www.ecofuturenetwork.co.kr/news/articleView.html?idxno=9123>)



위) 2차 푸른 대구 가꾸기 사업 식재사진 ,
 아래) 쓰레기매립장을 수목원을 가꾼 대구수목원 전경
 자료: 주간조선 기사자료(2016.09) 숲이 대구를 식혔다. (<http://weekly.chosun.com/client/news/print.asp?ctcd=C01&nNewsNumb=002423100001>)
 Future ECO 기사자료(2012.08) 대구 녹화사업 기온 내렸다. (<http://www.ecofuturenetwork.co.kr/news/articleView.html?idxno=9123>)

[그림 2-29] 푸른 대구 가꾸기 사업과 대구수목원 전경

□ 기대효과

- 지역주민과의 협력을 통해 지역의 이미지를 탈피함으로써 폭염에 대한 교육 및 거버넌스가 형성됨.
- 대구의 녹지형성이 실질적으로 기온을 예년에 비해 1.2℃를 낮춘 효과를 나타내었음.
- 단기간에 여러 사업을 달성하여 도시의 온도를 낮춘 효과 이외에도 경관의 아름다움을 인정받아 조경상 입상, 국내·외 기관(중국 산둥성 건설청 등)의 견학 지역으로도 인정받고 있음.

4) 그린웨이(Green way) 조성사업³⁸⁾

□ 개요

- 그린웨이 조성은 도시 내 녹지를 증가시키고 경관 및 생태계 보호의 역할과 우수의 배제를 원활하게 하는 효과가 있음.
- 서울시는 그린웨이를 조성하여 녹지를 늘리고 시민들의 편의와 휴식 공간의 창출을 위해 점차적으로 확대하고 있음.

□ 주요내용

- 서울시는 1999년부터 그린웨이를 조성하여 보행자 중심의 도로구조를 개선하고 녹지량을 확충함으로써 가로경관 향상 및 시민들의 편의와 쾌적한 보행환경을 제공함.
- 그린웨이를 조성하기 위해 각 자치구 현장 확인 및 적정성을 고려하여 실시하였으며, 2009년까지 총 49개소의 그린웨이를 조성하였음.
- 그린웨이의 확충에 따라 시민들의 주거공간과 도로의 경계가 확실히 나뉘어져 교통사고 및 우발지역과 같은 사각지대가 줄어들음.
- 또한 그린웨이를 통해 불투수면적이 감소하였고, 이에 따라 우수의 배제 및 비점오염원의 저감 등의 효과를 나타내고 있음.

38) 환경부(2009), <도시녹지네트워크를 위한 녹색길 조성사업 가이드라인 작성 연구> 사단법인 한국지리정보학회 연구보고서



자료: 서울특별시청, (www.seoul.go.kr/)

[그림 2-30] 서울시 그린웨이 조성 사업 사례

□ 기대효과

- 이전 주거지역과 도로와의 경계가 확실치 않아 교통량에 따른 소음, 진동과 같은 피해를 입었으나, 그린웨이 조성에 따라 경계가 확실해 지고 완충효과 또한 기대됨.
- 시민들의 보행도로나 확보됨에 따라 교통사고 및 사각지대가 줄어들 것으로 판단됨.
- 불투면적의 감소는 강우 시 우수의 배제가 용이하고, 토양의 건강성과 주변녹지의 회복성을 키울 수 있는 방안으로 판단됨.

5) 국내 옥상녹화 사례³⁹⁾

□ 개요

- 1980년대 이후부터 시작된 국내의 옥상녹화는 지금까지도 많은 곳에 도입되고 있으며, 각 지자체에서도 정책적으로 활성화를 위해 노력 중에 있음.
- 옥상녹화의 사례로는 공공기관 및 빌딩의 옥상녹화와 지자체의 지원을 통한 민간부문 옥상녹화로 나눌 수 있음.
- 공공기관 및 빌딩의 옥상녹화는 여러 시민들의 편의 및 휴식을 제공하고 교육의 장으로 사용되고 있으며, 민간부문의 옥상녹화는 도심 내 열섬효과를 저감시키기 위한 노력으로 발전되고 있음.

□ 주요내용

- 폭염에 의한 방지대책과 도심 내 열섬효과를 저감시키는 방안으로 국내의 옥상녹화 사업은 1980년대 조경사와 환경연구단체에 의해 발전되어 왔음.
- 정부 및 지자체에서는 옥상녹화의 활성화를 위해 많은 정책과 지원 사업들을 제시하였고, 공공기관의 옥상녹화 사업을 시작으로 지자체의 민간부문 지원자 및 수요가 늘고 있음.
- 현재의 옥상녹화 사업은 친환경적인 건축물의 추구하고 시민들의 편의 및 휴식공간의 활용 등을 제시하여 성장 중에 있으며, 동대문 디자인 플라자와 서울시청, 서울지방검찰청 등이 시민들에게 개방되어 홍보 및 학습장으로도 이용되고 있음.

39) 환경부(2009), <도시녹지네트워크를 위한 녹색길 조성사업 가이드라인 작성 연구> 사단법인 한국지리정보학회 연구보고서

- 민간부문의 옥상녹화의 사례는 지자체의 지원제도와 시민들의 참여로 통해 활발히 진행되고 있음.
- 지자체별 지원제도는 각각 차이가 있지만 서울시 및 대구광역시의 경우 지원자에 한하여 옥상녹화 조성 사업의 50%를 지원하고 있으며, 경기도는 최대 70%까지 지원하고 있음.
- 또한, 민간부문의 옥상녹화 지원은 시공비뿐만 아니라 정원조성, 채소 및 원예 등의 텃밭 조성에 대해 다양한 용도로 옥상녹화를 할 수 있도록 전문가의 조언과 기술지원을 지원하고 있음.





위) 동대문디자인플라자의 옥상녹화 아래) 부산시 시민의 옥상조경 설치 사례
 자료: 특허청 (<http://www.kipo.go.kr/>)
 이대진(2009), “그린시티부산 빌딩 숲 13층 옥상에 하얀 전원주택”, <부산일보 기사자료> 7월 27일.

[그림 2-31] 국내 옥상녹화 조성 사업 사례

□ 기대효과

- 인구 및 건물의 밀도가 높은 우리나라의 경우 녹지화 사업에 필요한 부지가 부족하기 때문에 옥상녹화 사업은 녹지면적을 늘리기 위한 가장 좋은 방법으로 판단됨.
- 도심 열섬현상의 저하와 시민들에게 쾌적한 녹지의 제공, 환경 교육의 장소 등 여러 이점이 나타나는 사업으로 판단됨.

6) 보행자 폭염피해를 대비한 그늘막과 쿨링포그 시스템⁴⁰⁾

□ 개요

- 여름철 보행자는 도로의 횡단보도와 도로섬의 짧은 신호 대기시간 동안에도 태양의 직사광선 및 건물의 복사열 방출과 많은 교통량에 의한 배기열 등에 노출되어 있음.
- 이에 따라 그늘막 텐트를 설치하여 직사광선을 피할 수 있는 공간을 조성하고, 쿨링포그 시스템으로 텐트 안의 온도를 낮춤으로써 신호대기 중에도 도로 및 건물에서 방출되는 복사열을 대응할 수 있는 사례로 나타남.

□ 주요내용

- 최근 폭염에 의한 인명피해를 줄이기 위해 각 지자체에서는 도시섬 및 횡단보도 구역에 그늘막 텐트를 설치하거나 공원 또는 개활지에 쿨링포그 시스템(Cooling Fog System)을 도입하였음.
- 그늘막 텐트는 횡단보도 및 도로섬과 같이 개활지에 내리쬐는 직사광선을 차단해줌으로 보행자의 편의를 제공하지만, 혼잡한 도로의 대기 중인 차량의 배기열은 대응할 수 없음.
- 공원 및 유원지 등 용수를 공급받을 수 있는 곳에 설치되는 쿨링포그는 물안개를 발생시켜 열섬현상과 보행자의 열을 낮출 수 있는 획기적인 시스템임.
- 하지만, 시스템의 소형화가 어렵고 바람의 유동이 적은 곳에 사용되면 보행자의 불쾌감을 형성시킬 수 있으므로 사업의 확대가 어려움.

40) 박종일(2017), “강북구, 쿨링포그시스템 횡단보도 그늘막 최초 개발”, <아시아경제 기사자료> 10월 8일.

- 서울 강북구에서는 쿨링포그와 그늘막 텐트의 이러한 장, 단점을 보완하여 다음과 같이 그늘막에 쿨링포그를 적용한 사업을 시행함.
- 사업은 취약지역 횡단보도에 20개 설치한 것을 시작으로 필요한 장소를 선정하여 추가 설치할 예정임.



자료: 박종일(2017), “강북구, 쿨링포그시스템 횡단보도 그늘막 최초 개발”, <아시아경제 기사자료> 10월 8일.

[그림 2-32] 강북구 횡단보도에 설치된 그늘막과 쿨링포그 시스템

□ 기대효과

- 여름철 보행자의 체온을 낮추고 축적되는 열에너지를 회복시켜줌으로써 폭염 시 이동이 어려운 보행자의 문제를 해소하는 방안으로 큰 효과를 볼 수 있음.
- 도로 차량의 이동과 쿨링포그의 물안개 생성은 도심 내 온도를 저감시키고 쾌적한 환경을 만들 수 있을 것으로 판단됨.

7) 폐선철도의 녹지문화공원 41)

□ 개요

- 철도의 수요 및 계획에 따라 폐지된 선로는 지역 내 단절을 일으키고, 기피지역으로 방치되어 왔음.
- 이러한 폐선 철도를 녹지화 하여 시민들이 다시 찾는 공원으로 조성하고 시민들의 자전거 또는 취미생활을 즐길 수 있는 공간으로 계획하였음.

□ 주요내용

- 철도 계획의 수정에 따라 폐지된 폐선철도는 철로가 그대로 방치되어 있어 지역주민들이 이동이 불편하고 사용할 수 있는 용도가 없는 부지로 남겨져 있었음.
- 이러한 경춘선 및 경의선 폐선 철도를 서울시에서는 지역 주민의 보행길 보장과 녹지화를 위해 수목과 식물을 식재하여 공원으로 조성하였음.
- 공원의 조성은 산벚나무, 눈주목 등의 수목과 담쟁이, 초화류 10종을 식재하며, 주민들의 보행로를 구축하고 편의와 휴식공간을 마련하였음.
- 경의선 폐선부지의 경우에는 녹지문화공원의 컨셉을 살려 기존 철로를 보존한 보행길과 화단, 자전거길, 수경시설 등으로 조성하였으며, 늘봄로 및 대흥로까지는 벚나무로 나무터널을 설계하여 여름철 그늘막 및 미관의 형성 효과를 나타냄.

41) 서울특별시청(2015), “경춘선 폐철길이 숲길로 변신했습니다”, <서울특별시 보도자료> 10월 30일.



자료: 서울특별시청(2015), “경춘선 폐철길이 숲길로 변신했습니다”, <서울특별시 보도 자료> 10월 30일.

[그림 2-34] 경춘선 폐철길 녹지화 사업의 사례

□ 기대효과

- 예전 도심의 내부를 가로지르고 있어 중요한 기점으로 자리매김하고 있던 폐선 철도는 사용이 불가능해지며 도심 내부의 취약 지역으로 전락하였지만, 녹지화를 통해 도심 내부의 그린인프라를 구축하기 위한 초석으로 사용이 가능해질 것으로 판단됨.
- 철길의 불투수면을 제거하고 녹지화 및 투수성 블록으로 조성하여 우수의 배제와 토양의 건강성, 식생의 활발한 증산작용을 기대할 수 있을 것으로 판단됨.

8) 도심 온도를 낮추는 수경시설⁴²⁾

□ 개요

- 수경시설의 적용은 여름철 시각적으로 시원한 느낌과 쾌적함을 선사할 뿐만 아니라 도시의 온도를 저하시킬 수 있는 효과를 나타내고 있음.
- 이에 따라 대구광역시는 폭염을 대비하여 도심온도를 낮추고 시민들의 폭염 피해를 방지하고자 공원 및 보행로에 수경시설을 설치하였고, 160여개 수경시설은 여름철 연장가동을 하고 있음.

□ 주요내용

- 수경시설 및 수경공간은 도심 내 열섬현상을 직접적으로 줄일 수 있는 방안이며, 주민들에게 쉼터를 제공하고 친환경적인 미관을 조성하는 등의 효과를 나타낼 수 있는 시설임.
- 또한, 도심 속 생태조성과 습도조절 등의 효과가 있으며, 현재는 LID 기법과 연계하여 우수의 배제, 재이용, 비점오염원의 저감을 통해 소하천으로 방류되는 오염물질을 저하시키고 친환경적인 역할에 기여하고 있음.
- 대구광역시에서는 폭염 대응방안으로 수경시설을 설치하였고, 물을 저류하여 분수 및 폭포, 연못으로 조성한 수경시설 및 보행자 도로와 같이 흐르는 개수로 수경시설, 녹지공원, 놀이터, 테마파크에 물놀이형 수경시설 등 160여개의 수경시설을 설치하였음.
- 이러한 수경시설은 폭염 시 시민들의 폭염 피해 예방 및 도심온도의 저감을 위해 연장운영 중에 있음.

42) 김원기(2004), “수경시설 적용사례를 중심으로”, <Ssangyong Construction Technology Review> 쌍용건설 기술연구소 기술칼럼.



자료: 대구시청, (www.daegu.go.kr/)

[그림 2-35] 대구 수경시설의 설치 사례

□ 기대효과

- 수경시설의 설치는 녹지공원 및 도로변의 식재된 식생들의 증산작용에 기여하여 도심의 온도를 저하하고 보행자의 폭염피해를 방지할 수 있을 것으로 판단됨.
- 도심의 수변공간은 미관조성과 편의 및 휴식공간을 제공할 수 있으며, 수변공간을 형성함으로써 생태의 조성과 우수의 활용능력이 향상될 것으로 판단됨.

산업·에너지분야

제1절. 국외 산업·에너지분야 정책 및 사례

제2절. 국내 산업·에너지분야 정책 및 사례

3장

3장 산업 · 에너지 분야

제1절. 국외 산업 · 에너지 분야 정책 및 사례

- 국외의 산업 · 에너지 분야 정책 및 사례에는 대체 에너지의 사용과 에너지 절약 시스템이 조사되었으며, 대체에너지의 사용은 호소수 또는 해양 심층수를 사용한 냉방 시스템의 적용, 태양열을 이용한 기술 개발 등으로 나타남.
- 이러한 정책 및 사례들의 주요 요약 내용은 다음 [표 3-1]과 같이 나타내었음.

[표 3-1] 국외 산업 · 에너지 분야 정책 및 사업 사례

국가	구분	사업 및 정책 요약	지역
미국	대체 에너지	해양 심층수를 사용하여 지역 내 냉방시스템을 적용한 사례	하와이 (Hawaii)
미국	신기술 개발	태양열을 이용한 전기소모가 없는 냉방시스템 개발 사례	캘리포니아 (California)
캐나다	대체 에너지	호소수를 사용하여 친환경 냉방시스템을 도입	토론토 (Toronto)
일본	대체 에너지	빌딩의 대체에너지 및 공기유압식 냉난방 시스템을 사용하여 에너지 절감	도쿄 (Tokyo)
스페인	친환경 시스템	차량지붕에 녹지를 형성하여 에너지의 사용량을 절약한 사례	스페인 (Spain)

1. 미국

1) 해양 심층수를 이용한 에어컨 시스템⁴³⁾

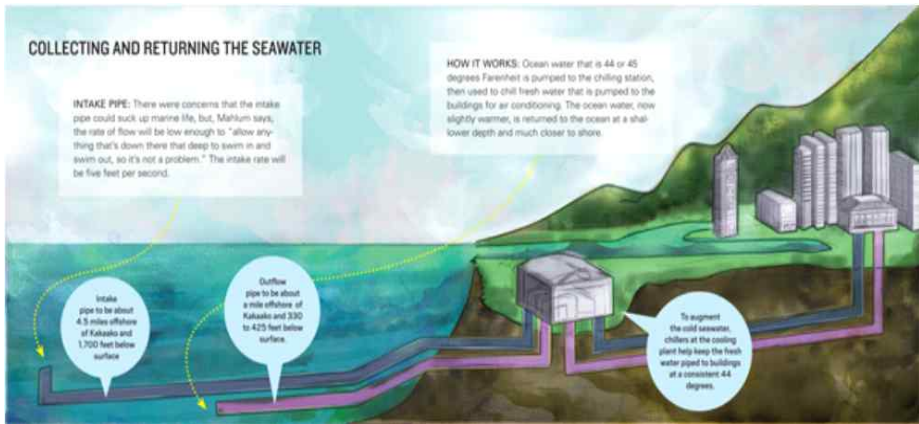
□ 개요

- 미국 하와이 천연 에너지 연구소(Natural Energy Laboratory of Hawaii)에서 심층수의 낮은 온도를 착안하여 개발함.
- 지역 내 건물의 냉방시스템에 냉각수 순환시스템을 적용한 사례로 온실가스의 저감 및 비용절감을 보여주고 있음.

□ 주요내용

- 카카아코 해변의 인근 해저(깊이 1,600 feet)는 연중 7.2°C의 낮은 온도를 유지하고 있음.
- 이를 착안하여 개발된 에어컨 시스템은 20년 전부터 지역 내 공공기관 및 기업체의 건물에 냉각수로 사용되고 있음.
- 심층수의 냉각수가 연중 낮은 온도로 유지되기 때문에 냉각시스템의 설치 및 유지보수 비용이 들지 않고, 초기 투자비용만으로 큰 효과를 나타낼 수 있음.
- 또한 기존 냉각시스템과 달리 전기소요량 및 온실가스의 발생 등의 문제가 일어나지 않으므로 친환경적이며, 효율적이라 판단됨.

43) HSWAC and Hawaii Business Research(2012), Inside the Honolulu Seawater Air Conditioning Project



자료: HSWAC and Hawaii Business Research(2012), Inside the Honolulu Seawater Air Conditioning Project

[그림 3-1] 해양심층수를 이용한 냉각수 순환시스템 모식도

□ 기대효과

- 밀집되어 있는 도시지역 및 열섬효과에 의한 일시적 전력수요량의 급증을 방지할 수 있는 대책으로 제시할 수 있음.
- 냉방시스템을 소요되는 전력비, 온실가스 등을 절약할 수 있으므로 친환경적인 대안으로 판단됨.

2) 태양열을 사용한 냉방장치 개발⁴⁴⁾

□ 개요

- 미국 스탠퍼드대 산후이 판 교수 연구팀은 전기 없이 사용가능한 냉각장치를 개발하여 2015년 테스트를 실행하였음.
- 냉각장치는 태양열을 반사하여 파이프 내부의 물 온도만 주변의 온도보다 낮게 만드는 기술로 현재 상용화 단계에 있음.

□ 주요내용

- 캘리포니아(California) 스탠퍼드대학교(Stanford Univ.) 산후이 판(Shanhui Fan) 교수 연구팀은 2015년 테스트베드를 시작으로 전력을 필요로 하지않는 냉각장치를 개발하였음.
- 적용기술은 낮 시간 태양열에 의해 생성된 복사열이 밤 시간이 되면 빠져나가게 되는데, 대기의 상태가 좋은 맑은 날 밤이면 생성된 복사열보다 더 많은 열이 빠져나가 새벽에 이슬이나 서리가 맺히는 원리와 같음.
- 연구팀은 태양열은 반사시키고 복사열만을 나가게 하는 광코팅층의 거울을 설계하였고, 이를 통해 냉각장치의 냉각수를 주변 공기보다 3~5℃가 낮은 상태로 사흘동안 유지시키는데 성공하였음.
- 시뮬레이션을 통해 전력량의 절감을 계산하였을 때 라스베이거스에 있는 2층건물의 에너지를 21%정도 절감할 수 있으며, 최대 절감량은 50%의 정도로 나타남.

44) Stanford News(2017), Stanford professor tests a cooling system that works without electricity, <Stanford News 기사자료>



자료: Stanford News(2017), Stanford professor tests a cooling system that works without electricity, <Stanford News 기사자료>

[그림 3-2] 전기없이 사용가능한 냉각시스템의 테스트베드

□ 기대효과

- 전기의 사용이 없으므로 폭염 시 전력난의 문제점을 해소할 수 있는 좋은 방안으로 판단됨.
- 실외기를 통해 더해지는 열섬효과의 문제점을 해결할 수 있으며, 쿨루프 사업과 같이 건물의 복사열을 배제하는 방식이므로, 냉각장치의 작동과 더불어 건물 내부 온도의 저감효과 또한 고려할 수 있음.

2. 캐나다

1) 호소 심층수를 이용한 에어컨 시스템⁴⁵⁾

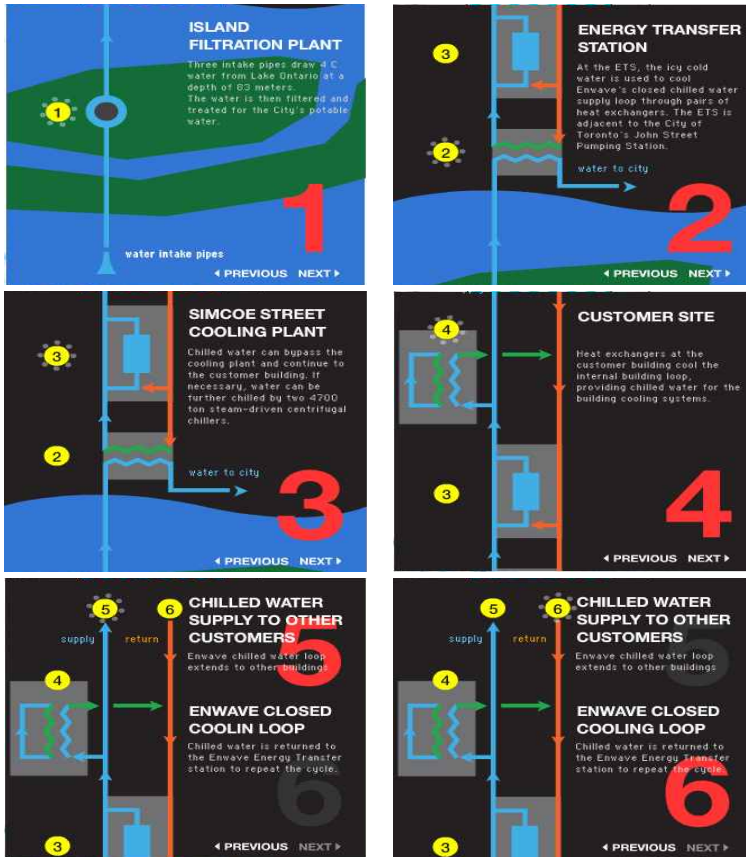
□ 개요

- 캐나다의 기업 Enwave는 호소 심층수를 취수하여 냉방시스템을 구축하고 있다. 2004년부터 냉방시스템을 통해 여러 건물에 제공 중에 있으며, 현재는 토론토의 도심지(downtown) 내 총 320만㎡ 지역에 적용 되도록 디자인 되어있음.

□ 주요내용

- Enwave 기업은 5대호인 온타리오(Ontario) 호수의 심층수를 이용하여 토론토(Toronto) 지역의 주택, 상업용 건물, 농구장, 야구장 등 냉방시스템을 제공하고 있음.
- 온타리오 호수의 수심 83m 부근에 파이프를 시공하여 평균 온도 4℃의 심층수를 채취하고 이를 여과 및 소독하여 식수로도 사용하기도 함.
- 여러 열 교환 장치를 통해 3 ~ 3.5℃까지 낮춘 냉각수는 도시 지역의 건물들을 돌며 냉각시스템 역할을 하고, 이후 다시 13℃까지 올라간 냉각수는 심층수를 사용하여 재사용됨.
- 이러한 냉각 시스템은 기존 냉방시스템의 전력사용량 대비 90%를 감축시키는 효과를 보고 있으며 연간 총 8,500만 kwh의 전력을 절약하는 것으로 나타남.

45) KOTRA(Korea Trade-Investment Promotion Agency) Green report(2011 Vol.12), 캐나다 오대호의 심층수로 냉방을 한다. p. 78~79



자료: Enwave Co. Cooling System in Toronto Using Deep Water of Lakes, http://enwavetoronto.com/district_cooling_system.html

[그림 3-3] 호수 심층수를 이용한 토론토 지역의 도시 냉각 시스템

□ 기대효과

- 호소수를 이용하여 지역주민의 식수를 공급하는 공공재 역할을 대신 할 뿐만 아니라 친화적으로 재이용함으로써 충분한 가치가 있는 사업으로 나타남.
- 냉방 시스템의 활성화를 통해 기존 토론토시의 온실가스 배출량을 연평균 79,000ton 절감하였고, 이는 도로에서 15,800대의 차량을 없앤 효과로 나타나고 있음.

3. 일본

1) 일본의 그린빌딩과 냉난방 시스템 46)

□ 개요

- 일본 도쿄에 위치한 파크빌딩 미즈비시1호관은 일본정책투자은행에서 운영하고 있는 DBJ 그린빌딩 인증제도에서 최상위 등급을 받음.
- 빌딩의 포인트는 옥상공간을 최대한 사용한 태양광 패널 설치와 에너지 절약형 에어컨, 변기, 수도꼭지를 사용하였고, 빗물탱크의 이용, 차고지의 녹화시스템 등을 적용함.
- 또한, 공기에 압력을 조절하여 소량의 전력으로 냉난방이 가능한 히트펌프를 적용하여 건물 내 에너지 소모량을 줄임.

□ 주요내용

- 파크빌딩, 미즈비시1호관은 에너지 사용을 적게 소모하고 친환경 소재와 대체 에너지의 사용을 통해 그린빌딩으로 인정받음.
- 빌딩의 자재는 리사이클 소재를 사용하였고, 옥상공간을 최대한 활용하여 태양광 패널을 설치하고 고효율 조명기, 고단열 옥조, 절수 스위치가 부착된 수도꼭지, 고효율 에어컨, 절수형 변기 등을 적용함.
- 그 중 히트펌프의 적용은 공기에 압력을 팽창 및 수축시키는 것에 의해 따뜻한 공기 또는 차가운 공기를 만드는 제품으로, 소량의 전력만을 이용하여 학교건물 1동의 냉난방이 가능한 시스템임.
- 빌딩의 에너지 소비량을 줄이고 대체에너지를 사용함으로써 폭염 시 전력난 문제를 해결할 수 있는 좋은 사례로 판단됨.

46) KOTRA(2011), “진화하는 그린빌딩 기술”, <KOTRA Green Report> Vol. 12 p. 4-41



자료: KOTRA(2011), “진화하는 그린빌딩 기술”, <KOTRA Green Report> Vol. 12 p. 4-41

[그림 3-4] 마루노우치에 위치한 파크빌딩 미츠비시1호관 전경

□ 기대효과

- 빌딩 내 에너지 생산 및 에너지 소비량을 줄임으로써 에너지 전력난에도 자체적으로 운영이 가능함으로, 에너지 소비가 많은 도시 내 빌딩에 적용 시 전력소비량이 크게 줄 것으로 판단되는 사례임.
- 나아가 무더위 쉼터 또는 공공기관에 적용하여, 폭염 시 전력 소비량에 걱정 없이 운영될 수 있는 공간 확보가 가능할 것으로 판단됨.

4. 스페인

1) 버스의 지붕녹화 ‘포토키네틱(Phytokinetic)’⁴⁷⁾

□ 개요

- ‘움직이는 정원’이라고 불리는 버스 지붕녹화 사업 ‘포토키네틱’은 도시 내 녹지의 비중을 늘리고자 시작한 사업임.
- 포토키네틱은 버스 및 자동차의 지붕에 식물을 식재하는 방법으로 지붕에 설치된 에어컨의 물을 이용하여 식물을 키움.
- 이는 낮 시간 도로 및 차량의 열흡수를 방지하고 차량의 에너지 소모량을 줄이는 등의 효과를 얻을 수 있음.

□ 주요내용

- 도시 내 공기를 정화시켜주는 녹지의 비중을 늘리고자 조경사 마크 그라넨(Marc Granen)은 버스 지붕에 식재를 하는 아이디어를 추진함.
- 원리로는 버스 지붕에 식물을 식재하고 설치된 에어컨에서 나오는 물을 재활용하여 텃밭을 일구는 방식임.
- 버스 위 식물의 식재는 비중이 무거운 흙을 사용하지 않고 수경재배용 폼(Form)을 사용함으로 크기와 디자인이 조절하기 용이함⁴⁸⁾.
- 따라서, 차량의 디자인에 구애받지 않고 화물트럭, 소형버스, 승합차 등 적용이 가능함.
- 현재 지붕 녹화는 버스 실내 온도를 약 3.5℃ 정도 낮춰주는 효과를 나타나고 있다고 함.

47) Spain Phytokinetic Garden in movement(<http://phytokinetic.net/>)

48) 한국에너지공단 상상 에너지 공작소 기사자료(2016.04), 세계 최초 텃밭 버스 ‘피토키네틱(Phytokinetic)’ (<http://blog.energy.or.kr/?p=10611>)



위) 스페인 버스에 적용된 피토키네틱, 아래) 승합차에 적용한 피토키네틱
 자료: Spain Phytokinetic site, (<http://phytokinetic.net/>)

[그림 3-5] 스페인의 차량에 적용된 피토키네틱 사례

□ 기대효과

- 여름철 도시의 교통체증에 의한 공회전, 에어컨 사용 등에 발생하는 온실가스를 피토키네틱 사업을 통해 저감시키고, 에너지를 절감시킬 수 있음.
- 열섬효과를 저감시키기 위한 방안 중 하나인 교통량을 줄이는 방법을 대신하여 피토키네틱은 쉽게 적용이 가능하고, 친환경적인 도시의 이미지를 부각시킬 수 있음.

제2절. 국내 산업 · 에너지 분야 정책 및 사례

1. 국내

- 국내의 도시공간 계획 · 건축분야 정책 및 사례에는 에너지저장장치 개발사례, 태양열 패널 사용 확대 사업, 지하수 유출수를 재이용한 클린로드 적용 사례가 있음.
- 정책 및 사례들의 주요 요약 내용은 다음 [표 3-2]과 같이 나타내었음.

[표 3-2] 국내 산업 · 에너지 분야 정책 및 사업 사례

시행년도	지역	사업 및 정책 요약	비고
2017	울산광역시	폭염 시 전력난의 문제를 해소할 수 있는 에너지저장장치 개발	
2017	서울시	태양열 패널의 상용화를 통해 자체에너지 생산	
2017	대구광역시	지하수 유출수를 사용하여 클린로드 적용	

1) 산업용 에너지저장장치(ESS; Energy Storage System) 49)

□ 개요

- 전력사용량이 급증하는 여름철 피크타임을 대비하기 위한 방안으로 현대중공업에서는 저장 및 효율적인 전력소비를 위해 울산 본사에 세계 최대 규모의 산업용 ESS를 구축하였고, 이는 폭염 시 에너지 피해를 줄일 수 있는 방안으로 판단됨.

□ 주요내용

- ESS는 전력을 평시에 저장을 저장하였다가 공급하는 전력저장장치로, 전력사용의 효율성을 높일 수 있는 시스템임.
- 이러한 전력저장기술은 태양광, 풍력 등의 신재생에너지의 사용화하기 위한 수단으로 제시되고 있음.
- 전력의 저장량은 15,000명이 하루 동안 사용할 수 있는 정도의 용량으로 대규모 저장기술을 확보함.
- 이는 정부에서 제시한 ESS 보급 확산사업의 목표치인 270Mwh의 5분의 1에 해당하는 용량으로 사업의 전망이 유망함.
- 또한, ESS와 함께 FEMS(Factory Energy Management System)을 도입하여 공장의 에너지를 통제, 관리, 분석하여 최적화하는 시스템으로 효율적인 전력소비를 할 수 있도록 구축함.

49) Hyundai Electric, <http://www.hyundai-elec.com/elec/ko/news/newsDetail.jsp>



위) 현대중공업 ESS센터 내 배터리실 전경, 아래) ESS센터 전경
 자료: 현대중공업, <http://www.hyundai-elec.com/elec/ko/news/newsDetail.jsp>

[그림 3-6] 현대중공업 ESS센터 전경

□ 기대효과

- 태양광 및 풍력에너지 등의 상용화 및 활성화를 위한 방안으로 제시될 수 있음.
- ESS의 도입으로 에너지의 효율성을 증대시켜 100억원 이상의 비용절감을 기대할 수 있으며 폭염 시와 같은 전력난을 해소할 수 있는 방안으로 판단됨.

2) 재생에너지 확대 사업 50)

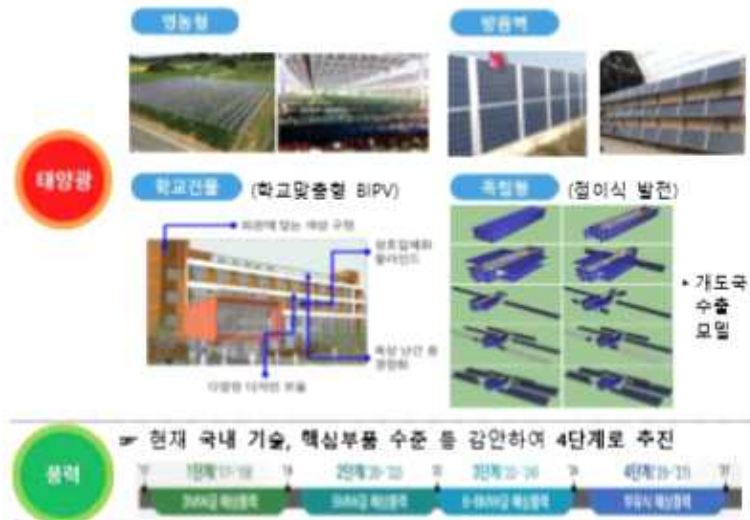
□ 개요

- 원자력 발전소의 축소화를 목적으로 정부는 에너지 전환 정책을 추진하였고, 이에 따라 대체에너지의 확대를 계획하였음.
- 재생에너지의 확대는 원전의 축소화로 감축되는 발전량을 태양광, 풍력 등의 자연에너지를 개발 및 공급하기 위한 방안으로 자체 전력생산 및 석탄 사용 자제 등의 이점으로 온실가스의 발생을 억제하고 전력난을 해소 할 수 있는 방안으로 제시되었음.

□ 주요내용

- 2017년 기준 국내의 재생에너지의 발전량이 7%로 나타나고 있으며 이를 30년까지 20%로 확대하기 위한 계획을 추진 중에 있음.
- 재생에너지의 확대 계획은 각 지자체의 공공기관, 학교 등의 시설과 농가, 구조물 등에 태양광 패널을 설치하는 방안으로, 30년까지 설비투자 92조원, 정부 예산 18조원 소요를 전망하고 있음.

50) 산업통상자원부 보도자료(2017.10.24.), ‘정부, 신고리 5·6호기 건설재개 방침과 에너지전환(탈원전) 로드맵 확정’
산업통상자원부 보도자료(2017.12), 재생에너지 3020 이행계획(안)



자료: 산업통상자원부 보도자료(2017.12), 재생에너지 3020 이행계획(안)

[그림 3-7] 아파트에 보급된 태양광 패널

□ 기대효과

- 발전소에 의존하고 있는 발전량을 분산적으로 나누어 생산함으로써 에너지의 손실 및 전력소요량을 최소화 할 수 있음.
- 폭염 시 무더위 쉼터(관공서, 학교, 노인정 등)의 시설이 자가발전을 함으로써 급증하는 전력난에 정전 등의 문제를 해소 할 수 있는 방안으로 판단됨.

3) 지하철 지하수를 사용한 클린로드⁵¹⁾

□ 개요

- 대구시에서는 도로에서 방출되는 복사열을 식혀 온도를 낮추기 위해 클린로드를 설치하였음.
- 클린로드는 여러 지자체에서 시행중에 있으나 대구시의 클린로드에 사용되는 물은 지하철 역사에서 유출되어 버려지는 지하수를 사용함으로 실효성이 높은 사례로 판단됨.

□ 주요내용

- 클린로드는 중앙분리대와 같은 도로 구조물에 설치되어 도로 중앙에서 살수되는 시스템이며, 살수되는 물을 통해 도로에서 방출되는 복사열을 식히고 도심의 온도를 낮추는 효과가 있음.
- 클린로드 시행 전은 살수차를 사용하여 도로가를 살수하는 시스템이 있었으나, 살수차의 운행을 통해 교통체증과 보행자 피해사례가 발생하였고 이에 따라 점차 클린로드의 설치가 추진되고 있음.
- 그러나, 클린로드의 용수는 대부분 집수정, 유출지하수, 빗물 재이용수를 사용하고 있고 저류조와 멀수록 급수를 위해 용량이 큰 펌프를 사용하는 등의 투자비용이 많아짐.
- 대구시의 클린로드 시스템은 살수에 사용되는 용수를 지하철에서 유출되어 버려지는 지하수를 공급받아 사용되고 있으며, 지하철과 도로의 노선이 같아 살수시스템에 최적화 되어 있음.

51) 대구광역시 환경 블로그(Daegu Environment Story)(2017), “2017년 대구 클린로드 = 달구벌대로 만촌네거리부터 신당네거리까지 작동되는 클린로드, 운전자 주의사항을 알려드립니다”, <기후대기/생활 속 환경이야기> 4월 13일.



자료: 조선일보(2015), <대구 낮 최고 34도, 도로 냉각 클린로드 시스템 가동> 5월 26일.

[그림 3-8] 대구시에 적용된 클린로드 사례

□ 기대효과

- 클린로드를 통해 도로의 복사열과 에너지를 저감할 수 있는 효과를 볼 수 있을 것으로 판단됨.
- 살수를 통해 도로의 미세먼지 또한 저감시킬 수 있으며, 미설치지역 대비 6% 저감되었음.
- 대구광역시와 같이 지하철에서 유출되어 버려지는 지하수를 재사용함으로써 도로의 청소, 온도저감 등의 효과를 볼 수 있음.

농·축산업분야

제1절. 국내 농·축산업분야 정책 및 사례

4장

4장 농 · 축산업분야

제1절. 국내 농 · 축산업분야 정책 및 사례

1. 국내

- 국내의 농 · 축산업분야 정책 및 사례에는 폭염의 피해를 방지하고자 제공하는 기후정보 시스템 및 대응관리 기술 제공 등의 사례가 조사 됨.
- 이 외 정책 및 사례들의 주요 요약 내용은 다음 [표 4-1]과 같이 나타내었음.

[표 4-1] 국내 농 · 축산업분야 정책 및 사업 사례

시행년도	지역	사업 및 정책 요약	비고
1980	전 지역	폭염 시 피해를 방지하기 위한 재해보험 가입 권유 사례	
2017	전 지역	축산업자들을 위한 기상정보 제공 시스템	
1990	전 지역	농작물의 피해를 방지하고자 관리기술을 일정 주기적으로 배포	
2004	전 지역	농업에 절대적으로 영향을 미치는 날씨를 분석하여 제공해주는 장비	
2015	특정 지자체	특정지역의 특정작물을 위한 조기경보 시스템	

1) 농·축산물 재해보험 가입 홍보⁵²⁾

□ 개요

- 폭염에 의한 피해를 줄이고 농·축산업자의 안정적인 경영을 위하여 농림축산식품부 및 농촌진흥청에서는 재해보험가입에 권유를 적극 지지하고 있으며, 보험 가입률을 높이고자 일부 보험료 부담 및 교육 등의 활동을 하고 있음.

□ 주요내용

- 농가 및 축산업자들의 안정적인 소득보장을 위해 창녕군에서는 재해보험의 85%를 지원하고 있으며, 벼 농사를 주로하는 농가의 경우 ha당 16,000원 정도의 보험료만 내면 자연재해 및 병충해 피해에 대해서도 보상 받을 수 있게 지원을 하고 있음.
- 농림축산식품부⁵³⁾에 따르면 축산농가의 재해피해를 감축시키기 위해 ‘97년부터 가축재해보험제도를 추진하고 있고, 보험가입률을 높이고자 보험료의 50%를 국비로 지원하며, 지자체 또한 남은 보험료의 20~40%를 지원함.

52) 농촌진흥청, 농촌지방소식(2017.06.02.), 가뭄·폭염대비 ‘벼 재해보험’ 가입하세요. http://www.rda.go.kr/board/board.do?boardId=farmcltinfo&prgId=day_farmcltinfoEntry&currPage=1&dataNo=100000735408&mode=updateCnt&searchSDate=&searchEDate=&totalSearchYn=Y

53) 농림축산식품부, 농정소식(2016.08.30.), 폭염에도 든든한 가축재해보험, http://www.krei.re.kr/web/www/35?p_p_id=EXT_BBS&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_EXT_BBS_struts_action=%2Fext%2Fbbs%2Fview_message&_EXT_BBS_sCategory=&_EXT_BBS_sKeyType=&_EXT_BBS_sKeyword=&_EXT_BBS_curPage=10&_EXT_BBS_messageId=408283



자료: 이돈구(2016), “광주시, 농업(축산)재해보험 교육 및 설명회 개최”, <기사자료> 8월 26일 (<http://www.goodtms.net/news/articleView.html?idxno=27374>)

[그림 4-1] 농·축산업 재해보험의 제고를 위한 교육 사례

□ 기대효과

- 농가 및 축산업자의 안정적인 경영을 도모하여 폭염에 대한 지역주민들의 경제적 문제점을 해소함.
- 농·축산업의 피해를 대비하는 방안으로 마련함으로써, 농·축산업의 증가, 시장의 안정성을 유지 등의 효과를 볼 수 있음.
- 피해에 따른 보상을 통해 2차적인 피해를 방지할 수 있음.

2) 가축사육 기상정보시스템⁵⁴⁾

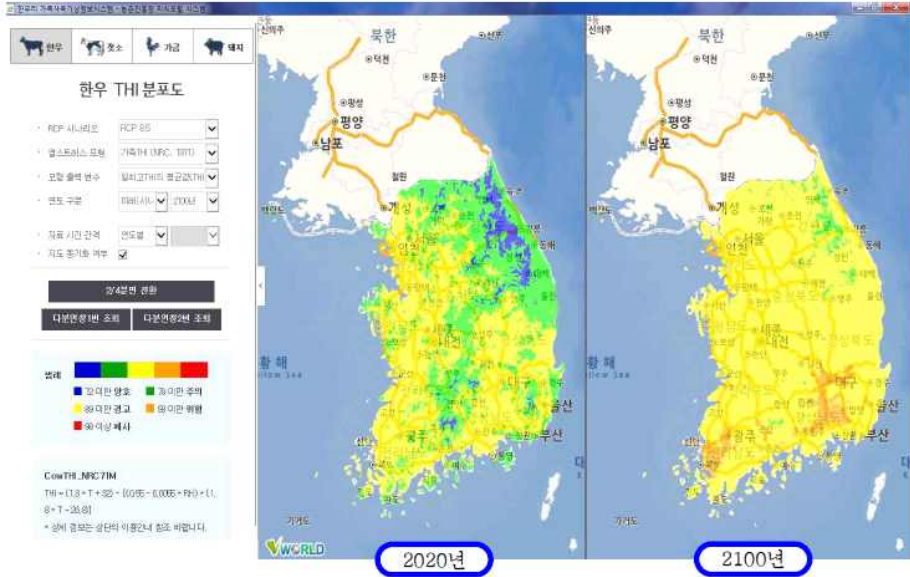
□ 개요

- 기후변화 및 폭염에 대한 피해를 방지하기 위해 농촌진흥청에서는 지역마다 가축이 받는 열스트레스를 실시간으로 확인할 수 있는 가축사육 기상정보시스템을 구축하였고 이는 축산농가의 피해를 최소화하고 방지할 수 있는 방안으로 사례됨.

□ 주요내용

- 5월부터 9월까지 각 지역의 가축들이 받는 열스트레스를 기상청의 온도와 상대습도 기상자료를 활용하여 열스트레스 지수(THI, Temperature Humidity Index)를 구체적으로 연구하였음.
- 열스트레스 지수를 통해 축산농가에 대해 경고단계에서부터 위험단계, 최고단계까지 판단하여 경보하고, 축산업자들 또한 축산농장관리 프로그램인 ‘한우리 누리집(hanwoori.nias.go.kr)에서 확인할 수 있음.
- 또한 기후변화 시나리오(RCP)를 적용하여 1973년부터 2100년까지의 열스트레스 지수 예상 분포도를 확인할 수 있어 폭염피해에 대해 예측하고 방지할 수 있음.

54) 농촌진흥청 보도자료(2017.05.08.), 가축의 고온스트레스, 눈으로본다(농촌진흥청 ‘가축사육 기상정보시스템’ 구축 폭염피해 예방 도움)



자료: 농촌진흥청, 국립축산과학원 가축사육기상정보시스템, <http://hanwoori.nias.go.kr>

[그림 4-2] 축산농가에 제공되는 가축THI 분포도

□ 기대효과

- 축산업자를 위한 경보시스템으로 발생할 수 있는 고온피해에 대해 정보를 제공함으로써 축산업의 피해를 최소화할 수 있을 것으로 판단됨.
- 기후변화 시나리오를 적용하여 파악된 가축 THI의 분포도는 각 지자체 별 축산업 피해 방지에 대한 세부이행계획 등에 활용할 수 있음.

3) 농작물 재해예방 관리기술 정보 배포⁵⁵⁾

개요

- 농촌진흥청에서는 폭염과 같은 기후변화에 대응하기 위해 농업종사자에게 기상전망 및 재난피해 등의 분석을 통하여 농작물재해예방정보를 주기적으로 배포하고 있음.

주요내용

- 1~3개월 간격으로 농업종사자들에게 배포되는 농작물재해예방정보지는 과거의 자료와 예측을 통해 주기적으로 분석하여 제공하고 있음.
- 기상전망 및 예측을 통해 농작물의 재해예방 기술을 지역별, 시기별, 작물별로 서술하여 제공하고, 사전대책에 대해 상세히 설명하여 농업종사자들에게 이행할 수 있도록 공급하고 있음.
- 교육이 어려운 지역에서 정보지를 배포함으로써, 지역 내 교육의 단절과 같은 문제점을 해결할 수 있으며, 시기와 농작물에 맞춘 대비를 통해 시장의 안정성 또한 확보할 수 있음.

55) 농촌진흥청 보도자료(2017.05.08.), 가축의 고온스트레스, 눈으로본다(농촌진흥청 ‘가축사육 기상정보시스템’ 구축 폭염피해 예방 도움)



2 채소류

□ 무·배추

【예상되는 문제점】

- 고온 건조조건이 되면 식피나 봉소결핍증 발생
- 호황소로 되다에 의한 식물체 연약
- 온도가 높으면 무기양분의 흡수와 이동이 어렵고 광합성과 대사 작용이 억제되어 생장이 둔화되며, 각종 생리장해 유발
- 강한 햇빛에 의한 루티기능 약화트 식물체 시들음증 발생



경미한 잎발탈 증상



심각한 속박음 증상



경미한 봉소결핍



심한 봉소결핍

【사견대책】

- 지하부 수분 유지를 위해 멀칭재배 실시
- 환우스 재배시 외부에 차광막 설치
- 시설내 공기순환권 등으로 환기 실시
- 정액관수 시설을 통한 관수 실시

자료: 농촌진흥청, 농사로 농작물재해예방정보, <http://nongsaro.go.kr/portal/ps/psz/psza/contentMain.ps?menuId=PS00074>

[그림 4-3] 농작물 재해예방 관리기술정보지

□ 기대효과

- 기후변화에 따른 피해를 방지하기 위한 대책으로 농업종사자들에게 구체적으로 설명 및 기재하여 정보를 제공함으로써 피해를 최소화할 수 있는 방안으로 판단됨.
- 전문적인 지식의 교육과 대처방안을 제시함으로써, 농업인들의 교육 및 대책마련 등의 계획수립에 효과를 볼 수 있음.

4) 농업기상장비(AWS, Automatic Weather Station)를 적용한 기상정보 시스템⁵⁶⁾

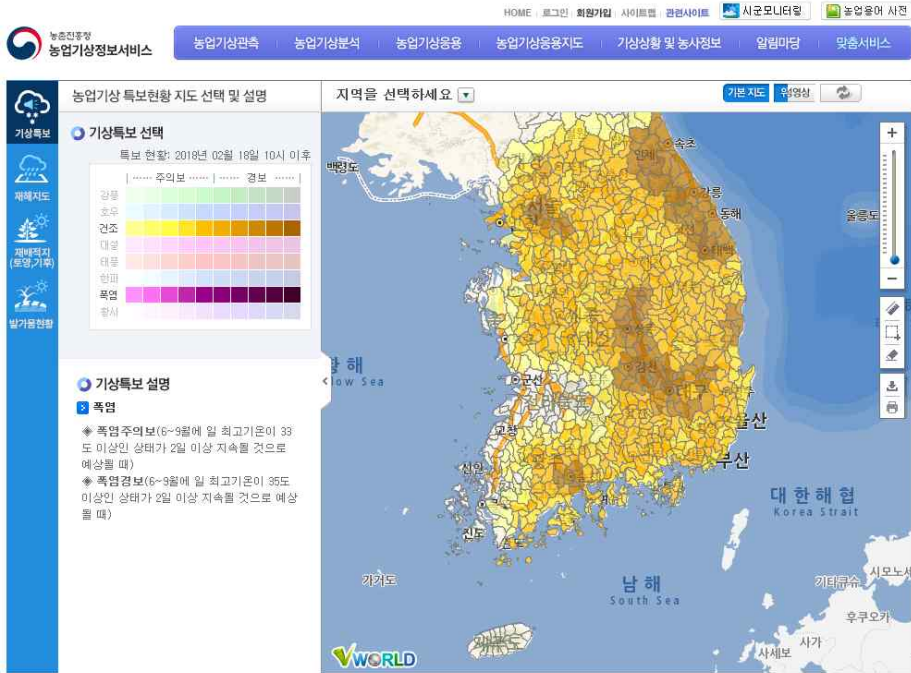
개요

- 기후변화에 취약한 농작물의 피해를 방지하기 위해 기상정보시스템을 활용하여 전국 기상자료에 대한 공간분석을 실시하고, 농업기상통계 분석, 날씨/영농지수, 병해충 예보, 주간농업기상소식지, 농업기상지리 정보시스템 등을 포함하는 인터넷 농업기상정보시스템을 구현하였음.

주요내용

- 농촌진흥청은 (주)케이웨더와 협력하여 농업에 종사하는 농업인들을 위해 농업기상정보를 제공함으로써 기후변화에 의한 농작물의 피해 방지, 농업에 필요한 기후자료 등을 배포하는 것에 목적을 둬.
- 농업기상정보서비스는 영농계획수립에 필요한 과거 기후경과를 분석하여 제공하는 농업기상자료 통계분석서비스, 농작업시 참고할 수 있는 농업분야의 영농지수 정보가 포함된 날씨/영농지수 정보, 기온, 습도 등의 기상조건을 분석하여 병해충의 발생을 예보하는 병해충 발생 예보, 정기적으로 기상과 관련된 정보를 요약하여 웹진형태로 게시하는 주간 농업기상소식지, 농업기상 지리정보시스템 등을 제공하고 있음.

56) 농촌진흥청(2004), 농업기상정보 응용 및 활용방안 연구



자료: 농촌진흥청, 농업기상정보서비스, <http://weather.rda.go.kr/spcnwsMap.jsp>

[그림 4-4] 농업기상 특보현황 지도 및 설명

□ 기대효과

- 농업에 필요한 기후정보를 제공함으로써 폭염 시 대비가 아닌 농작물의 생산량 증가 및 농가의 일률 증진 등을 도모할 수 있는 방안으로 판단됨.
- 폭염에 의한 피해를 미리 방지할 수 있도록 과거의 데이터를 통해 예측 통보하기 때문에 단기적 또는 중·장기적으로 대응방안을 모색할 수 있음.

5) 농업기상재해 조기경보시스템⁵⁷⁾

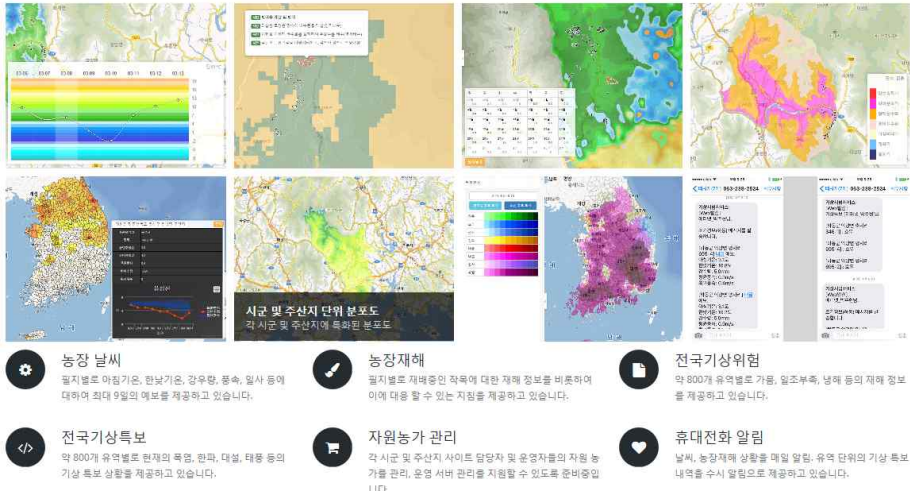
□ 개요

- 기후변화에 대응하기 위해 농촌진흥청에서는 다중매체를 통해 전달 받는 방법 외에 특화된 서비스를 도입하기 위하여, 개별농가에 맞춤형 기상재해 조기경보시스템을 구축함.

□ 주요내용

- 개별농가에 맞춘 정밀기후에 기반하여 농가의 재배환경과 작물별 기상위험 등의 알림을 제공함으로써 적시에 대응이 가능하며, 관리방법 및 관리기술 등을 공급함.
- 개별농가에 특화된 서비스를 제공하므로, 현재 2017년 기준 광양시, 구례군, 하동군, 순천시, 곡성군, 임실군, 장수군, 진안군, 순창군, 남원시, 고령지배추주산지 등의 단위지역만을 서비스 하고 있음.
- 제공되는 서비스 내용으로는 농장날씨, 농장재해예보, 월별 필지당 예보상황, 생육정보, 전국 유역별 기상위험정보, 시군 및 주산지 단위분포도, 전국기상특보, 휴대전화 알림 등으로 구축되어 있음.

57) 농촌진흥청, 국립농업과학원 농업기상재해 조기경보시스템, <http://new.agmet.kr/>



자료: 농촌진흥청, 농업기상재해 조기경보시스템, <http://new.agmet.kr/>

[그림 4-5] 농업기상재해 조기경보시스템 서비스 현황

□ 기대효과

- 빠르게 변화하고 변동이 심한 기후예측은 조밀하지 못한 측정소 및 지형적 특색에 따라 정확하지 못하기 마련이지만, 주요 개별농가의 특성과 재배환경 등을 고려하여 서비스를 제공함으로써 농업의 질이 전문적이고, 정확한 데이터를 통해 향상 될 것으로 전망됨.

거버넌스 · 교육분야

제1절. 국외 제도 및 교육분야 정책 및 사례

제2절. 국내 제도 및 교육분야 정책 및 사례

5장

5장 거버넌스 · 교육분야

제1절. 국외 거버넌스 · 교육분야 정책 및 사례

- 국외의 산업 · 에너지 분야 정책 및 사례에는 캐나다의 고온건강 경보시스템 구축 사례와, 일본의 아트사업으로 조사됨.
- 이러한 정책 및 사례들의 주요 요약 내용은 다음 [표 5-1]과 같이 나타내었음.

[표 5-1] 국외 거버넌스 · 교육분야 정책 및 사업 사례

국가	구분	사업 및 정책 요약	지역
캐나다	거버넌스	고온건강 경보시스템을 구축하여 폭염 취약계층의 피해를 방지	
일본	거버넌스 /교육	도시의 삭막한 경관을 아트사업으로 조성하여 체감온도를 낮추는 사례	

1. 캐나다 - 토론토(Toronto)

1) 고온건강 경보시스템(Heat Health Alert System) 개발⁵⁸⁾

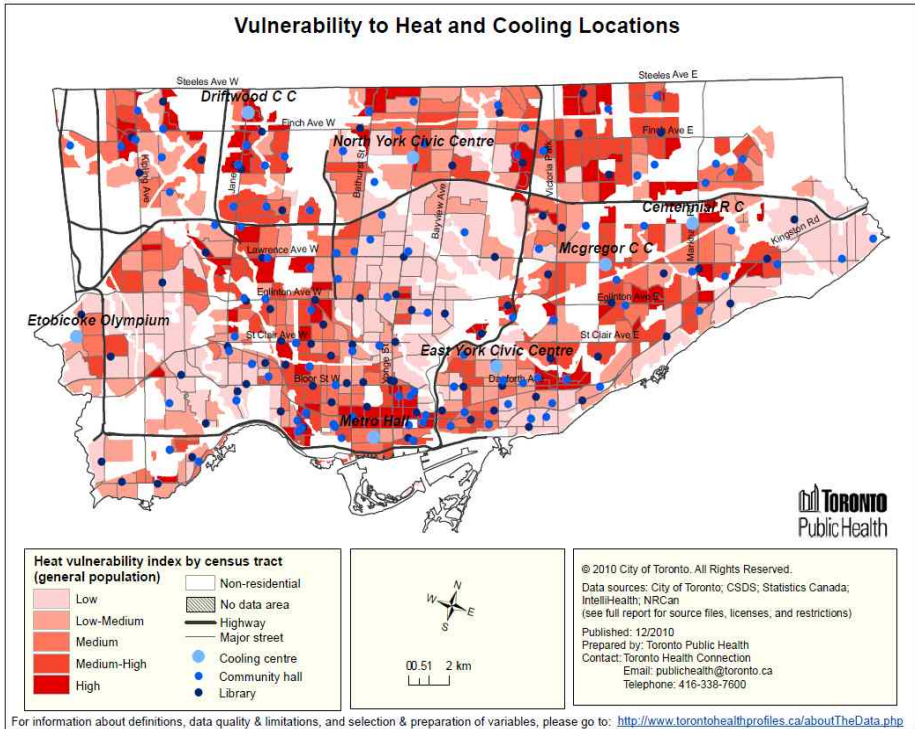
개요

- 1993년 미국 필라델피아, 1995년 시카고와 같이 폭염으로 인한 인명 피해 사건을 대비하기 위해 이상고온에 취약한 계층의 보호대책으로 2001년에 고온건강 경보시스템(Heat Health Alert System)을 개발함.

주요내용

- 과거자료의 기온, 운량, 풍속, 폭염일수, 불쾌지수 등의 기상조건과 인명피해 간의 관계를 컴퓨터 모델링 기법을 사용하여 평가 및 예보함.
- 고온경보 발령 시 주관부서 및 마스크 등 비상 연락망을 통해 신속히 정보를 전달하고, 취약계층에 대해 생수 공급, 무더위쉼터로 즉각 이동할 수 있도록 대중교통비를 지급하기도 함.
- 폭염취약계층의 집중 보호 및 관리를 위해 조밀하게 무더위쉼터(Cooling center)를 설치하고 위치정보와 검색시스템 등을 웹사이트로 운영함.

58) Toronto Community Health Profiles Partnership, <http://www.torontohealthprofiles.ca/>



For information about definitions, data quality & limitations, and selection & preparation of variables, please go to: <http://www.torontohealthprofiles.ca/aboutTheData.php>

자료: Toronto Community Health Profiles Partnership

[그림 5-1] 토론토 열에너지 지도 및 무더위 쉼터 지도

□ 기대효과

- 폭염의 예보와 주의를 신속히 전달할 수 있고, 정확한 예측을 통해 인명피해의 발생을 감소시킬 수 있는 방안으로 판단됨.
- 도시의 열에너지를 도식화함으로써 무더위 쉼터를 적소적으로 계획할 수 있고 취약계층의 폭염피해를 감소시킬 수 있음.

2. 일본

1) 체감온도를 낮추기 위한 아트사업⁵⁹⁾

개요

- 일본의 쿠마가야역 근처에 실시된 아트프로젝트(Art Project)는 무더위의 대책방안으로 체감효과를 줄이고자 주위 경관을 계곡, 산림 등의 벽화를 도입하였음.

주요내용

- 시각 및 청각적으로 더위에 대한 체감온도를 낮추고자 쿨(Cool)을 컨셉으로 잡아 경관을 꾸미는 사업을 하였음.
- 경관 사업은 지역주민들과 전문학교 등 각 시민단체에서 주도하여 실시하였으며, 이러한 효과는 시민협동의식을 양성하고 도시적인 느낌을 탈피하여 시원한 느낌을 주는 경관을 조성함.

59) 국토연구원(2012), 기후변화 취약계층을 위한 녹색도시정책 연구



자료: 국토연구원(2012), 기후변화 취약계층을 위한 녹색도시정책 연구. p.57

[그림 5-2] 일본 쿠마가야역 출입구 경관조성 사례

□ 기대효과

- 시민 및 단체들의 협동을 이뤄낼 수 있으며, 폭염에 대해 교육이 자연스럽게 이루어질 수 있음.
- 도시적인 경관을 자연적으로 꾸밈으로써 시각 및 청각적으로 폭염에 대한 체감온도를 낮출 수 있는 방안으로 생각됨.

제2절. 국내 거버넌스 · 교육분야 정책 및 사례

1. 국내

- 국내의 거버넌스 · 교육분야 정책 및 사례에는 지자체와 시민들의 협력을 통해 녹지화한 사례 및 취약계층의 피해를 방지하고자 협력단체를 형성하여 냉방장치를 지원 또는 관리하는 사업들로 조사됨.
- 이 외 정책 및 사례들의 주요 요약 내용은 다음 [표 5-2]과 같이 나타내었음.

[표 5-2] 국내 도시공간 계획 · 건축분야 정책 및 사업 사례

시행년도	지역	사업 및 정책 요약	비고
1990	전 지역	취약계층의 폭염피해를 방지하기 위한 냉방장치 제공 및 건강관리 사례	
2014	전 지역	노인일자리 창출 및 취약계층을 방문하여 관리하는 시스템	
2015	광주광역시	열섬현상을 저하시키고자 광주의 교통량을 연구한 사례	
2014	서울특별시	건물의 내부온도를 줄이고자 햇빛반사율이 높은 페인트를 지원한 사업	
2015	대구광역시	공공기관과 민간부문의 옥상녹화를 활성화하기 위한 지원제도	
2012	원주	취약계층의 주거공간을 개선하여 폭염피해를 방지하는 사례	
2004	대구광역시	담장을 허물어 녹지공간을 조성	
2017	전 지역	폭염 경보와 안전정보를 얻을 수 있는 정보시스템 구축	

1) 취약계층 교육 및 냉방설비 지원⁶⁰⁾

□ 개요

- 폭염을 대비하여 취약계층을 방문 및 교육, 냉방설비를 지원하는 등의 사례로 환경부, 각 지자체에서 취약계층을 조사하여 건강영향 실태와 거주지역의 개선을 위해 선풍기, 쿨매트 등을 지원하였음.

□ 주요내용

- 환경부는 2017년 8월 폭염 시 취약계층의 피해를 방지하고자 독거노인과 차상위 계층 500가구를 대상으로 폭염 시 행동요령 및 쿨매트를 제공하고, 성균관대 의과대학 연구교수팀과 함께 65세 이상의 고령인구 100명에 대해 건강영향 실태를 조사하였음.
- 또한 무더위 쉼터와 마을회관 5개소에 선풍기를 지원하였고, 각 지자체(인천 남동구, 칠곡군, 영양군 등)에서도 독거노인 및 무더위 쉼터에 냉방장치를 지원하여 폭염에 대비하였음.

60) 환경부 보도자료(2017.08.01.), 환경부, 무더운 취약계층 건강 챙기기 나선다



위) 인천 남동구 독거노인 선풍기 증정 사례, 아래) 취약계층의 건강영향 실태조사 사례
 자료: 인천 남동구 홍보자료, <http://happy-namdong.tistory.com/2769>,
 경상남도기후, 환경네트워크 <http://ngngreenstart.tistory.com/>

[그림 5-3] 취약계층을 위한 냉방장치 제공 및 건강검진

□ 기대효과

- 취약계층의 직접적인 건강관리와 폭염대비 및 교육을 실시하여 폭염의 인명피해를 줄일 수 있는 방안으로 판단됨.

2) 취약계층을 관리하는 노노(老老)케어 시스템⁶¹⁾

□ 개요

- 취약계층 중 독거노인 및 노약자는 폭염에 대한 피해에 취약하지만, 폭염에 대한 인식이 미비하고 이동과 연락이 어려워 폭염 인명피해자 중 큰 비중을 차지하고 있음.
- 노인들의 일거리를 창출하기 위해 시작된 노노케어 시스템은 교육 및 이동, 연락이 어려운 독거노인 및 노약자에게 방문하여 폭염 시 방문하여 교육 및 폭염 대비 물품전달 등을 수행하여 취약계층의 피해를 방지할 수 있을 것으로 판단됨.

□ 주요내용

- 고령화 시대의 노인들의 일거리 창출을 위해 시작된 노노케어 서비스는 지역 노인들이 소외된 독거노인 및 노약자의 집에 방문하여 도움을 주는 사업임.
- 일거리를 위해 가입된 지역 노인들은 지자체의 교육 및 관리를 받아 전문적인 케어 서비스를 구축하며, 서비스를 받는 소외계층은 같은 연령대의 봉사자가 방문하므로 큰 만족도를 느낌.
- 소외계층의 경우 대다수의 주거는 쪽방촌 또는 판자촌 등에 거주하고 있어 주거환경이 열악함으로 폭염에 대한 피해가 우려되는 지역임.
- 하지만, 소외계층은 폭염에 대한 인지력이 낮고 이동과 연락이 어려운 현실이므로, 노노케어 서비스를 통해 간접적으로 폭염의 대처교육 및 물품제공, 건강의 이상유무 파악 등으로 폭염 대책마련을 유도함.

61) 한국보건의료연구원(2014), 노노케어 사업의 정책효과 분석(간접적 건강효과를 중심으로)



위) 목포시 노노케어 활동 사례, 아래) 노노케어 봉사자 안전교육 실시 사례
 자료: 데일리뉴스 <기사자료>(2017), (<http://www.dailyjn.com/news/articleView.html?idxno=42623>)
 서울일보 <기사자료>(2017), (<http://www.seoulilbo.com/news/articleView.html?idxno=203163>)

[그림 5-4] 노노케어 활동 및 안전교육 사례

□ 기대효과

- 폭염의 피해가 큰 취약계층에 폭염의 교육, 대비, 대피 등을 직접적으로 알릴 수 있는 방안이므로 피해를 줄이는데 큰 효과를 나타낼 것으로 판단됨.
- 독거노인 및 노약자의 건강상태를 수시로 파악하고 관리할 수 있어 폭염피해를 줄일 수 있을 것으로 판단됨.

3) 광주의 교통량에 의한 열섬 완화 방안⁶²⁾

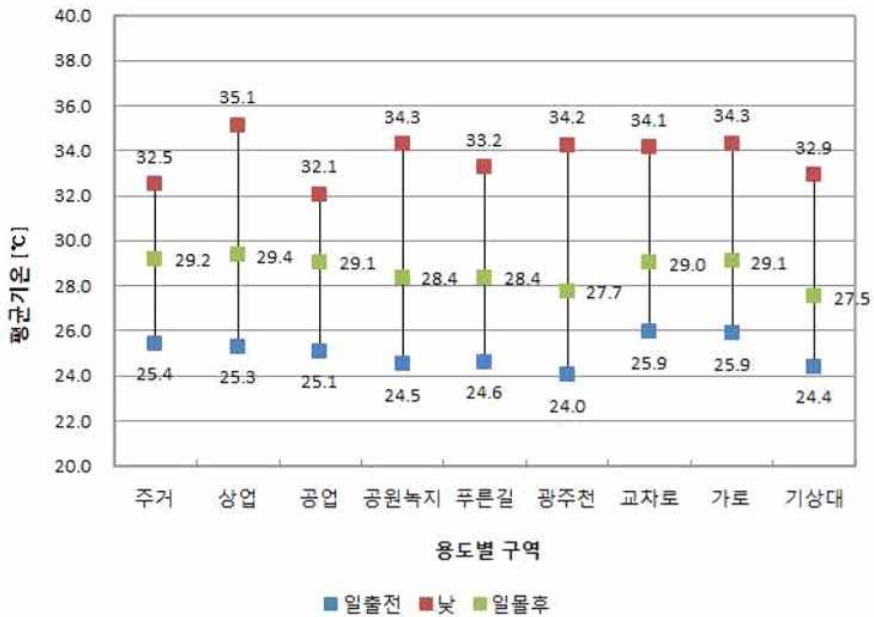
□ 개요

- 교통량과 운송수단이 도시에서 열섬현상에 크게 기여하고 있으므로 광주에서는 시간별 교통량이 많은 곳과 적은 곳 들을 비교하고 지역적 특색을 고려하여 시간별로 연구함.

□ 주요내용

- 교통량을 기준으로 교차로, 가로 등을 용지지역별, 시간별로 온도를 측정하여 교통량과의 연관성을 분석함.
- 분석결과 평균통행속도가 낮을수록 배기열 발생으로 인해 기온이 올라감을 확인할 수 있었으며, 주로 승용차의 영향이 많은 것으로 나타남
- 따라서 대중교통의 활용도를 높이고 원활한 운행으로 도로의 잔존 배기열을 없애는 등의 방안 등을 제시함.

62) 재단법인 국제기후환경센터(2015), 광주 도심 열섬화 저감 방안 연구Ⅱ p.44~62



자료: 재단법인 국제기후환경센터(2015), 광주광역시 도심 열섬화 저감 방안 연구 II

[그림 5-5] 교차로 및 가로, 용도지역별 측정결과 비교

□ 기대효과

- 일시적인 열섬현상의 대응방안 뿐만 아니라 온실가스의 저감을 불러올 수 있는 방안으로 제시할 수 있음.
- 열섬현상을 방지하는 일원으로 대중교통의 질 향상 및 교통체계가 발달하게 되고 교통량을 원활하게 제어함으로써 지역주민의 삶의 질을 향상 시키는 계기가 될 수 있음.

4) 쿨루프 지원 사업 “옥상 흰빛 캠페인” 63)

□ 개요

- 서울의 옥상 흰빛 캠페인은 옥상의 빛 반사율이 높은 색상 또는 재질을 개선하여 도심 온도를 낮추는 쿨루프(Cool roof) 사업을 모티브로 하여 시민들에게 제공하는 사업임.
- 사업에는 여러 기업체의 후원을 통해 적은예산으로 취약지역의 지붕 개선과 지역주민들의 의식개선 등을 도모할 수 있었음.

□ 주요내용

- 서울시와 십년후연구소는 옥탑방에 거주하는 시민들의 폭염대응 방지 대책으로 옥상 흰빛 캠페인을 실시하였음⁶⁴⁾.
- 캠페인은 노루페인트, 더 베이직하우스 등 여러 기업체들의 후원과 시민들의 자원봉사로 진행되었음.
- 옥상 면적이 작은 곳에도 빛 반사율이 높은 페인트를 옥탑방 거주 시민들에게 제공하여 쿨루프 사업을 활성화하였음.
- 옥상 면적이 작은 곳에도 빛 반사율이 높은 페인트를 옥탑방 거주 시민들에게 제공하여 쿨루프 사업을 활성화하였음.

63) 서울특별시청(2014), “서울시 ‘옥상도 에너지다. 옥상흰빛 캠페인’ 열어”, <보도자료> 8월 27일, (http://spp.seoul.go.kr/main/news/news_report.jsp#view/20765?tr_code=snews)

64) 서울특별시청(2016), “화이트루프 쿨시티 캠페인(옥탑방 쿨루프 캠페인)”, <참고자료> 8월 10일, (http://120dasan.seoul.go.kr/bbs/action?mode=view&faq_seqno=288687&faq_status=A&cnsitknwldg_jrsd_se=A&bd_idx=faq&cd_classifier=0&flag=search&menuNum=2&subNum=2_3&tr_code=sug)



위) 옥상 흰빛 캠페인 시공 사례, 아래) 페인트를 제공받아 스스로 시공하는 사례
 자료: 경향신문 <기사자료>(2014), (<http://bomida.khan.kr/267>)
 데이터 뉴스 <기사자료>(2015), (http://m.datanews.co.kr/m/m_article.html?no=79203)

[그림 5-6] 서울 옥상 흰빛 캠페인의 옥상 시공 사례

□ 기대효과

- 옥탑방과 같이 취약지역에 거주하는 시민들에게 저예산, 쉬운 시공의 이점을 통해 실질적인 폭염 피해를 방지할 수 있는 방안으로 판단됨.
- 지자체와 기업체, 시민들이 함께 진행하여 쿨루프 사업을 진행함으로써, 지역 주민들의 소통과 폭염에 대한 의식개선, 쿨루프 사업의 홍보 및 확산이 활발할 것으로 판단됨.

5) 푸른 옥상가꾸기 사업과 옥상녹화 콘테스트⁶⁵⁾

□ 개요

- 대구의 열섬현상과 이미지를 탈피하고, 시민들에게 사업의 적극성을 알리고자 시작한 사업임.
- 푸른 옥상가꾸기 사업은 대구시에서 예산을 투자하여 공공기관 4개소와 민간부문 20개소에 옥상 녹화를 계획함.
- 이에 더불어 옥상녹화콘테스트를 실시하여 민간부문을 대상으로 옥상 녹화에 대한 관심을 유도함.

□ 주요내용

- 대구시의 옥상녹화를 육성하고 추진하고자 10억원의 예산을 투자하여 공공기관 4개소와 희망하는 민간단체 또는 주택지 옥상에 녹화사업을 시행함.
- 공공기관은 대구의 동구청, 북구청, 달서구청, 비산4동 주민센터 등을 선정하여 실시하고, 민간부문은 녹화 가능 면적이 35㎡이상인 곳을 지원 받아 투자할 계획임.
- 사업의 유형은 잔디원, 채소원, 초화원, 혼합형 정원 등으로 구분하여, 지원비는 최대 80%까지 지원할 계획을 수립함.

65) 배석희(2018), “대구시, 2018년 푸른 옥상가꾸기사업에 10억 원 투입”, <한국조경신문> 1월 29일 478호.

- 또한, 옥상 녹화의 다양성을 추구하고 시민들의 참여를 도모하고자 옥상녹화 콘테스트를 개최함⁶⁶⁾.
- 옥상녹화 콘테스트는 이웃의 옥상을 방문하고 경험함으로써 교육의 개념과 지역주민의 이어주는 매개체 역할 또한 기대할 수 있음.



66) 대구광역시 환경 블로그(Daegu Environment Story)(2017), 2017년 푸른 옥상가꾸기사업 = 대구에서 열리는 옥상녹화 콘테스트! 여러분의 옥상을 자랑하세요--옥상녹화 효과, 장점, <대구 환경이야기> 6월 22일, (<http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=ecocitydaegu&logNo=221034250938&parentCategoryNo=&categoryNo=9&viewDate=&isShowPopularPosts=true&from=search>)



위) 2014년 푸른 옥상가꾸기 공공부문 사례, 아래) 2014년 푸른 옥상가꾸기 민간부문 사례
 자료: 전은진(2015), “대구시, ‘2015 푸른 옥상 가꾸기 사업’ 본격 추진”, <Lafent, 조정뉴스> 5월 18일

[그림 5-7] 푸른옥상가꾸기 공공기관 및 민간부문 사례

□ 기대효과

- 도시개발로 인한 부족한 녹지공간을 공공기관과 민간이 함께하여 늘릴 수 있는 계기가 됨.
- 옥상의 녹지화를 통해 복사열 방지, 우수의 배재, 휴식공간 제공 등의 효과를 나타낼 수 있음.
- 옥상 녹화를 계획하기 어려웠던 민간인들에게 지원과 투자를 함으로써 옥상 녹화에 대한 선호도와 적극성을 유도할 수 있음.
- 옥상 녹화 사업을 통해 비전문적인 민간인들의 옥상 녹화의 관리와 교육의 계가 될 수 있음.

6) 취약계층을 위한 주거복지센터 활동 67)

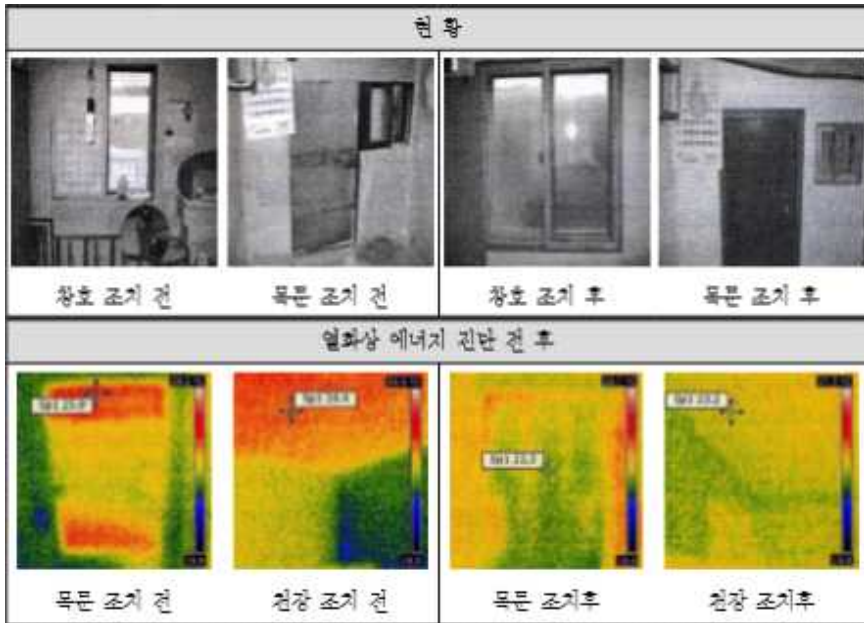
□ 개요

- 원주주거복지센터에서는 주거환경개선사업을 실시하여, 폭염에 취약한 저소득층의 주거환경 및 에너지문제를 개선하였음.
- 낙후된 주거환경에서 기존상태를 진단하여 간단한 조치를 통해 저예산으로 개선하였으며, 취약계층의 보호 및 관리에 중요한 방안으로 판단됨.

□ 주요내용

- 원주주거복지센터에서는 원주시의 쪽방촌, 무허가 주택 등 주거환경이 열악한 저소득층에 대해 DB를 구축하여 관리하고 있음.
- 그 중, 20가구를 대상으로 관리가구를 선정하여 폭염의 피해를 방지하기 위해 개선사업을 실시하였음.
- 저소득층의 주거환경은 대부분 노후화된 흙집이나 알루미늄 단창 등으로 되어있어 단열이 되지 않고 바람이 들어오는 열악한 환경의 문제점이 발생하고 있음.
- 개선사업은 주거환경을 진단한 결과, 저소득층의 주거환경에 2중창과 같은 단순한 단열공사만으로도 큰 단열의 문제점을 해결할 수 있음을 도출함.
- 또한, 지붕, 벽체 천정의 균열과 같이 에너지 손실이 열악한 부분을 개선하여 에너지 효율을 높이고, 적은비용으로 큰 효과를 창출하였음.

67) 국토연구원(2012), 기후변화 취약계층을 위한 녹색도시정책 연구



자료: 국토연구원(2012), 기후변화 취약계층을 위한 녹색도시정책 연구. p.70~84

[그림 5-8] 저소득층 가구의 개선사업 시행 후 열화상 에너지 진단 결과

□ 기대효과

- 취약계층의 거주지역을 개선함으로써 폭염에 대한 1차적인 피해를 방지할 수 있으며, 지역사회에 에너지 비용 절감효과를 가져올 수 있음.
- 또한, 작은 개선사업으로 인해 지역 내 일거리창출 및 시민단체의 적극적인 활동을 창출해낼 수 있는 방안으로 판단됨.

7) 대구 담장허물기 사업을 통한 녹지확대⁶⁸⁾

□ 개요

- 대구의 담장허물기 사업은 1996년 실시하여 현재까지 진행되고 있는 사업으로 담장을 허문 부지에 나무 또는 식물을 식재하여 미관을 확보하고 골목길을 녹화하는 등의 사업임.
- 담장허물기 사업을 통해 지역주민들 간의 연대적 교류와 녹지공간의 증대, 도시경관의 향상 등의 효과를 나타내고 있음.
- 도심 내 부족한 부지에 의해 실행하기 어려운 녹화사업의 문제점을 해결할 수 있는 방안으로 판단됨.

□ 주요내용

- 대구의 담장허물기 사업의 시작은 1996년 서구청과 경북대학병원이 담장을 허물고 가로 공원을 조성하고 유료 공원이었던 경상감영공원을 무료 개방형 공원으로 전환한 계기로부터 시작됨.
- 민간부문에서는 한 시민운동가가 단독주택의 담장을 허물고 정원을 오픈하는 계기로 시작되었으며, 2006년 대구 담장허물기 사업을 통해 17km의 담장을 허문 것으로 조사됨⁶⁹⁾.
- 담장허물기 사업은 시민들의 참여와 지원을 통해 진행되며, 대구시의 일부지원과 조정자문을 받아 텃밭 또는 녹지를 조성할 수 있음.
- 이를 통해 도심 녹지공간을 넓히고 이웃간 소통의 장을 마련해 마을 공동체를 이루는데에 큰 기여를 함.

68) 조득환 외(2004), 대구광역시 담장허물기와 마을만들기의 연계방안, 대구경북개발연구원 연구보고서.

69) 구대선(2006), “대구 담장허물기 사업 10동안 17km텃다”, <한겨레 기사자료> 1월 14일.



자료: 구대선(2006), “대구 담장허물기 사업 10동안 17km뒀다”, <한겨레 기사자료> 1월 14일.

[그림 5-9] 대구 담장허물기 민간사유지 적용 사례

□ 기대효과

- 길거리와 골목길 등이 녹지로 조성이 되어, 여름철 식생을 통해 그늘막과 증산효과를 기대할 수 있음.
- 담장을 허물어 녹지로 조성한 자리는 주차공간으로의 활용도 또한 높음.
- 주택지역의 담장허물기 사업은 녹지형성으로 인해 우수의 배제가 용이하고 도심 내 부지가 부족하여 어려운 녹지조성의 문제를 해결할 수 있는 좋은 방안이라 판단됨.

8) 안전디딤돌 앱(APP) 서비스⁷⁰⁾

□ 개요

- 안전디딤돌 앱은 폭염 발생 시 폭염 경보를 듣지 못하는 취약지역에 거주자 또는 상세한 안전정보를 얻고자하는 시민들을 위해 제작됨.
- 앱을 통해서 직접적으로 경보를 전파 받을 수 있으며, 폭염 대응 행동으로 안전행동요령, 무더위 쉼터의 위치 등 실질적인 정보를 제공할 수 있음.

□ 주요내용

- 우리나라의 폭염재난 발생 시 경보시스템은 SMS와 뉴스, 라디오 등을 통해 대국민 긴급재난문자 전파하고 홍보하여 폭염 피해를 줄이기 위해 노력하고 있음.
- 하지만 취약지역에서의 거주 또는 작업자는 폭염 경보에 대해 전파가 어렵고, 정보는 폭염 시 야외활동 자제 및 물놀이 주의 등의 내용만을 경보하고 있어 자세한 주의사항이나 행동요령 등이 포함되어 있지 않음.
- 안전디딤돌 앱은 인터넷이 되지 않는 지역에서도 경보전파를 받을 수 있고, 폭염 시 행동요령과 주의사항 등을 상세하게 제공 받을 수 있음.
- 또한, 폭염 시 지도기반의 서비스를 통해 가까운 무더위 쉼터 또는 대피소 위치를 실시간으로 파악하여 제공함.

70) 행정안전부(2017), “더 똑똑하고 편리해진 ‘안전디딤돌 앱’”, <보도자료> 10월 24일.



위) 안전디딤돌 앱 서비스 화면, 아래) 폭염 시 무더위 쉼터 등 대피장소 안내 서비스
 자료: 행정안전부, (<http://www.mpss.go.kr>)

[그림 5-10] 폭염 시 경보 및 대피소 안내 돕는 안전디딤돌 앱 서비스

□ 기대효과

- 인터넷의 경우 폭염 발생 시 순간 접속자가 증가하여 접속이 지연되거나 사용이 어려운 부분을 해소할 수 있는 방안으로 판단됨.
- 폭염의 경보 전파시스템이 외국인에게 적용이 어려운 부분의 문제를 해소할 수 있음.

DSI

결론

6장

6장 결론

이번 연구는 기후변화 문제와 함께 얼마 전부터 매우 독특한 주기를 가지고 있는 폭염에 대한 폭염정책 사례조사이다. 특히 외국 및 국내 대도시의 도시 공간계획·건축분야, 산업·에너지 분야, 농·축산업분야, 거버넌스·교육분야별로 폭염 대응 정책 및 사례를 살펴보았다.

이러한 사례조사 연구는 지역차원에서 폭염과 관련한 정책수립에 많은 역할을 할 수 있다. 특히 외국 혹은 다른 국내 대도시에서 실시하고 있는 폭염정책 사례는 나름대로 대전시 폭염정책 수립에 좋은 아이디어 제공을 할 수 있을 것이다.

구체적으로 폭염에 대한 정책 및 사례는 크게 도시의 열섬현상 저감을 위한 주제의 틀로 묶을 수 있다. 사례조사에서 알 수 있듯이 대부분의 대도시에서는 도시에서 생성되는 열에너지 발생원에 대한 저감 혹은, 차단에 많은 포인트를 두고 있다. 예컨대, 녹지형성, 자연계 에너지를 대체에너지로써 사용, 예측형 기후변화 분석을 통한 도시기후정책, 건축자재 및 건축물의 구조적배열방식 변화에 의한 건물온도 저감 등이다.

한편, 대전시는 도시공간 및 계획, 그리고 에너지 등의 분야에서 많은 정책을 수행하고 있다. 폭염 대응과 적용은 어떠한 측면에서는 시민이 만족할 수 있는 물리적 조건, 즉 시설적 측면이 선행되어야 한다. 근본적인 해결책은 아니지만, 단기적으로는 물리적이고 시설적 측면이 보강 및 선행되면 어느 정도 폭염에 대한 효과는 있을 것이다. 더불어 장기적 플랜으로는 연구개발에 집중할 필요성이 있다. 예컨대 미세기후변화를 이용한 도시공간 구조배열, 자연계에너지를 대체에너지로 활용할 수 있도록 효율성과 효과성장화 연구, AI를 이용한 열배출 저감형 도로구조 및 교통시스템 강화 등이다.

또한 대전시에서는 정책수행시 수혜에 가장 민감한 약자의 입장에서 국민의 필요성을 더해야 할 것이다. 현재에도 물론 약자의 입장에서 충분한

폭염과 관련한 많은 정책이 수행되고는 있다. 예컨대 취약계층의 관리 및 교육, 대전시민의 보행자를 위한 폭염 방지 구조물(그늘막, 에어트리 등) 설치, 녹지화 사업 등이다.

그러나, 취약계층에의 폭염정책에는 한가지 신중성을 기해야 한다. 예컨대, 기업 혹은 지역차원에서 에어컨을 취약계층에 무상설치하여도 사용에 많은 어려움을 가지고 있다. 그것은 전기세이다. 2017년도 2018년도와 같다 매우 무더운 여름날 취약계층에서는 무상설치된 에어컨을 가동시키기 위한 전기세가 없기 때문이다. 또한 전기사용량에 따른 누진세 걱정으로 실질적으로는 에어컨을 사용할 수 없는 사회적 구조로 볼 수 있다.

또한, 약자의 관점에서 보다 폭넓은 실효성 제고를 위해서, 우선 폭염과 관련하여 취약계층의 관리 및 교육도 매우 필요하다. 공공기관 및 민간도 우미를 활용하여 교육과 적절한 관리가 진행되고 있다. 공공기관과 민간기업 등에서 여름철 에어컨 시설 등을 지원하고 있다. 그러나 막상 취약계층에서는 전기세가 없어서 에어컨을 가동하지 못하는 경우가 있을수 있다. 따라서 폭염으로 인한 피해를 최소화하기 위해서는 취약계층이 반드시 필요로 하는 기초항목 등의 재조사 등이 필요하다.

참고문헌

□ 국내문헌

- KOTRA(2011), “진화하는 그린빌딩 기술”, <KOTRA Green Report> Vol. 12 p. 4-41
- KOTRA(2011), “캐나다 오대호의 심층수로 냉방을 한다”, <KOTRA Green Report> Vol. 12 p. 78-79
- 강정은 외(2011), <기후변화 적응형 도시 리뉴얼 전략 수립 -그린인프라의 방재효과 및 적용방안->, 한국환경정책·평가연구원(KEI) 연구보고서.
- 강정은 외(2012), <기후변화 적응형 도시구현을 위한 그린인프라 전략 수립>, 한국환경정책·평가연구원(KEI) 연구보고서.
- 고정희 외(2016), <독일의 기후변화 적응 전략 및 녹지관리>, 국립환경과학원 연구보고서.
- 광주광역시(2017), <광주온도 1℃ 낮추기 프로젝트(2017 - 2020) 최종보고서>, 재단법인 국제기후환경센터 연구보고서.
- 국립재난안전연구원(2013), <이상기온에 의한 재난 대응체계 구축방안>, 한국기후변화대응전략연구소 연구보고서.
- 국립환경과학원(2012), <지자체 기후변화 적응 세부시행계획 수립 지원을 위한 기후변화 부문별 취약성 지도 총괄 및 요약보고서>, 국립환경과학원 연구보고서.
- 국토교통부(2013), <기후변화 적응도시 조성방안 연구 - 방재도시모델 개발 및 제도 개선방안(3차년도)>, 국토연구원 연구보고서.
- 국토연구원(2012), <기후변화 취약계층을 위한 녹색도시정책 연구>, 국토연구원 연구보고서.
- 국토해양부(2012), <기후변화 적응도시 조성방안 연구 - 도시별 재해취약 특성 분석 및 적응능력 제고양안 연구(2차년도)>, 국토연구원 연구보고서.
- 기상청(2016), 2016년 이상기후 보고서.
- 기상청(2016), 2016년 이상기후 보고서.
- 김도우 외(2014), “우리나라 폭염 인명피해 발생특징”, <한국기상학회 대기> 제 24권 제 2호 p. 225-234
- 김백조(2012), “세계 기후변화 실태와 농업부문 과제”, <한국농촌경제연구원 세

- 계농업>, 제 146호.
- 김수봉 외(2005), <친환경적 도시건설을 위한 바람길 도입 기초 연구>, 대구경북연구원 연구보고서.
- 김정인(2009), “녹색혁명, 단순한 것부터”, <한국개발연구원 KDI 경제정보센터> 제 3월호. p. 84-85
- 김진아(2016), “한반도 미래 폭염의 발생 분포 및 종관패턴 분석”, <건국대학교 기후연구소 기후연구> 제 11권 제 1호 p. 15-27
- 김태곤 외(2012), <도시농업의 다원적 기능과 활성화 방안 연구>, 한국농촌경제연구원 연구보고서.
- 농림축산식품부(2014), <기후변화에 따른 농업재해 예방 및 대응 발전방안>, 상명대학교 천안산학협력단 연구보고서.
- 농림축산식품부(2016), “폭염에도 든든한 가축재해보험”, <보도자료> 8월 30일.
- 농촌진흥청(2004), <농업기상정보 응용 및 활용방안 연구>, 농촌진흥청 연구보고서
- 농촌진흥청(2015), “세계의 도시농부들 - 세계와 우리나라 도시농업의 현주소 -”, <농촌진흥청 RDA Interrobang> 8월 19일 제 155호.
- 농촌진흥청(2017), “가축의 고온스트레스, 눈으로 본다”, <보도자료>, 5월 9일.
- 대구경북연구원(2015), “대구 폭염, 도시열섬 저감으로 줄일 수 있다”, <대경 CEO Briefing> 8월 12일 제 441호.
- 박유미(2016), “독일의 지속가능한 도시농업”, <한국농촌경제연구원 세계농업>, 제 191호.
- 박은진 외(2010), <도시열섬 완화를 위한 옥상녹화 활성화 방안>, 경기개발연구원 연구보고서.
- 부산발전연구원(2013), “폭염에 취약한 계층을 위한 긴급대책”, <BDI 포커스> 7월 17일 제 207호.
- 산업통상자원부(2017), “재생에너지 3020 이행계획(안)”, <국정알림자료> 12월 20일.
- 산업통상자원부(2017), “정부, 신고리 5·6호기 건설재개 방침과 에너지전환(탈원전) 로드맵 확정”, <보도자료> 10월 24일.
- 서울도시농업(2013), <서울시 도시농업 마스터플랜 연구>, 동국대학교 산학협력단 연구보고서.
- 서울특별시 품질시험소(2016), <도심지 열섬저감 포장(주차장) 시험시공 및 효과분석>, 도로포장연구센터 연구보고서.
- 서울특별시(2016), <서울시 기후환경에너지 지도 제작(4차년도) 최종보고서>, 서울

- 연구원 연구보고서.
- 서울특별시(2017), “2017년 폭염 종합대책 추진계획”, <정보공개자료> 5월 1일.
- 송교욱 (2012), “기후변화 본격화로 폭염·폭우·폭풍에 대한 적응 필요”, <BDI 포커스> 9월 10일 제 168호.
- 송교욱 외(2013), <이상고온형상 적응을 위한 부산시 폭염대책>, 부산발전연구원 현안연구보고서
- 신창호(2015), “기후변화에 따른 여름철 강원도 관광지 폭염피해 예방시설 제안”, <재단법인 한국기후변화대응연구센터 기후변화 정책브리프 GREEN ISSUE> 제 25호.
- 심우배(2011), “기후변화에 따른 새로운 도시방재 패러다임과 도시정책방안”, <국토연구원 ISSUE PAPER>, 제 29호.
- 심재현 외(2009), <폭염 재해 대책에 관한 연구 - 폭염재해의 기준과 소방방재청의 역할 정립 방안>, 국립방재연구소 연구보고서.
- 오동하 외(2014), <도시계획에 도입가능한 도시환경기후지도 작성 연구>, 부산발전연구원 창의연구 보고서.
- 윤은주 외(2010), <그린홈 적용을 위한 옥상녹화 방안 연구>, 토지주택연구원 연구 보고서. p. 150-166
- 이나영 외(2015), “여름철 폭염발생에 따른 고령자층의 의료 비용 추정 및 요인 분석”, <한국환경정책학회 환경정책> 제 23권 제 2호 p. 153-172
- 이창우(2015), “미국 도시농업 현황과 시사점”, <한국농촌경제연구원 세계농업>, 제 178호.
- 이현우 외(2010), <도시농업의 온실가스 저감효과 및 정책방안>, 한국환경정책·평가연구원 정책연구 보고서.
- 재단법인 광주광역시 기후변화대응센터(2013), <(재)광주광역시 기후변화대응센터 중장기 발전 전략 연구>, 재단법인 광주광역시 기후변화대응센터 연구보고서.
- 재단법인 국제기후환경센터(2015), <광주광역시 도심 열섬화 저감 방안 연구II>, 재단법인 국제기후환경센터 연구보고서.
- 재단법인 국제기후환경센터(2016), “기후변화와 적응, 그리고 광주의 대응방안”, <정책브리프 Policy Brief>, 15호
- 정환도(2010), <국내·외 기후변화대응 사례 조사 연구>, 대전발전연구원 정책연구 보고서.
- 조득환 외(2003), <대구시 담장허물기운동의 확대 방안>, 대구경북개발연구원 연구 보고서.

- 조득환 외(2004), <대구광역시 담장허물기와 마을만들기의 연계방안>, 대구경북개발연구원 연구보고서.
- 진수휘 외(2011), “사례 분석을 통한 해양심층수의 지역냉방시스템 적용 방안”, <한국태양에너지학회 학술대회논문집> p.179-184
- 질병관리본부(2014), <폭염대응 건강관리 사업안내> 보건복지부.
- 폭염대응 건강관리 사업안내.
- 하중식 외(2014), <기후변화 폭염 대응을 위한 중장기적 적응대책 수립 연구>, 한국환경정책·평가연구원(KEI) 연구보고서.
- 한국과학기술기획평가원(2015), “2014년도 사업계획적정성재검토 보고서 농업기후 변화적응체계 구축사업”, 한국과학기술기획평가원 연구보고서.
- 한순금 외(2016), “지속가능한 생태도시 구현을 위한 서울 강동구 친환경 도시농업 2020 프로젝트(2009 ~ 현재)”, <이클레이 한국사무소 사례연구 시리즈 ICLEI> No.10
- 홍석원 외(2015), <노노케어 사업의 정책효과 분석 - 간접적 건강효과를 중심으로->, 한국보건의료연구원 정책수요 기반연구 보고서.
- 환경부(2006), <해외 우수 Eco-City 조성 및 운영실태 연구 실무연수 보고서>, 국외 실무연수 보고서.
- 환경부(2009), <건축물 부문의 기후변화 대응방안 연구>, 대한주택공사 주택도시연구원 연구보고서.
- 환경부(2009), <녹색지붕 조성 가이드라인 작성 연구 최종보고서>, 대한토목학회 연구보고서.
- 환경부(2009), <도시녹지네트워크를 위한 녹색길 조성사업 가이드라인 작성 연구> 사단법인 한국지리정보학회 연구보고서
- 환경부(2017), “환경부, 무더운 여름 취약계층 건강 챙기기 나선다”, <보도자료> 8월 1일.
- 한국환경정책·평가연구원(2016), “폭염대비 무더위 쉼터의 실효성 제고 방안”, <KEI 포커스> 제 4권 제 1호.

□ 국외문헌

- IPCC(2014), Climate Change 2014 : synthesis Report. Contribution of Working Group I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[Core Writing Team. R. K. Pachauri and L. A. Meyer(eds.)]. IPCC, Geneva. Switzerland. pp. 151
- Berlin Bauen(2010), <Rainwater Management Concepts(Green buildings, Cooling buildings) Planning, Construction, Operation and Maintenance Guidelines, Berlin Senate for Urban Development Communications.
- City of Freiburg im Breisgau(2009), <Freiburg Green city> Freiburg Wirtschaft Touristik und Messe GmbH &Co. KG.
- Marcle, K.(2012), Inside the Honolulu Seawater Air Conditioning Project, Hawaii Business.
- Rosenthal, J. K. et al.(2008) Urban Heat Island Mitigation Can Improve New York City's Environment, Sustainable South Bronx New York USA.
- Tokyo Metropolitan Government(2005), Guidelines for Heat Island Control Measures, Bureau of the Environment.
- U.K London Capital Growth(2013), <What we learned while creating 2012 new community food growing spaces in London>, Capital growth.
- U.K The City of London. gov(2008), Living roofs and walls, Supporting London plan policy Technical Report.
- U.K The City of London. gov(2011), City of London Green Roof Case Studies,
- U.K The City of London. gov(2011), Managing risks and increasing resilience, The mayor's climate change adaptation strategy.
- U.S Department of Energy(2010), "Guidelines for Selecting Cool Roofs" , <Energy Efficiency & Renewable Energy Building Technologies Program> Vol. 1.2
- U.S EPA(2008), Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies.
- U.S The City of Philadelphia(2011), Greenworks Philadelphia. 2011 Progress Report.
- U.S The City of Philadelphia(2014), Greenworks Philadelphia. 2014 Progress Report.
- Yamamoto, Y.(2006), Measures to Mitigate Urban Heat Islands, Science & Technology Trends, Quarterly Review Vol. 18 p. 65-83

□ 국내 · 외 기사 및 웹사이트

- 강성선(2017), “목포시, 노노케어사업 통해 어르신 건강 챙긴다”, <데일리저널 기사자료> 3월 1일.
- 경향신문(2014), “흰빛 옥상이 에너지 값 낮춘다”, <기사자료> 8월 27일.
- 구대선(2006), “대구 담장허물기 사업 10동안 17km뒀다”, <한겨레 기사자료> 1월 14일.
- 김승천(2012), “대구 녹화사업 기온 내렸다”, <Future ECO 기사자료> 8월 1일.
- 김운수(2006), “독일 슈투트가르트市的 기후분석지도를 활용한 친환경적 도시 및 건축계획 관리”, <서울연구원 세계도시동향> 벤치마킹사례 제 151호 9월 18일.
- 김원주(2008), “지붕에 나무 심는 ‘살아있는 지붕’ 연구(런던)”, <서울연구원 세계도시동향> 4월 7일 제 188호.
- 김형재(2017), “LA시 서늘한 도로로 뜨거운 도심 막자”, <중앙일보 기사자료> 5월 22일.
- 농림축산식품부(2016), (2016.08.30.), “폭염에도 든든한 가축재해보험”, <농정소식> 8월 30일.
- 농촌진흥청(2017), (2017.06.02.), “가뭄 · 폭염대비 ‘벼 재해보험’ 가입하세요”, <농촌지방소식> 6월 2일.
- 농촌진흥청(2017), “가축의 고온스트레스, 눈으로 본다. -농촌진흥청 ‘가축사육 기상정보시스템’ 구축 폭염피해 예방 도움-”, <보도자료> 5월 08일.
- 대구광역시 환경 블로그(Daegu Environment Story)(2017), “2017년 대구 클린로드 = 달구벌대로 만촌네거리부터 신당네거리까지 작동되는 클린로드, 운전자 주의 사항을 알려드립니다”, <기후대기/생활 속 환경이야기> 4월 13일.
- 대구광역시 환경 블로그(Daegu Environment Story)(2017), “2017년 푸른 옥상가꾸 기사업 = 대구에서 열리는 옥상녹화 콘테스트! 여러분의 옥상을 자랑하세요~~ 옥상녹화 효과, 장점”, <대구 환경이야기> 6월 22일.
- 데이터 뉴스(2015), “‘굿바이, 나의 더위’ 옥탑방 열기 식혀주는 쿨루프 캠페인”, <데이터 뉴스 기사자료> 6월 22일.
- 박상길(2015), “LH, 아스팔트 포장 없는 친환경 단지 조성”, <Metro 기사자료> 11월 30일.
- 박종일(2017), “강북구, 쿨링포그시스템 횡단보도 그늘막 최초 개발”, <아시아경제 기사자료> 10월 8일.
- 배석희(2010), “경의선 폐선부지, 녹지문화공원으로”, <한국조경신문 기사자료>

12월 21일.

배석희(2018), “대구시, 2018년 푸른 옥상가꾸기사업에 10억 원 투입”, <한국조경신문> 1월 29일 478호.

산업통상자원부(2017), “정부, 신고리 5·6호기 건설재개 방침과 에너지전환(탈원전) 로드맵 확정”, <보도자료> 10월 24일.

서울특별시청(2014), “서울시 ‘옥상도 에너지다. 옥상환빛 캠페인’ 열어”, <보도자료> 8월 27일.

서울특별시청(2015), “경춘선 폐철길이 숲길로 변신했습니다”, <서울특별시 보도자료> 10월 30일.

서울특별시청(2016), “화이트루프 쿨시티 캠페인(옥탑방 쿨루프 캠페인)”, <참고자료> 8월 10일.

신문길(2017), “폭염대비 노인사회 활동지원단 안전교육”, <서울일보 기사자료> 7월 10일.

이대진(2009), “그린시티부산 빌딩 숲 13층 옥상에 하얀 전원주택”, <부산일보 기사자료> 7월 27일.

이돈구(2016), “광주시, 농업(축산)재해보험 교육 및 설명회 개최”, <기사자료> 8월 26일.

이변영(2007), “민 힘으로 ‘환경재앙’ 을 ‘에너지자립도시’ 로”, <홍성신문 기사자료> 9월 5일.

이용규·김양배(2008), “영산강을 생명의 강으로 3부 - 3부 해외 선진지서 배운다 - 10. 독일 프라이부르크 베히레”, <전남일보 기사자료> 11월 15일.

이재협·김태형(2011), “대구, 강의 도시를 만들자”, <매일신문 기사자료> 1월 10일.

인천시 남동구(2014), “인천 남동구, 노인 및 취약계층 안전한 여름나기 지원”, <남동뉴스 기사자료> 6월 26일.

재단법인 국제기후환경센터(2012), “프라이부르크 녹색도시 지속가능성으로의 길”, <도시우수사례> 8월 28일.

전은진(2015), “대구시, ‘2015 푸른 옥상 가꾸기 사업’ 본격 추진”, <Lafent, 조경뉴스> 5월 18일.

조선일보(2015), <대구 낮 최고 34도, 도로 냉각 클린로드 시스템 가동>, 5월 26일.

주간조선(2016), “숲이 대구를 식혔다”, <주간조선 기사자료> 9월 5일 제 2423호.

한국에너지공단(2016), “세계 최초 텃밭 버스 ‘피토키네틱(Phytokinetic)’”, <한국에너지공단 상상 에너지 공작소 기사자료> 4월 25일.

한규희(2015), “일본 옥상녹화 단상”, <환경과 조경 Eco Scape 기사자료> 1월 제 77호.

행정안전부(2017), “더 똑똑하고 편리해진 ‘안전디딤돌 앱’”, <보도자료> 10월 24일.

환경부(2017), “환경부, 무더운 취약계층 건강 챙기기 나선다”, <보도자료> 8월 1일.

황석중(2006), “도시민을 위한 녹색의 휴식처 독일의 클라인가르텐(Kleingarten)”, <웹진 대신농촌문화 특별기고>

Archdaily(2011), Eco Boulevard in Vallecas/Ecosistema Urbano, <Archdaily 기사자료> 2월 14일.

Delsalle, Y.J(2016), Mixing Architecture and Landscape, Spain’s Eco-Boulevard Converts a Dull District into a Vibrant one, <Forbes 기사자료> 11월 13일.

Roger, E(2012), “Green roof revolution”, <Green futures 기사자료> 3월 6일.

Stanford News(2017), Stanford professor tests a cooling system that works without electricity, <Stanford News 기사자료>

강동구 도시농업포털, (<https://www.gangdong.go.kr/cityfarm/>)

경상남도 기후·환경 네트워크, (<http://gngreenstart.tistory.com>)

국립축산과학원 가축사육기상정보시스템, (<http://hanwoori.nias.go.kr>)

농촌진흥청, 농사로 농작물재해예방정보, (<http://nongsaro.go.kr>)

농촌진흥청, 농업기상재해 조기경보시스템, (<http://new.agmet.kr>)

농촌진흥청, 농업기상정보서비스, (<http://weather.rda.go.kr/>)

대구광역시 (<http://www.daegu.go.kr>)

대구시청, (www.daegu.go.kr/)

독일 커뮤니티 정원; (<http://prinzessinnengarten.net>)

서울특별시청, (www.seoul.go.kr/)

재단법인 국제기후환경센터, (<http://icecgj.or.kr>)

클라인가르텐; (<http://www.kgv-nordend-frankfurt.de>)

특허청 (<http://www.kipo.go.kr/>)

한국농업경영인중앙연합회, (<http://kaff.or.kr/>)

행정안전부, (<http://www.mpss.go.kr/>)

현대중공업, (<http://www.hyundai-elec.com/>)

Acciona corporation, (<https://www.acciona.com>)

Berlin Senate Department for Urban Development and Housing, (<http://www.stadtentwicklung.berlin.de>)

Best roof 2017(2017), (<http://roof.rmichennai.com>)

Construction21 International, (<https://www.construction21.org/>)

CRRC(Cool Roof Rating Council), (<http://coolroofs.org>)

Enwave Corporation. (<http://enwavetoronto.com>)

Spain Phytokinetic Garden in movement, (<http://phytokinetic.net>)

Sungwon landscape architecture corporation, (<http://swon.kr>)

Tajima corporation, (www.tajima-roof.jp)

Thirdspace berlin academy, (<https://thirdspace-berlin.com>)

Tokyo metropolitan government, (<http://www.metro.tokyo.jp>)

Toronto Community Health Profiles Partnership, (<http://www.torontohealthprofiles.ca>)

UK London Capital Growth, (<http://www.capitalgrowth.org>)

US Department of Energy, (<https://energy.gov>)

US EPA, (<https://www.epa.gov>)

Verband region Stuttgart, (<https://www.region-stuttgart.org>)