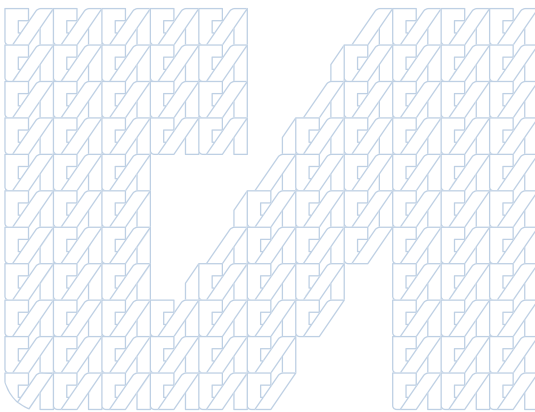


대전광역시 적용가능 기후변화 대응 사업 조사

문충만



정책연구 2019-29

대전광역시 적용가능 기후변화 대응 사업 조사

문 총 만

연구책임

- 문충만 / 미래전략실 연구위원

공동연구

- 이재근 / 도시기반실 책임연구위원
- 이은재 / 도시기반실 책임연구위원

정책연구 2019-29

대전광역시 적용가능 기후변화 대응 사업 조사

발행인 박 재 목

발행일 2019년 9월

발행처 대전세종연구원

34863 대전광역시 중구 중앙로 85(선화동 287-2)

전화: 042-530-3524 팩스: 042-530-3575

홈페이지 : <http://www.dsi.re.kr>

인쇄: 삼성디자인기획 TEL 042-221-3111 FAX 042-221-5116

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

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

요약 및 정책건의

■ 연구 배경과 연구 목적

- 이상 기후현상에 의한 기후변화에 대처하기 위하여 기후변화 정부간협 의체(IPCC)를 통해 전지구적으로 대응 방안을 준비하고 있으며 이는 각 국가의 기후변화 대응 정책에도 영향을 미침
- 우리나라도 국가차원으로 국가 온실가스 감축 로드맵, 기후변화 대응계획, 기후변화 적응대책 세부시행 계획 등 다방면으로 기후변화에 대응하기 위해 정책들을 진행하고 있으며 이러한 정책들을 직접적으로 실행하는 지자체의 역할이 어느 때보다 강조되고 있음
- 또한 이러한 법정계획으로 추진하는 정책 이외에 환경부에서는 기후변화 적응효과 증대를 위한 공공사업 모델 구축을 지원하고 있으며 지역별로 선도사업의 형태로 국비를 지원하여 적응사업을 추진
- 이러한 선도사업은 지자체 기후변화 대응 지원을 통해 적응형 지역사회 유도 및 생활 속 온실가스 감축 문화 확산을 목표로 진행
- 하지만 대전광역시에는 아직 환경부 선도사업을 진행한 적이 없으며 이러한 사업을 수행하는 전담기관의 부재로 관련 정책에 대한 연구부족 및 지역 특성에 맞는 기후변화 대응 선도사업 마련에 어려움이 있음
- 본 연구에서는 대전광역시에 적용가능한 기후변화 대응 사업을 조사해 보고 환경부에서 진행하고 있는 기후변화 대응 선도사업과의 연계방안을 살펴보고자 함

■ 연구결과

□ 기후변화 영향

- 폭염은 심혈관계 질환과 전염병의 발병을 크게 증가시켜 피해가 매우 큰 재해로서 유럽에서 폭염은 지난 10년간 사망률이 가장 높은 재해
- IPCC 4차보고서에서는 극심한 폭염과 열대야가 빈도와 강도 측면에서 앞으로 계속 증가할 것으로 보고하였으며, 특히 취약계층은 이상기후로 인한 영향력이 크게 미치고 인구구조의 급격한 노령화는 건강에 대한 영향의 정도가 더 커질 것으로 보고
- 그러므로 기후변화로 인한 폭염에 의해 노인이나 어린이와 같은 취약계층에 미치는 영향이 더 커질 것으로 예상되며 사회경제적으로 취약한 계층에는 냉난방기기가 없는 열악한 주거환경으로 더 큰 위험이 될 것으로 예상
- 한파에 대한 직접적 취약성은 취약계층의 건강에 대한 영향보다는 동파 등의 취약한 시설물에 대하여 더 크게 미칠 것으로 예상되고 농업이나 산림생태계 부문에서는 한파로 인한 피해와 생물다양성에 미치는 영향이 더 크므로 취약성이 높음
- 또한 기후변화에 따른 한파는 열악한 주거환경 또는 기반시설에 취약계층의 건강 문제뿐만 아니라 에너지 문제도 야기할 수 있으며, 이러한 취약계층에게는 난방과 함께 이동수단에 있어서도 제약을 가하게 되는 문제가 있음
- 기후변화 인한 집중호우는 상습수해지역 및 재해위험지구의 취약성이 드러나며, 사회경제적으로 열악한 취약계층이나 기초생활보장수급자는 이러한 지역에 좀 더 많은 비율로 있는 것으로 나타남
- 하지만 이것은 사회경제적 취약계층 비율이 높은 지역일수록 집중호우에 대해 취약하거나 영향을 더 많이 받는 것으로 나타내는 것으로 풍수해 발생빈도가 높다거나 풍수해에 직접적인 영향을 받는 것은 아님

□ 기후변화 대응 사례(일본 나카노시마)

○ 하천수를 이용한 도시열섬현상 완화 대책

- 하천수, 지하수 등을 적극적으로 활용하여 에너지 절약으로 에너지 소비의 합리화와 열 배출 억제 시스템 구축
- 도지마카와(堂島川) 토키보리카와(土佐堀川)에 둘러싸인 특징적인 지형과 하천수를 이용하여 지역의 열병합 시스템 구축
- 녹지 면적의 확대와 잠열의 활용 방안 마련
- 지표면의 열환경의 집중 개선 사업 시행

○ 녹지 정비를 통한 도시열섬현상 완화 대책

- 녹도의 정비, 광장의 정비 등에 의한 그린네트워크 형성
- 나카노시마 공원을 중심으로 한 녹지 거점과 섬 전체를 연결하는 그린 네트워크 형성
- 옥상녹화, 수변공간을 이용한 다기능 친수공간의 조성 등



[그림] 나카노시마 녹지공간 확충

□ 기후변화 대응 사례(독일 프라이부르크 리젤펠트)

- 물과 녹지가 풍부한 생태 주거단지를 조성하여 기후변화에 공간계획적, 통합적으로 대응한 사례
 - 프라이부르크의 주택부족 해결과 높은 주거 밀도의 환경에서도 습지보호를 통해 질적으로 우수한 주거환경을 마련하고 에너지에 대해서도 효율적인 도시 개발
- 도시개발 초기에 홍수에 강도와 빈도에 대하여 예측하여 빗물침투와 빗물이용시설, 생태연못, 생태하천 등을 연계한 물순환체계 구축
 - 주거단지에 우수저장과 빗물 정화 기능을 갖는 생태연못을 조성하고 주거단지 중심부에 흐르는 기존의 생태하천을 이용하여 평시에는 빗물을 저류하여 이용할 수 있게 하고 초과된 수량은 단지외부로 유출
 - 또한 조성된 생태하천을 중심으로 대상지 전체에 수로를 연결하여 모든 지표수가 정화과정을 거쳐 습지 및 생태공원 등에 재활용

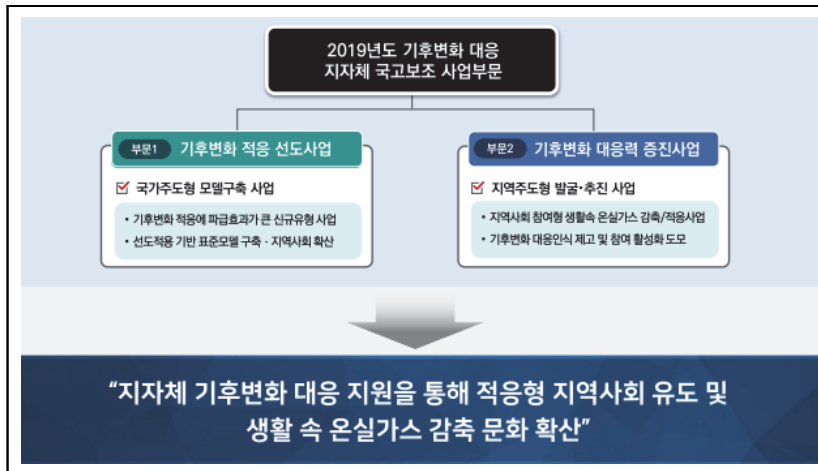


[그림] 독일 리젤펠트 기후변화 대응 사업

■ 환경부 선도사업과 이에 적용가능한 대전광역시 기후변화 대응 사업

○ 추진배경 및 목적

- 지역사회의 생활 속 온실가스 감축활동 장려와 기후변화 영향취약성 완화에 효과적 대처·관리를 위한 대응능력 제고 필요
- 지역참여·주도형 사업추진 지원과 국가주도형 사업효과 검증 및 표준모델 구축을 통한 지역단위 확산전파로 자발적·적극적 이행 활성화 유도



[그림] 기후변화 대응 지자체 국고보조 사업

○ 사업추진방향

- 국가 주도 : 선도사업 기반 파급효과가 큰 다양한 유형의 표준모델 지속 구축 및 확대
 - 사업컨설팅, 관련기술·효과검증 및 한계·문제점 도출·개선 등을 통해 향후 지역주도의 사업추진이 가능하도록 모델화
- 지역 주도 : 기후변화 대응을 위한 지역사회 참여·협력형 거버넌스 활성화 도모
 - 공공/민간 등 생활 속 온실가스 감축활동 증진 및 기후변화 현안·문제해결을 위한 지역 맞춤형/밀착형 사업발굴 및 추진

□ 기후변화 적응 선도사업

○ 개념

- 지역단위 전반에서 주요하게 나타나는 기후영향으로부터 관련위험·취약성을 저감하는데 효과가 높고, 동시에 적응-감축의 공동편익 (Co-benefit)을 도모할 수 있는 신규유형의 파급효과가 큰 사업으로써 향후 지역 확산 가능성에 따른 도입 안전성 및 활성화 등을 위해 국가 차원에서 지역협력 기반 시범 적용하는 모델 사업

□ 기후변화 대응력 증진사업

○ 개념

- 지역사회의 생활 속 온실가스 감축활동 증진과 기후변화 위험·취약성에 관한 지역현안 및 문제해결을 위하여 (사업발굴)→(사업시행)→(모니터링·성과관리)→(사후 유지관리) 단계에서 지역주민, 시민단체, 전문가(지역연구기관, 학교 등) 등이 함께 참여·협력하여 추진하는 지역 거버넌스 기반사업

○ 유형별 증진사업

- 기후변화 적응 유형 : 폭염, 집중호우 및 한파 등 지역의 기후영향으로 인한 위험·취약성 완화 및 피해 최소화 사업
 - 기후변화 취약계층 지원사업, 폭염 대응 등 시민체감/니즈형 보강사업, 기후변화 적응형 공공시설 인프라 개선 및 보강사업, 마을 및 공동체 단위 기후안심마을 조성사업 등
- 온실가스 감축 유형 : 학교, 공공시설등 시민생활과 밀접한 온실가스 감축사업으로 저탄소 지역사회 확대 및 참여 활성화 사업
 - 지역 내 소규모 공원녹지 조성사업, 에너지자립 또는 자원순화 마을 조성, 그린스쿨·에코스쿨 조성사업 등

□ 대전광역시 적용가능 기후변화 대응 사업

○ 기후변화 친화 공원 조성

- 대전광역시 특성을 살린 기후변화 친화 공원 조성은 폭염과 도시열섬 및 미세먼지 등의 취약성을 낮추고 생태놀이공간을 조성하여 시민 접근성 제고와 이용 활성화를 통해 선도화된 기후 생태친화적인 도심 공원으로 모델화 될 수 있음
- 둔지미 공원은 지하철 1호선의 대전청사역이 있어 주로 이동경로로써 공원이용 시민이 많으며 2026년 이후에는 2호선 트램노선 역도 공원 내로 들어올 계획이 있어 환승승객을 비롯하여 많은 시민들의 이용이 예상
- 하지만, 이동 경로는 오픈되어 있어 폭염에 취약하고 주변에 아파트 단지과 시민 편의시설이 있음에도 불구하고 이동경로 이외에 시민들의 이용이 적은 편
- 따라서 주변 시민들이 저녁시간과 주말에 이용할 수 있도록 더위나 미세먼지 등을 피할 수 있는 공간 마련이 필요하며 이에 따른 시민 이용률을 높일 필요가 있음
- 기후생태 친화 공원은 총 4개 사업을 예상해 봤으며 이를 통해 폭염과 도시열섬 및 미세먼지 등의 기후변화 취약성을 낮출 것으로 기대

① 쿨페이브먼트 및 쿨링포그(기후친화길)

- 주변 관공서나 주거단지와의 접근성이 좋아 시민들이 주로 이용하고 있는 산책로에 폭염과 미세먼지에 대응하기 위한 쿨페이브먼트 또는 쿨링포그를 설치하여 기후친화길 조성

② 폭염 및 미세먼지 제로존 및 미세먼지 신호등 조성

- 제로존은 쉼터외벽에 물을 흐르게 하고 녹화를 함으로써 미세먼지가 쉼터 내에 들어올 수 없게 하며 폭염시에는 더위를 피할 수 있는 곳으로 활용

③ 기후생태숲 산책로 및 쉼터 조성

- 사업지 공원 구석에 자리잡은 녹지를 활용하여 산책로와 쉼터(벤치)를 조성하여 이동로와 시민들이 쉴 수 있는 생태공간 조성

④ 기후생태 놀이터 조성

- 우천시 공원내 지대가 낮아 물이 고여 웅덩이가 생기는 공터를 활용하여 기후생태놀이터를 조성하여 공원에 물순환 상태를 개선하고 시민들이 즐길 수 있는 놀이터를 조성



[그림] 기후생태친화공원 조성 후 예상도

○ 쿨링 & 클린 로드 조성

- 폭염으로 인한 도심 열섬현상 완화 및 대기 중 미세먼지·아스팔트분진 등의 제거를 위해 지하철 등에서 발생하는 유출지하수, 빗물, 재이용수, 하전수 및 공업용수 등을 이용하여 도로에 물을 분사하는 고정식 자동 살수시설 시스템
- 도로의 중앙 또는 갓길에 설치된 스프레이 기능의 도로 표지병 및 밸브유니트를 통해 자동적으로 물을 분사함으로써 (쿨링효과) 도로표면 온도를 저감시켜 열섬현상을 완화시키고, (클린효과) 살수에 의한 청소를 통해 도로상에서 발생하는 미세먼지와 재비산먼지를 감소시켜 운전자 및 보행자에게 쾌적한 도로환경 제공
- 미세먼지 제거 및 열섬효과 완화, 겨울철 제설 목적으로 사용 가능하며 자동·원격으로 운영이 가능하며, 통행차량에 영향을 거의 주지 않고, 설치 이후 유지관리비가 저렴

[표] 대전광역시 쿨링&클린로드 수요 조사에 따른 사업 가능 지역

| 공급시설 | 사업물량 | 비고 |
|----------------|---------------|----------------|
| 삼성네거리~원동네거리 | 1개소(1,500M) | 용수(지하철 지하수 활용) |
| 큰마을~방죽네거리구간 | 2개소(개소당 500M) | |
| 용문~탄방네거리구간 | 1개소(800M) | |
| 대청공원 해피로드 일원 | 1개소(600M) | 용수(수도 등) 확보 가능 |
| 계족로 및 동춘당로 황토길 | 2개소(1,000M) | |
| 동춘당문화공원 | 1개소(500M) | |

○ 벽면녹화사업

- 도시·생태적, 경제적, 삶의 질 측면의 벽면녹화 효과를 가져올 수 있으며 열섬현상 완화, 생물서식처(비오톱) 조성, 대기오염 감소, 미기후 조절과 에너지 절약, 건축물 내구도 및 강도 증가, 방화·방열효과를 가져올 수 있음
- 또한 서식처 제공을 통한 도시 생태계 구축, 미기후 개선, 공기 및 수질정화, 소음 완화, 토지자원 절약, 도시 미관 개선, 심리적 안정감 제공

[표] 대전광역시 벽면녹화 수요 조사에 따른 사업 가능 지역

| 공급시설 | 사업물량 |
|---------------------------------|---------------|
| 대전청사 실내녹화 1개소 원도심청사 실외녹화 1개소 | 2개소(개소당 500㎡) |
| 한밭수목원 공공청사 등 | 2개소(개소당 700㎡) |
| 가오지하차도 옹벽 | 1,500㎡ |
| 용방마을아파트 옹벽 | 1,000㎡ |
| 인동 어진마을아파트 옹벽 | 500㎡ |
| 천동지하차도 옹벽 | 600㎡ |
| 성남지하차도 옹벽 | 700㎡ |
| 중구 도로변 옹벽 | 6개소(3,000㎡) |
| 서구 행정복지센터 및 공원화장실 등 | 6개소(개소당 500㎡) |
| 월평2동 행정복지센터 | 1개소(500㎡) |
| 만년동 행정복지센터 | 1개소(100㎡) |
| 만년초등학교 | 1개소(400㎡) |
| 원신흥동 행정복지 센터 등 공공시설 | 6개소(개소당 500㎡) |
| 오정동, 덕암동 행정복지센터 | 6개소 |

차례

| | |
|----------------------------------|-----|
| 1장 서론 | 3 |
| 1절. 연구의 배경 및 필요성 | 3 |
| 2절. 연구의 목적 및 방법 | 4 |
| 2장 기후변화 영향 | 7 |
| 1절. 기후변화에 따른 영향 | 7 |
| 1. 기후변화 영향 | 7 |
| 2절. 폭염 및 한파 영향 | 11 |
| 3절. 폭우 및 폭설 영향 | 13 |
| 3장 국내외 기후변화 대응 현황 | 17 |
| 1절. 국외 사례 | 17 |
| 1. 일본 | 17 |
| 2. 미국 | 42 |
| 3. 영국 | 45 |
| 4. 독일 | 54 |
| 2절. 국내 기후변화 대응 정책 현황 | 67 |
| 1. 기후변화 대응 국가 정책 현황 | 67 |
| 2. 환경부 기후변화 대응 지자체 국고보조 사업 | 77 |
| 3. 기후변화 대응 국내 사례 | 82 |
| 4장 기후변화 적응대책 현황 | 91 |
| 1절. 국가수준 기후변화 적응대책 | 91 |
| 2절. 지자체수준 기후변화 적응대책 | 100 |

| | |
|--------------------------------|-----|
| 5장 대전광역시 적용가능 기후변화 대응 사업 | 109 |
| 1절. 기후친화 공원 조성 | 109 |
| 2절. 쿨링 & 클린 로드 조성 | 114 |
| 3절. 벽면 녹화 | 117 |
| 1. 일반적 효과 | 117 |
| 4절. 기후변화 대응 정책 수립 방향 | 122 |
| | |
| 참고문헌 | 125 |

표 차례

| | |
|------------------------------------------------|-----|
| [표 1-1] 지역별 기후변화 영향 | 10 |
| [표 3-1] 보조금액 및 부담비율 | 41 |
| [표 3-2] 울버햄튼시의 평년 기후(1971-2000 평균) | 46 |
| [표 3-3] Bilston Urban Village(BUV) 개요 | 47 |
| [표 3-4] 연도별 적응 선도사업 사업유형 | 79 |
| [표 4-1] 폭염 적응대책 국외 사례 | 91 |
| [표 4-2] 홍수 적응대책 | 93 |
| [표 4-3] 매개체감염병 적응대책 | 95 |
| [표 4-4] 대기오염 적응대책 국외 사례 | 96 |
| [표 4-5] 홍수 적응대책 국외 지자체 사례 | 100 |
| [표 4-6] 매개체감염병 적응대책 국외 지자체 사례 | 102 |
| [표 4-7] 식품수인성매개질환 적응대책 국외 지자체 사례 | 104 |
| [표 4-8] 대기오염 적응대책 국외 지자체 사례 | 105 |
| [표 5-1] 대구시 설치·미설치 지역 미세먼지 저감효과 비교 분석(4-10월) · | 116 |
| [표 5-2] 대전광역시 쿨링&클린로드 수요 조사 | 116 |
| [표 5-3] 대전광역시 벽면녹화 수요 조사 | 121 |

그림 차례

| | |
|----------------------------------------------------------------|----|
| [그림 3-1] 안전·안심 마을만들기 비전의 개요 | 18 |
| [그림 3-2] 국토교통성 도시·지역정비국의 시책 | 19 |
| [그림 3-3] 오사키역 도시재생긴급정비지역 | 21 |
| [그림 3-4] 메구로강을 활용한 바람길 확보 및 綠, 水, 土 기법 적용 개념도 · 23 | |
| [그림 3-5] 메구로강을 활용한 바람길 확보계획 | 23 |
| [그림 3-6] 메구로강을 활용한 친수공간 조성 | 24 |
| [그림 3-7] 메구로강 주변 녹화 | 24 |
| [그림 3-8] 더위 피난장소용 PR 안내판 | 26 |
| [그림 3-9] 쿠마가야역 출입구의 체감 아트사업 | 27 |
| [그림 3-10] 나가호리도오리의 바람길 모델사업 | 28 |
| [그림 3-11] 나카노시마 전경 | 29 |
| [그림 3-12] 오사카 나카노시 주변의 도시재생을 포함한 환경대책 사업 | 31 |
| [그림 3-13] 녹화 계획도 | 32 |
| [그림 3-14] 녹지공간 확충 | 32 |
| [그림 3-15] 친수공간의 창출 | 32 |
| [그림 3-16] 옥상녹화를 통한 녹지공간의 확충 | 32 |
| [그림 3-17] 극설주택 유형 | 40 |
| [그림 3-18] 울버햄튼 마스터플랜 | 48 |
| [그림 3-19] Bilston Urban Village 곳곳에 위치한 detention basin들 | 49 |
| [그림 3-20] 배수시설 : 곳곳에 위치한 Detention Basin들과 Swale의 배치도 · 50 | |
| [그림 3-21] 크론스베르크의 단계별 빗물운영계획 | 55 |
| [그림 3-22] 빗물 저류 사례 | 57 |
| [그림 3-23] 빗물저장장치사례 | 58 |
| [그림 3-24] 빗물 저류 사례 | 58 |
| [그림 3-25] 개발전과 개발후 전경 | 59 |
| [그림 3-26] 바람길 조성 계획 | 61 |

| | |
|---------------------------------------------|-----|
| [그림 3-27] 빗물이용을 위한 녹지수로사례 | 61 |
| [그림 3-28] 단지내 녹지화 된 전철노선과 보행광장 | 62 |
| [그림 3-29] 프라이부르크시 연평균 기온 및 총 강수량 | 63 |
| [그림 3-30] 리젤펠트 전경 | 64 |
| [그림 3-31] 리젤펠트 빗물저류 연못(좌) 및 생태하천(우) | 65 |
| [그림 3-32] 리젤펠트 트램녹화(좌) 및 주말정원(우) | 65 |
| [그림 3-33] 리젤펠트의 블록형(좌) 및 콤팩트(우)한 건물배치 | 66 |
| [그림 3-34] 국가 기후변화 정책 현황 | 67 |
| [그림 3-35] 제3차 녹색성장 5개년 계획 비전 | 68 |
| [그림 3-36] 에너지기본계획 비전 | 70 |
| [그림 3-37] 제2차 배출권거래제 기본계획 비전 | 72 |
| [그림 3-38] 제2차 국가 기후변화적응대책 비전 및 목표 | 74 |
| [그림 3-39] 제2차 국가 기후변화대응기본계획 비전 | 76 |
| [그림 3-40] 기후변화 대응 지자체 국고보조 사업 | 77 |
| [그림 3-41] 폭염 및 도시열섬 대응 인프라 | 79 |
| [그림 3-42] 적응 선도사업 추진경위 | 80 |
| [그림 3-43] 도시재생 사업추진과정에 따른 지원체계 | 81 |
| [그림 3-44] 환경부 농어촌 기후변화 안심마을 조성사업 | 82 |
| [그림 3-45] 쿨링포그 시스템 사례 | 83 |
| [그림 3-46] 쿨 루프 사례 | 83 |
| [그림 3-47] 녹색커튼 조성 사례 | 84 |
| [그림 3-48] 옥상 녹화 사업 사례 | 84 |
| [그림 3-49] 쿨 로드 시스템 조성 사업 | 85 |
| [그림 3-50] 건물 옥상의 그린 블루 루프 | 85 |
| [그림 3-51] 블루 루프 설치 전과 후 | 86 |
| [그림 3-52] 침수방지 차단막 설치 사례 | 86 |
| [그림 3-53] 쿨 페이프먼트 설치 사례 | 87 |
| [그림 5-1] 기후변화 친화 공원 예상 대상지 | 109 |
| [그림 5-2] 기후생태친화공원 조성 후 예상도 | 110 |

| | |
|----------------------------------------------------|-----|
| [그림 5-3] 기후친화길 조성 예정 산책로 및 조감도 | 111 |
| [그림 5-4] 폭염 및 미세먼지 제로존 | 112 |
| [그림 5-5] 기후생태숲 산책로 및 쉼터 사례 | 112 |
| [그림 5-6] 기후생태놀이터 | 113 |
| [그림 5-7] 대구시 쿨링&클린 로드의 시간대별 도로표면온도 저감효과(15.8기준) .. | 115 |
| [그림 5-8] 벽면녹화 대상지 조감도 | 118 |
| [그림 5-9] 서, 남, 동, 북측면도 녹화가능 면적 | 119 |
| [그림 5-10] 벽면녹화 조성 면적 산정 | 119 |
| [그림 5-11] 벽면녹화에 의한 건물표면 온도차 | 120 |

서론

1. 연구의 배경 및 필요성
2. 연구의 목적 및 방법

1장

1장 서론

1절. 연구의 배경 및 필요성

- 이상 기후현상에 의한 기후변화에 대처하기 위하여 기후변화 정부간협 의체(IPCC)를 통해 전지구적으로 대응 방안을 준비하고 있으며 이는 각 국가의 기후변화 대응 정책에도 영향을 미침
- 우리나라도 국가차원으로 국가 온실가스 감축 로드맵, 기후변화 대응계획, 기후변화 적응대책 세부시행 계획 등 다방면으로 기후변화에 대응하기 위해 정책들을 진행하고 있으며 이러한 정책들을 직접적으로 실행하는 지자체의 역할이 어느 때보다 강조되고 있음
- 또한 이러한 법정계획으로 추진하는 정책 이외에 환경부에서는 기후변화 적응효과 증대를 위한 공공사업 모델 구축을 지원하고 있으며 지역별로 선도사업의 형태로 국비를 지원하여 적응사업을 추진할 수 있도록 하고 있음
- 이러한 선도사업은 지자체 기후변화 대응 지원을 통해 적응형 지역사회 유도 및 생활 속 온실가스 감축 문화 확산을 목표로 진행되고 있음
- 하지만 대전광역시에는 아직 환경부 선도사업을 진행한 적이 없으며 이러한 사업을 수행하는 전담기관의 부재로 관련 정책에 대한 연구부족 및 지역 특성에 맞는 기후변화 대응 선도사업 마련에 어려움이 있음
- 본 연구에서는 대전광역시에 적용가능한 기후변화 대응 사업을 조사해 보고 환경부에서 진행하고 있는 기후변화 대응 선도사업과의 연계방안을 살펴보고자 함

2절. 연구의 목적 및 방법

- 본 연구에서는 대전광역시의 적용가능 기후변화 대응 사업을 조사해보고 환경부 선도사업과의 연계 방안을 모색하고자 함
- 우선 앞으로의 기후 변화에 따른 영향 분석을 하고 이에 대응하고 있는 국외 기후변화 대응 사례에 대해서 조사하였으며 사업보다는 국가와 지자체 차원에서의 정책 접근 방향에 대한 분석을 진행하고자 함
- 또한 국내 기후변화 대응 현황 및 현재 환경부에서 진행하고 있는 기후 변화 대응 선도사업 등에 대해서 조사하고 그와 관련한 기후변화 대응 사업들을 알아보하고자 함
- 마지막으로 대전광역시에 적용가능한 기후변화 대응 사업을 발굴하고 이와 환경부 선도사업과의 연계와 기후변화 영향에 따른 기후변화 대응 정책 방향에 대해서 기술하고자 함

기후변화 영향

1절 기후변화에 따른 영향

2절 폭염 및 한파 영향

3절 폭우 및 폭설 영향

2장

2장 기후변화 영향

1절. 기후변화에 따른 영향¹⁾

1. 기후변화 영향

- 기후변화 정부간협의체(IPCC)에서는 매 5~6년 간격으로 기후변화 평가 보고서를 발간하고 있음
- IPCC 제4차 평가보고서는 약 6년간에 걸쳐 130여 개국에서 약 2,500 명의 과학자가 참여하였으며, 기후변화영향·적응, 취약성 분야(WG2)는 제8차 WG2 회의('07.4.2.~5, 벨기에 브뤼셀)에서 「정책결정자를 위한 요약본(SPM)」이 승인됨
- IPCC WG 2의 평가보고서(기후변화 영향, 적응 및 취약성)는 기후변화가 자연계와 인간에 미치는 영향 및 이에 적응하기 위한 능력과 취약성을 이해하기 위해 제3차 평가보고서 이후에 새롭게 등장한 과학적 이해를 다루고 있음

1) 자연계에서의 기후변화 영향

- 기후변화에 따른 자연계에서 관측된 기후변화 영향으로는 수권, 생물권, 해양권 등에서 다양하게 나타남
 - 빙하호의 확장 및 증가
 - 산과 영구동토 지반의 불안정 증가
 - 산악 지역의 눈/산사태 증가
 - 북극, 남극의 식물군과 동물군의 변화
 - 철새 이동, 산란, 개화 등의 초봄의 이른 시작

1) IPCC 4차보고서 번역본 참조

2) 부문별 기후변화 영향

○ 수자원 및 관리

- 21세기 중반에는 물 가용량(availability)은 습윤 열대·고위도지역은 10~40% 증가
- 반건조 저·중위도지역은 10~30% 감소할 것으로 전망
- 이에 따라 가뭄 영향을 받는 지역 증가 됨

○ 생태계

- 전지구 평균온도가 1.5~2.5℃ 증가하면 전 세계 동물과 식물 20~30%가 멸종 위기
- 대기 중 이산화탄소농도 증가 및 온도의 증가(1.5~2.5℃)로 인해 생태계 구조와 역할, 종의 상호 연계와 관련하여 물, 식량공급, 생물다양성에 대해 부정적인 영향을 미침

○ 식량

- 중~고위도지역은 온도가 1~3℃ 상승할 때 까지는 곡물 생산이 증가되나, 그 이상 상승하면 일부지역에서는 감소함
- 저위도 건조지역은 온도가 1~2℃ 증가에 따라 농작물 생산량이 감소하여 기근이 우려

○ 해안과 저지대

- 기후변화와 해수면 상승으로 전세계 해안의 30% 침식 위험
- 해수면온도가 1~3℃ 상승하면 산호 백화현상 증가
- 2080년대에는 해수면 상승으로 수백만명이 홍수 위험에 노출

○ 산업, 거주와 사회

- 해안과 강 하구지역은 기후변화에 취약한 산업, 거주 및 사회임
- 가난한 사회는 위험에 매우 취약하며, 대응 대책이 열악하여 물과 식량 공급과 같은 기후 자원에 대한 의존도가 높음

- 건강
 - 영양결핍, 출혈, 심장병, 전염병 등의 증가
 - 열파, 홍수, 가뭄 등으로 사망자 증가
 - 질병 매개체 분포의 변화 전망

3) 지역별 기후변화 영향

- 아시아
 - 대부분의 지역이 수자원이 부족할 것으로 전망되며 인구가 집중되어 있는 남,동 아시아의 해안 지역은 바다와 강으로부터 홍수나 산사태 등 재난/재해에 취약할 것으로 보임
- 극지역
 - 빙하의 확장, 두께 감소, 해빙 깊이 변화 등 자연 생태계의 변화로 현재 서식하고 있는 종들의 기후변화 적응이 취약해 질 것임
- 북미/서부
 - 유속이 감소하고 연어는 서식지를 잃을 것으로 전망
- 남미/브라질/동부
 - 2050년까지 지하수의 70% 이상이 감소될 것으로 전망
- 벵갈만지역
 - 온도가 2℃ 상승할 때마다 방글라데시의 홍수지역이 25% 이상 증가할 것으로 전망
- 유럽
 - 2070년까지 수력발전의 전기 생산 잠재력이 70%까지 감소
- 아프리카/소말리아 인근지역
 - 질 좋은 물 생산 및 공급과 위생 인프라가 없는 지역은 폭우로 인해 병원균 증가

[표 1-1] 지역별 기후변화 영향

| 지역 | 영향 |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 아시아 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 히말라야 산의 빙하 용해는 홍수와 산사태, 수자원 파괴를 증가시키며, 특히 대부분 지역은 수자원이 부족할 것으로 전망 ○ 남, 동 아시아의 인구가 많은 해안 지역은 바다와 강으로부터 위협에 크게 직면해 있음 |
| 도서지역 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 작은 섬들은 해수면 상승으로 해안 침식과 같은 해안 생태의 악화는 관광 지역의 매력을 감소시킬 가능성이 있음 |
| 극지역 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 주된 생물리학적 결과로 빙하의 확장과 두께 감소, 해빙·영구 동토층 팽창 정도 및 깊이 변화, 자연 생태계의 변화 등이 있음 ○ 북극 거주지역에 대해, 설빙권에는 긍정적, 부정적 효과 있음 ○ 양극지역에서, 특정 생태계와 거주 지역은 기후변화에 대해 종의 적응이 낮아지면서, 취약해 질 수 있음 |
| 북미 서부 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 유속이 감소하여, 현재 수자원의 수요는 2020년 이후 만족될 수 없으며, 연어는 서식지를 잃게 됨 |
| 남미 브라질 동부 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 2050년대까지 지하수의 70% 이상 감소 |
| 벵갈만 지역 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 온도가 2℃ 상승할 때마다, 방글라데시에서는 연간 최고치를 방출하여 홍수지역이 적어도 25% 이상 증가 |
| 유럽 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 2070년까지, 수력발전의 전기 생산 잠재력은 70%까지 감소 |
| 아프리카 소말리아 인근지역 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 질 좋은 물 생산 및 공급과 위생 인프라가 없는 지역은 폭우로 인해 병원균 증가 |

자료 : 기상청, IPCC 제4차 평가보고서 기후변화 영향, 적응, 취약성 요약

4) 기후변화 적응 및 취약성

- 이미 온난화는 피할 수 없으므로 기후변화 영향에 대한 적응 대책 필요
- 취약분야 : 산호, 유빙지역, 툰드라, 산악지역, 지중해, 아한대 삼림지역, 저지대 해안지역, 맹그로브, 중위도 지역과 열대건조지역, 저위도 농업지역, 보건

2절. 폭염 및 한파 영향2)

1) 폭염 영향

- 폭염은 심혈관계 질환과 전염병의 발병을 크게 증가시켜 피해가 매우 큰 재해로서(장재연 외, 2009) 유럽에서 폭염은 지난 10년간 사망률이 가장 높은 재해
 - 서울시의 경우 29.9℃를 기준으로 1℃ 상승할 때마다 사망률이 3% 증가하는 것으로 나타났고 폭염이 7일 이상 지속될 경우 사망자수가 4배나 증가하는 것으로 나타남(Depietri et al., 2011)
- IPCC 4차보고서에서는 극심한 폭염과 열대야가 빈도와 강도 측면에서 앞으로 계속 증가할 것으로 보고하였으며(Field et al., 2007; IPCC, 2007), 특히 취약계층은 이상기후로 인한 영향력이 크게 미치고 인구 구조의 급격한 노령화는 기후변화로 인한 건강에 대한 영향의 정도가 더 커질 것으로 보고(O'Neill, 2003)
 - 폭염 기간 동안 발생한 사망자들의 변동 비율은 단기 사망률 이동 때문이며(Hajat et al., 2005; Kysely, 2005), 이 연구는 이 비율이 폭염의 강도와 영향을 받는 인구의 건강 상태에 좌우된다는 것을 알려주고 있음(Hemon and Jouglu, 2004; Hajat et al., 2005)
 - 또한 기후, 지형학, 열섬 규모, 소득 및 노인 인구의 비율과 같은 지역적 요소들은 인구 내의 기본적인 온도와 사망률의 관계를 결정하는데 중요하다고 보고되고 있으며(Curriero et al., 2002; Hajat, 2006), 유럽에서 고령 인구 내 연간 사망률의 약 0.5~2%는 높은 온도에 의해 발생함(Pattenden et al., 2003; Hajat et al., 2006)
- 그러므로 기후변화로 인한 폭염에 의해 노인이나 어린이와 같은 취약계층에 미치는 영향이 더 커질 것으로 예상되며 사회경제적으로 취약한 계층에는 냉난방기기가 없는 열악한 주거환경으로 인한 문제 발생

2) 임영신(2019), <지역단위 기후변화 대응사업 국내외 사례조사 및 시사점> 인용

2) 한파 영향

- 한파로 인한 건강영향은 심혈관계 질환 및 호흡기계 질환에 치명적이며 사망률은 겨울철에 높음(McKee, 1989; Eng and Mercer, 1998; Bowie and Jackson, 2002)
 - 이러한 계절성의 원인은 기온으로 알려져 있는데(Basu and Samet, 2002) Braga 등(2001)은 낮은 기온에의 노출은 심혈관계 관련 사망과 밀접한 관련이 있으며, 한파 시에 천식 등과 같은 호흡기질환 환자들의 병원 내원 건수가 크게 증가한 것을 알려짐(기상연구소, 2005)
 - Keating 등(1997)은 비교적 온화한 겨울철 지역에서의 급격한 기온 하강은 사망률을 증가시킬 수 있음을 보였고, 1994~2006년 서울을 대상으로 심혈관계 질환 관련 사망과 호흡기계 관련 사망의 동절기 기온 관련성을 평가한 연구에서도 기온 하강은 사망발생을 가져올 수 있음을 보인 바 있음(Ha et al., 2009)
- 온대 및 냉대 기후에서 한파에 대한 사고 노출은 주로 야외에서, 사회적으로 불우한 사람들(알코올 중독자, 노숙자), 노동자 그리고 노인들 사이에서 발생하며(Fanhoff, 2000), 한파에 대한 취약성은 야외에서 사회빈곤계층의 사람들에게 가장 치명적이라고 알려져 있음
- 한파에 대한 직접적 취약성은 취약계층의 건강에 대한 영향보다는 동파 등의 취약한 시설물에 대하여 더 크게 미칠 것으로 예상되고 농업이나 산림생태계 부문에서는 한파로 인한 피해와 생물다양성에 미치는 영향이 더 크므로 취약성이 높음
 - 하지만 사회경제적 취약계층은 난방으로 극복하기에는 경제적 부담이 가중되어 기후변화에 극히 취약할 수밖에 없음
- 또한 기후변화에 따른 한파는 열악한 주거환경 또는 기반시설에 취약계층의 건강 문제뿐만 아니라 에너지 문제도 야기할 수 있으며, 이러한 취약계층에게는 난방과 함께 이동수단에 있어서도 제약을 가짐

3절. 폭우 및 폭설 영향³⁾

1) 폭우 및 폭설 영향

- 폭우는 최근 80mm 이상의 호우에 대한 일수가 증가하는 집중호우의 형태를 띠고 있으며 2000년대에 들어서는 시간당 강수량과 일강수량의 최대값이 증가하는 추세가 뚜렷해짐(소방방재청, 2008; 국가기후변화적응센터 홈페이지)
- 집중호우 발생빈도나 강수량은 지속적으로 증가하고 있는 것으로 조사되고 있으나, 집중호우 발생 지역이나 발생 정도를 예측하기 어려운 문제가 있음
- 기후변화 인한 집중호우는 상습수해지역 및 재해위험지구의 취약성이 드러나며, 사회경제적으로 열악한 취약계층이나 기초생활보장수급자는 이러한 지역에 좀 더 많은 비율로 있는 것으로 나타남(추장민 외, 2010)
- 또한 수도권지역의 재해위험지구 및 수해상습지역의 경우 저소득계층 비율이 높은 지역이 대다수이며(추장민 외, 2010), 서울시에서 폭우로 인한 피해는 대부분 하천연변 저지대의 소규모 단독주택 및 지하주택에서 발생하며 대부분 저렴한 전·월세로 저소득계층 밀집 거주지역임(김윤종, 2007)
- 하지만 이것은 사회경제적 취약계층 비율이 높은 지역일수록 집중호우에 대해 취약하거나 영향을 더 많이 받는 것으로 나타내는 것으로 풍수해 발생빈도가 높다거나 직접적인 영향을 받는 것은 아님
- 풍수해나 폭설의 경우에는 지역적 요인으로 인하여 저지대나 하천 주변 등에 크게 영향을 미치며, 기반시설에 대한 피해 정도에는 어느 정도의 차이가 있을 수 있음

3) 임영신(2019), <지역단위 기후변화 대응사업 국내외 사례조사 및 시사점> 인용

국내외 기후변화 대응 현황

1절 국외 사례

2절 국내 기후변화 대응 정책 현황

3장

3장 국내외 기후변화 대응 현황⁴⁾

1절. 국외 사례

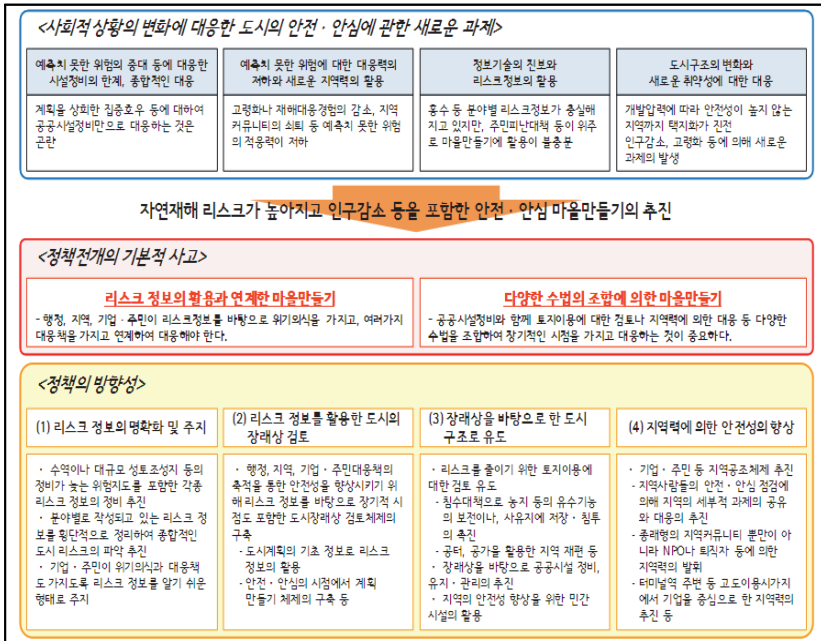
1. 일본

1) 중앙정부의 대응체계

□ 안전·안심 마을만들기 소위원회

- 2005년 6월에 국토교통대신이 사회자본정비심의회에 「새로운 시대의 도시계획은 어떻게 해야 할 것인가」에 대해서 자문하였으며, 이에 따라 구체적으로 검토한 「안전하고 안심하고 살 수 있는 마을만들기의 추진 방향」에 대해서는 추가적인 검토를 위해 2008년 9월에 사회자본정비 심의회 도시계획부회에 「안전·안심 마을만들기 소위원회」가 설치되었음
- 2009년 6월에는 「안전하고 안심하고 살 수 있는 마을만들기」의 실현을 위하여 구체적 추진방책의 방향성을 제시한 「안전·안심 마을만들기 비전」이라는 중간보고서가 제시되었음

4) 임영신(2017), <국내외 적응대책 동향 및 종합사례> 인용

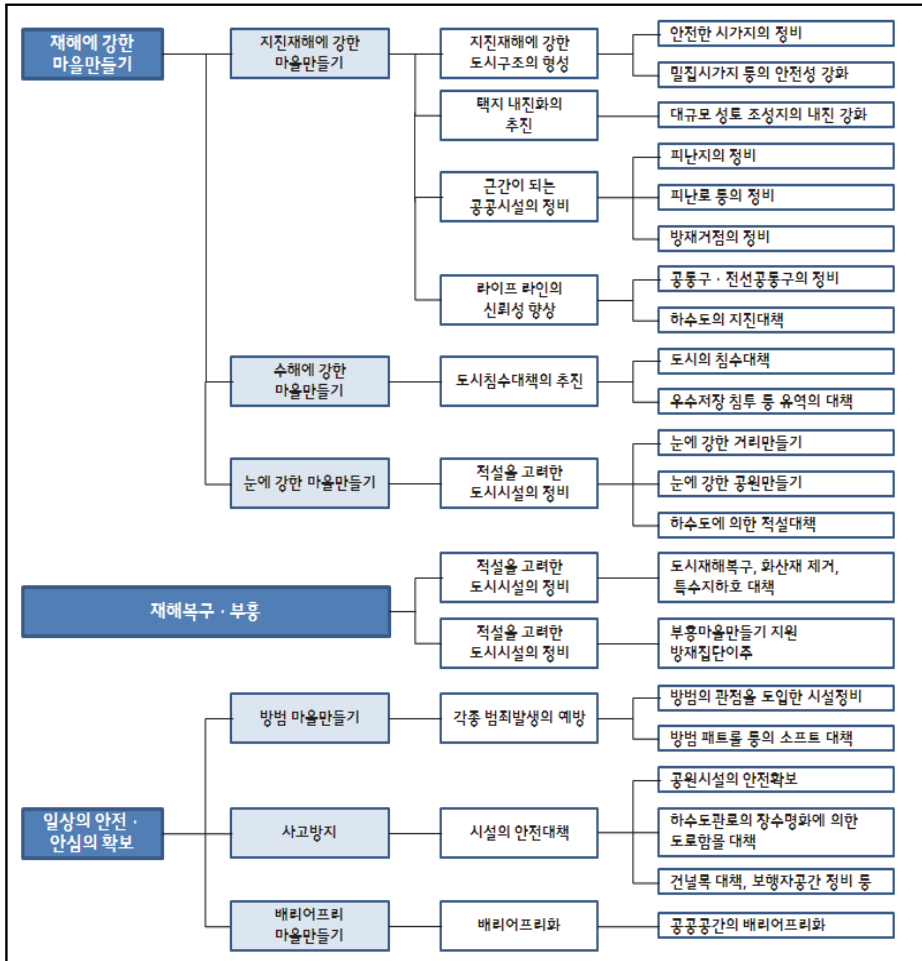


[그림 3-1] 안전·안심 마을만들기 비전의 개요

□ 국토교통성 도시·지역정비국의 시책

○ 「안전·안심 마을만들기」를 위한 도시지역정비국의 정책에 대한 개요는 다음과 같음

- ① 재해에 강한 마을만들기를 추진하기 위해 다음의 사항에 중점을 두고 도시의 방재대책을 추진
 - 한신·아와지대지진을 비롯한 니가타현 지진 등 대규모지진재해에 대한 교훈을 통하여 “지진재해에 강한 마을만들기” 중점 추진
 - 수해에 강한 마을만들기를 위해 하수도에 의한 침수대책을 추진
 - 폭설에 강한 마을만들기를 위해 적설을 고려 도시시설 정비 추진
- ② 재해지의 조속한 재해복구를 도모하기 위한 재해복구관계사업 등을 실시
- ③ 재해지의 부흥마을만들기의 추진, 방재를 위한 거주집단지원을 촉진
- ④ 방범마을만들기를 위해 범죄발생예방을 고려한 도시시설의 정비를 추진
- ⑤ 공원시설의 안전, 교통안전을 위한 시설의 안전대책을 추진
- ⑥ 배리어프리 마을만들기를 위해 공공공간의 배리어프리화를 추진



[그림 3-2] 국토교통성 도시·지역정비국의 시책

2) 폭염에 대한 대책

□ 동경도

- 무더위라고 하는 자연환경적인 요소뿐만이 아니라 최근에는 폭염에 대비한 전력부족이라는 인위적인 요소가 더해져 열사병이 증가될 것으로 예상되어 도내 마을에 대한 보조사업을 실시하고 있음
- 또한, 세이프티 넷(safety net)의 도입으로 도립병원 및 공공병원에 열사병환자를 위한 「열사병 긴급대책 병상」을 확보하고 있음

□ 시구정촌 보조사업

① 사업개요

- 열사병 예방 담당자에 의한 호별 방문 등 실시
 - 구시정촌이 열사병 예방 담당자를 확보하여 독신생활고령자나 고령자만 거주하는 세대 등의 원호가 필요한 자 리스트를 작성
 - 원호가 필요한 자를 중심으로 호별 방문을 실시
 - 열사병 예방이나 정전시의 주의 사항 등을 요청
- 무더위 피난장소의 설치 ·
 - 상가의 빈점포나 도영주택의 빈방 등을 무더위시의 「피난장소」로 활용하는 것으로 열사병 예방과 절전 효과가 있다.
- 열사병 예방 등 보급계발
 - 열사병 예방 등 보급계발용 리플릿 등
 - 계발상품(목에 감는 냉각용 벨트 등)을 고령자에게 배포한다.

② 보조대상 : 62개구시정촌

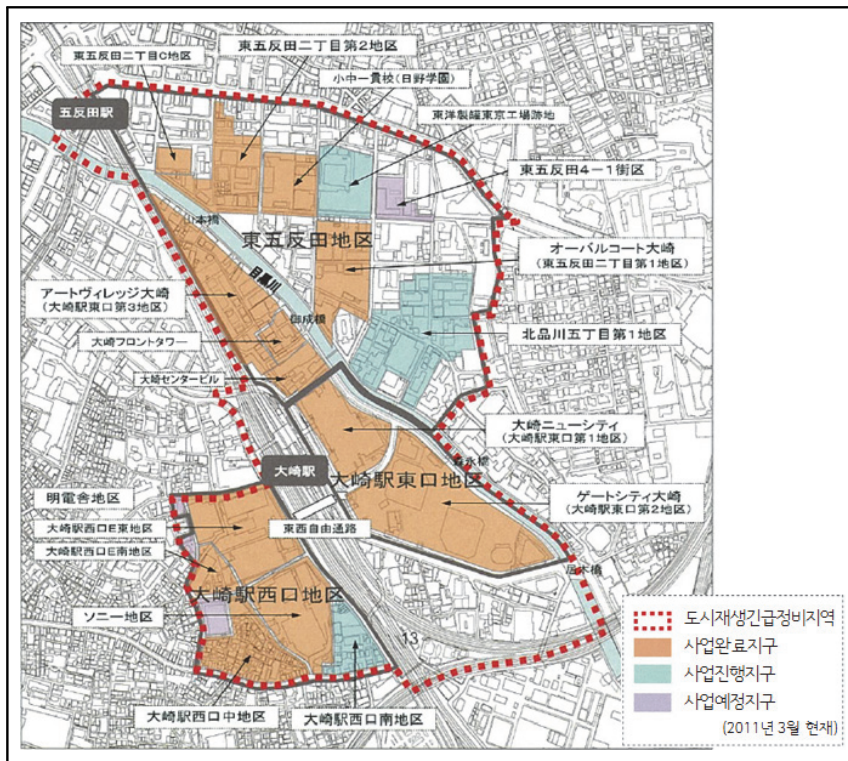
③ 보조기준금액 : 65세이상 인구에 따라 5,000천엔~15,000천엔 /1구시정촌

④ 보조율 : 10/10

① 도시재생과 연계한 폭염대책 - 동경도 시나가와구 오사키지구(바람길 확보)

○ 개요

- 오사키지구는 다이쇼시대(1912년~) 부터 공장지대로 발전한 지역으로, 1975년 중앙정부의 공업재배치계획에 따라 공장의 지방이전 시작
- 시나가와구는 공장 이전 토지에 대한 무질서한 개발을 방지하고, 도쿄 부도심의 하나로서 제조업을 선도하는 거점으로 조성하고자 오사키역 주변 마치즈쿠리 추진
- 지역 자산인 메구로강을 활용하여 열섬현상 및 폭염대비를 위한 바람길 확보



[그림 3-3] 오사키역 도시재생긴급정비지역

○ 추진과정

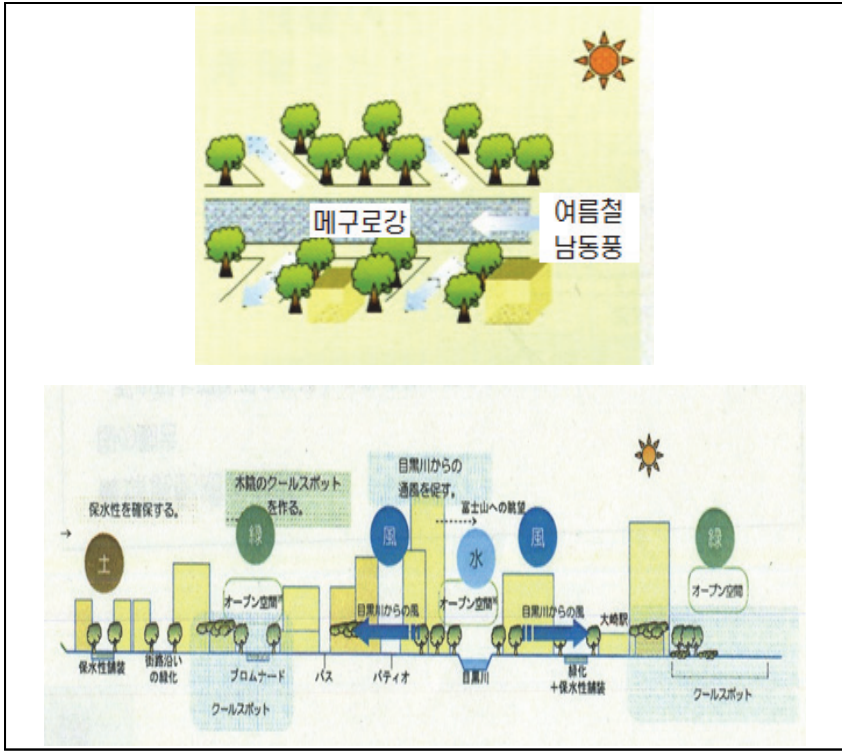
- 1975: 오사키역 주변지역 공장이전에 따라 1978년 시나가와구에서는 오사키지구 장비기본계획 수립
- 1982: 도쿄의 부도심의 하나로 지정됨에 따라 구단위 계획에서 도단위의 계획으로 추진
- 2002: 「도시재생특별조치법」 제정으로 역 주변지역을 도시재생긴급정비지역으로 지정(60ha)
- 2004: 오사키역 주변 「마을만들기」 추진, 마을만들기 위원회는 지역사회단체 등의 의견을 수렴하여 도시재생비전을 위한 비전 및 전략 제시

○ 추진전략

- ① 도쿄 제조업을 선도하는 거점 조성, ② 지역 연계를 강화하는 도시 기반시설 정비, ③ 지역 전체가 협조하여 개성있는 도시경관 조성, ④ 메구로강을 환경자산으로 활용, ⑤ 지속적으로 발전 가능한 체제 조성

○ 메구로강을 활용한 바람길 확보 계획

- 도쿄만의 남동풍은 메구로강을 거쳐서 흘러오기 때문에 건축물, 도로 등을 역팔자 형태로 구축하고, 강가 주변에 녹지를 조성하고 건물 벽면과 옥상에 녹화를 하고 지표면 온도를 낮추기 위하여 보수성 포장을 이용하였음
- 점진적인 지역 개발 시 소규모 개발지를 통합하여 녹지와 광장 등의 오픈스페이스를 갖춘 쿨 스팟을 설계하여 조성



[그림 3-4] 메구로강을 활용한 바람길 확보 및 綠, 水, 土 기법 적용 개념도



[그림 3-5] 메구로강을 활용한 바람길 확보계획



[그림 3-6] 메구로강을 활용한 친수공간 조성



[그림 3-7] 메구로강 주변 녹화

○ 녹지 조성을 위한 관련제도와 인센티브

- 「도시재개발법」, 「도시재생특별조치법」에 의하여 추진
- 「도시재개발법」에 의해 기반시설 설치비용은 관에서 권리자 조합에게 보조금으로 1/3 지원되며, 이는 전체 사업비의 약 10%(중앙정부 5%, 지자체 5%)에 해당됨
- 「도시재생특별조치법」에 의해서는 보조금 보다는 용적률 상향 등 도시계획적 제도로 지원
- 오사키지구는 준공업지역으로 300% 용적률이 적용되는 지구였으나, 도시재생특별지구로 지정되면서 기존 용적률을 재산정하여 이를 인센티브로 평균 용적률 600% 이상으로 상향됨

□ 사이타마현 쿠마가야시(埼玉県 熊谷市)

○ 더위에 대비한 중학생 사업

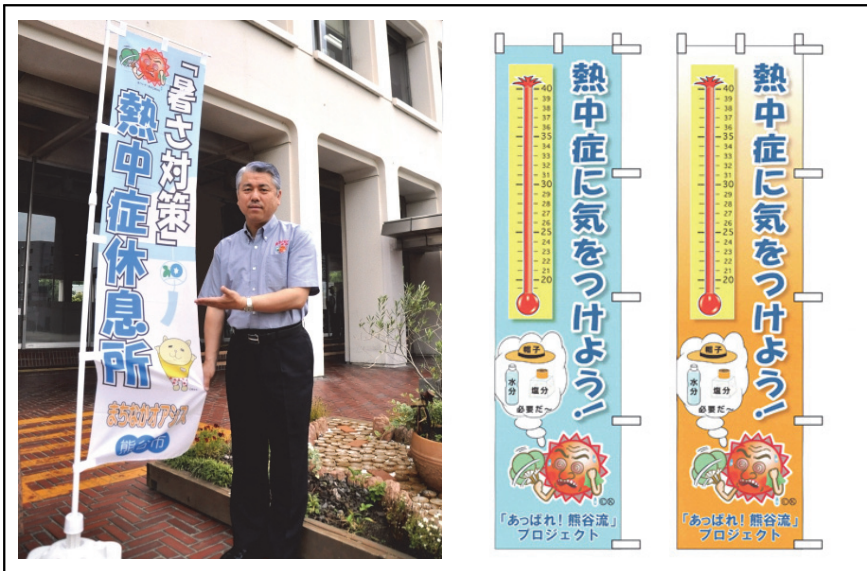
- 시내 전중학교 2학년을 대상으로 한 열사병 대책강습을 학교 수업의 일환으로서 실시하고 있음. 더운 날씨에 운동 등의 기회가 많은 중학생을 대상으로 열사병을 예방하고, 만일의 경우 지식, 대처법을 습득시키기 위해서 실시하고 있으며, 구체적으로는 5월 하순부터 6월에 걸쳐 시 소방직원(구급대원 등)이 각 중학교에 방문하여 열사병에 대한 조치에 대한 강습을 실시

○ 도심 오아시스 사업

- 2010년에 열사병 환자가 많이 발생하여 시내 전역에 더위 대피소를 설치하여 열사병 환자의 증가를 예방하고자 하였음
- 공공 사회교육시설에 「열사병 예방」을 홍보하여 시설이용자에게 열사병에 대하여 대비할 수 있도록 도모하고 있고, 2011년도부터는 열사병 예방시설로서 시민을 부담 없이 이용할 수 있는 장소 제공
- 시민들을 위하여 공공청사 등 시내 17개소에 수분보급을 할 수 있는 일시적인 더위 피난소를 개설
 - 각 시설에 시원한 스포츠 드링크와 차가운 물수건을 준비하여, 외출

중에 컨디션이 좋지 않아 시설을 방문한 시민 등에게 무료로 제공하여 컨디션 회복을 돕고 있음

- 각 시설을 열사병 대책을 위한 피난소로서 주지하고, 이용하기 쉽도록 PR용 안내판을 설치하고 있음. 또한, 각 시설의 직원을 대상으로 하는 열사병 대책교육을 실시하여 열사병이 의심되는 시민들에 대하여 적절한 대응을 하여 피해를 최소화하고자 하였음



[그림 3-8] 더위 피난장소용 PR 안내판

○ 열사병 상품배포사업

- 열사병에 걸리기 쉬운 시민에 대하여 예방상품(쿨 스카프)을 무상 배포하고 있음
 - 2010년도의 열사병 발생상황을 근거로 고령자의 열사병 리스크 경감을 도모함과 동시에 무더위에 대한 초등학교 부담의 경감을 도모
 - 단신고령자 약 3,000명(민생위원을 통해서 배포) 및 초등학교 약 11,000명 합계 약 14,000명을 배포하였음
- 시내 일부 초등학교에서는 아동이 물로 적신 타올이나 큰 스카프를 목에 감고 수업을 받는 등 열사병 예방을 도모하고 있음

○ 더위대책 PR사업

- 「더위대책 CM」을 제작하여 공공청사 1층 등 공공시설이나 시내의 영화관과 인터넷의 쿠마가야시 채널 등에서 홍보하도록 하여 무더위에 대한 대책에 관하여 소개
- 무더위대책에 대하여 정보를 공유화하여 일상생활에 녹아들어가도록 「더위대책 CM」을 알기 쉽게 제작하여 전달하고 있음

○ 시원함 체감 아트사업

- 아트프로젝트를 통하여 시각·청각적 효과에 의한 「더위대책」을 실시
- 시의 가로경관을 「쿨(Cool)」을 컨셉으로 하는 아트를 제작하여 감각적인 효과를 통하여 시민의식을 보다 더 높이는 것을 목적으로 함
- 시민이나 시내의 전문학교에 시원함을 상징하는 「량(涼)」, 「수(水)」, 「청(靑)」을 테마로 하는 작품제작을 공모하여 쿠마가야역 주변에 전시하였으며 동역 정면구 및 남쪽 출입구의 계단에 청량감 있는 아트 전시



[그림 3-9] 쿠마가야역 출입구의 체감 아트사업

○ 단신고령자 위문사업

- 단신고령자 위문사업의 일환으로 민생위원·아동위원에게 휴대형 열사병계, 쿨스카프, 열사병예방 리플릿 배포
- 전년도 열사병계를 배포한 단신고령자에 대하여 열사병계의 교환용 전지를 배포. 또한, 쿠마가야시 홈페이지에 시민에게 정보제공하고 있는 「열사병 예방정보」에서 엄중경계가 발표될 경우는 시내 노인복지센터 4개 시설에 연락을 하여 관내방송 등으로 내방객에게 열사병 예방을 당부

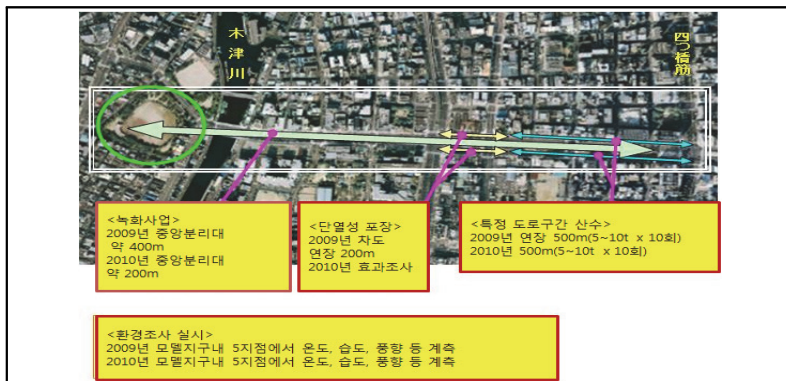
□ 해풍을 이용한 바람길 조성 : 오사카시 나가호리도오리

○ 열섬현상 대책의 하나로써 바람의 활용을 위해 오사카만의 시원한 해풍을 활용하는「바람의길(風の道)」비전을 정리

- “물과 초록에 쌓여 기분 좋은 바람이 흐르는 환경 선진 도시 오사카”를 목표로 바람이 잘 통하는 거리, 시원한 바람이 부는 도시, 협동과 제휴의 강화 등 3개의 전략에 근거해 시책을 추진

○ 도심부의 열섬현상을 완화를 위하여 오사카만으로부터 불어오는 해풍을 이용한 바람길 조성사업을 2009년부터 실시

- 도심 도로변(長堀通り)에서는 도로에의 살수, 중앙분리대 식재, 단열성 포장 외에 주변 공원 녹지만들기 사업을 거버넌스로 실시



[그림 3-10] 나가호리도오리의 바람길 모델사업

자료 : 오사카시 홈페이지

□ 나카노시마(中之島)의 도시재생과 연계한 쿨시티 사업

- 나카노시마가 있는 오사카시 기타구는, 오사카시의 중북부에 위치하고 있으며, 북쪽은 요도카와(淀川), 동쪽은 오오카와(大川), 남쪽은 토키보리카와(土佐堀川)등 세면이 하천에 둘러싸여 있으며, 서쪽은 후쿠시마 구에 접함
- 나카노시마는 도지마카와(堂島川) 토키보리카와(土佐堀川) 사이의 동서 약 3km로 길게 뻗은 섬이며, 총 면적은 약 50ha 임



[그림 3-11] 나카노시마 전경

○ 나카노시마의 개요

- 구역 면적 : 약 50ha(서부 지구 : 약 35ha · 동부 지구 : 약 15 ha)
- 주간인구 : 약 35,000명
- 야간 인구 : 약 600명
- 교토와 오사카 나카노시마신선의 승객수(예측치) : 약 14만명/일

○ 나카노시마 개발 사업의 역사

- 평성 14년 7월에 나카노시마가 도시재생 긴급 정비지역으로 지정
- 평성 20년의 나카노시마 철도의 새 선로가 착공되는 것을 계기로 재개발이 촉진
- 나카노시마 서부 지구 개발 추진 협의회(쇼와 62년 설립 · 13사)와 「나카노시마 2·3가 마을 조성 협의회」(평성 12년 설립 · 13사)가 평성

16년에 합쳐 「나카노시마 마치미라이 협의회(中之島まちみらい協議会)」로 현재에 이름

- 친환경마을·쿨시티(Cool City)라는 주제로 도시 열섬현상을 저감하기 위한 노력하였으며 이를 오사카 환경 마을 만들기 심포지엄 개최

○ 하천수를 이용한 도시열섬현상 완화 대책

- 하천수, 지하수 등을 적극적으로 활용하여 에너지 절약으로 에너지 소비의 합리화와 열 배출 억제 시스템 구축

- 도지마카와(堂島川) 토키보리카와(土佐堀川)에 둘러싸인 특징적인 지형과 하천수를 이용하여 지역의 열병합 시스템 구축

※ 도지마카와로부터 물을 넣고, 칸덴빌딩 지하에서 열교환을 하여 시원한 공기를 다이빌딩, 나카노시마선 와타나베바시역 등에 보내고, 반대로 따뜻한 물은 토키보리카와에 배수하고 있음

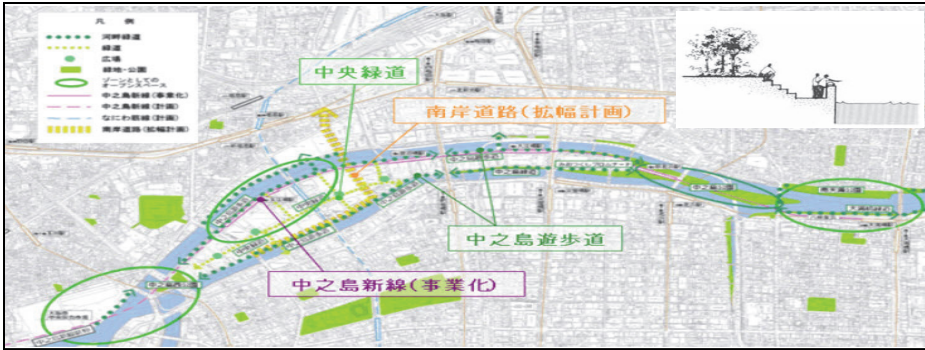
- 녹지 면적의 확대와 잠열의 활용 방안 마련
- 지표면의 열환경의 집중 개선 사업 시행

○ 도시열섬현상 완화를 위한 녹지 정비

- 녹도의 정비, 광장의 정비 등에 의한 그린네트워크 형성
- 나카노시마 공원을 중심으로 한 녹지 거점과 섬 전체를 연결하는 그린 네트워크 형성
- 수변공간, 옥상녹화를 활용한 다기능 친수공간의 조성 등



[그림 3-12] 오사카 나카노시 주변 도시재생을 포함한 환경대책 사업



[그림 3-13] 녹화 계획도



[그림 3-14] 녹지공간 확충



[그림 3-15] 친수공간의 창출



[그림 3-16] 옥상녹화를 통한 녹지공간의 확충

□ 생활보호세대에 대한 냉방기기 설치의 긴급 지원책

○ 실시방법

- 2011년도 피보호자 자립촉진사업경비 보조금 교부요강(2011년 3월 24일자 제1193호)에 정하는 「그 외 필요로 인정하는 사업(특별사업)」으로 실시

○ 사업내용

- 의사의 증명 등에 의해 냉방기기 이용이 필요하다고 진단되었으나, 냉방기기를 보유하고 있지 않는 세대에 대해서 냉방기기 구입비 및 설치비용을 지급. 지급상한액은 1세대 당 40,000엔, 1회 한정 지급

○ 대상세대

- 아래에 해당하는 사람으로 사용가능한 냉방기기를 보유하고 있지 않는 피보호 세대. 단, 생활복지자금 대출을 받게 되는 세대⁵⁾는 제외
- 원칙적으로 65세 이상
- 의사의 증명 등⁶⁾에 의해 질병 때문에 계속하여 자택요양이 필요하거나, 신체장애 등이 있기 때문에 외출이 곤란하여 자택에서 지낼 필요가 있다고 판단되나 건강유지관리상 냉방기기가 필요하다고 진단된 사람으로 복지사무소장이 인정하는 사람⁷⁾(단, 결정에 있어서는 촉탁의와 충분히 협의할 것)

-
- 5) 생활복지자금의 대출은 연금 등 보호비 이외에 수입이 있는 세대로 복지사무소가 대출 시에 대출금을 수입으로 인정하지 않고, 상환 시에 상환 분의 수입을 해당 세대의 수입으로부터 공제하는 것을 인정하는 경우에 대상이 된다.
 - 6) 「의사의 증명 등」에 대해서는 냉방기기의 필요성에 관한 주치의의 의견서 등외, 케이스워크 등이 전화 등으로 확인한 주치의 의견에서도 가능하다. 또한, 주치의의 의견이 없는 경우에서도 대상자의 의료 필요와 불필요 의견서, 주택개호지원계획 등에 의해 촉탁의가 의학적 견지에서 냉방기기의 필요성을 판단하면 가능하다.
 - 7) 구시정촌이 설치하는 「무더위 피난장소」를 스스로 이용하는 것이 가능한 신체상황은 대상에서 제외한다.

3) 한파·폭설피해에 대한 대책

□ 중앙정부의 대응체제(한파·폭설피해 대책에 관한 관계부처 연락회의)

- 한파·폭설피해 대책에 관한 관계부처 연락회의(2005년 12월 28일)에 따른 중앙정부의 대응체제는 다음과 같음
- 2005년 12월 상순이후 일본 각지에 한파가 지속되고 있고, 동해측 각지는 폭풍을 동반한 폭설로 인하여 12월에 기록적인 적설량을 보이고 있으며, 이러한 가운데 대규모 정전이나 열차사고가 발생하는 등 국민생활에 큰 영향을 미치고 있음
- 이러한 상황에 따라 국민생활의 안전·안심을 확보하기 위해 정부는 다음과 같은 시책을 시급하게 검토하고, 필요에 따라 신속·적절히 대응하고자 하고 있음

가. 라이프라인 확보

- 도로교통의 확보

- 국토교통성은 주요간선도로의 교통확보나 취약의 고립화 방지를 위한 제설체제나 눈사태 등의 방재체제에 대해 재점검을 실시. 또 도부현 관리도로(국도·도부현도) 제설비용에 대해서 긴급배분을 실시함과 동시에 적설상황 등을 바탕으로 시정촌도 제설비용 보조에 대해서 검토를 실시

- 수송의 안전 확보

- 육해공을 아울러 전국 교통기관에 의해 연말연시의 수송 등 안전 총점검을 철저히 실시. 또한 JR열차 탈선사고에 관한 원인구명과 재발방지책을 검토함과 동시에 풍속계의 점검 지시나 지역의 특수성에 따른 대책 검토를 실시

- 긴급의 수송대책

- 육로에 의한 수송이 곤란한 경우에 선박에 의한 긴급물자 등의 수송, 철도수송이 곤란한 경우에 버스에 의한 대체수송 등 교통사업자와의

- 제휴를 강화하고, 긴급시의 수송대책에 만전을 기함
- 정전발생 시의 복구대책 등 전력회사에 요청
 - 정전발생시의 복구대책, 정전예방대응을 전력회사에 요청하는 등
- 니가타지역의 대규모 정전의 원인구명
 - 니가타지역에서 발생한 대규모 정전의 원인구명을 시급하게 실시

나. 생활지원

- 의료·복지서비스 등의 확보
 - 한파·폭설피해로 영향을 받는 고령자, 환자 등에 대해서 구급의료, 의료기관·복지서비스로의 액세스 등을 확보하고, 적절한 서비스를 제공할 수 있도록 지방자치단체 등과의 연계를 강화하고 정보수집에 노력
- 생선식료품 등의 공급원활화·가격안정대책
 - 생선식료품 등의 공급원활화·가격안정대책으로 다음의 조치를 강구
⇒ 출하·수송의 원활화, 산지를 통한 연계출하(정보공유에 의해 편재화의 방지), 필요하면 비축식량의 공급(쌀 등)
- 석유제품의 안정확보
- 물가동향 등의 실태파악·감시
 - 한파·폭설피해에 따른 물가동향이나 편승가격인상의 움직임에 대해 물가담당관회의 등을 통해서 관계부처가 연계하여 실태파악·감시를 실시
- 지붕 눈치우기에 따른 눈 버리는 장소의 확보 등
 - 지역주민 등에 의한 지붕 눈치우기의 원활화를 도모하기 위해 하천 부지 등에 눈버리는 장소의 확보나 필요한 조치를 실시

다. 농어업 종사자 지원

- 하우스재배, 삼림 등의 농림수산 관련 피해의 긴급조사와 응급대응
- 다음과 같은 농림수산 관련 피해를 긴급하게 조사하여 그 상황에 따라 응급대응을 실시
 - ※ 농작물, 비닐하우스 등의 영농시설, 농지·농업용시설, 가축·축산 시설, 삼림·임업생산시설, 어항·어선, 양식어류
- 연료, 사료 등 농림수산업 생산자재의 확보
- 농어업 종사자의 자금대책
 - 농림어업 금융공고에 상담창구의 설치운영, 금융기관(농협 포함)에 협력요청 등 농어업 종사자의 자금대책을 실시
- 농어업 활동에 대한 안전성 확보
 - 작업의 안전성 사전확인, 특히 고령자의 작업 그룹화 등 농어업 활동에 대한 안전성 확보를 철저히 함

라. 중소기업자·자영업자 지원

- 중소기업자·자영업자에 대한 경영상담창구에서 세밀하게 대응
 - 상공회의소 및 상공회의 경영안정 특별상담창구에서 한파·폭설에 의해 피해를 받은 중소기업자·자영업자의 경영상담에 세밀하게 대응
- 중소기업자·자영업자의 자금수요에 대한 대응
 - 정부계 중소기업 금융기관이 한파·폭설에 피해를 받은 중소기업자·자영업자의 자금 수요에 일반대출 등을 통해 세밀하게 대응

마. 지방자치단체가 강구하는 조치에 대한 지원

- 도로 등의 제배설 작업경비에 대한 특별교부세 조치, 도부현에 보조금 긴급배분 및 시정촌도 제설비 보조 검토
- 지방자치단체가 실시하는 도로 등의 제배설 작업에 필요한 경비에 대해 특별교부세 조치를 강구. 국토교통성은 주요 간선도로의 교통

확보, 취락의 고립화 방지를 위한 제설체제, 눈사태 등의 방재체제에 대해 재점검을 실시. 또한, 도부현 관리도로(국도·도부현도) 제설비에 대해서 긴급배분을 실시함과 동시에 폭설상황 등에 따라 시정촌도 제설비 보조에 대해서도 검토를 실시

- 학교시설의 폭설에 의한 피해복구에 필요로 하는 비용의 보조
 - 문부과학성은 폭설에 의해 피해를 받은 공립학교시설에 대해서 ‘공립학교시설 재해복구비 국고 부담법’에 따라 일정한 요건에 의해 복구비용의 일부 보조를 실시

마. 사고방지

- 사고방지와 관련하여 주의환기를 위한 홍보계발
 - 적설·노면동결 등에 의한 교통사고, 제설작업 등의 야외활동시의 전도·전락사고, 산악조난, 눈사태 피해 등을 방지하기 위해 주의해야 할 사항이나 위험지역에 관한 정보제공 등의 홍보계발 활동을 추진
- 적설·노면동결 등에 의한 교통사고 방지
 - 경찰청은 적설·노면동결 등에 의한 교통사고를 방지하기 위해 적설량의 상황이나 도로교통상황 등에 관한 정보의 제공, 적절한 교통규제, 지원부대의 파견 등 종합적인 교통대책을 실시

바. 재해발생시의 대비

- 방재기상정보의 정확한 제공
- 눈사태 대책(주지, 점검 등)
- 재해 즉시 대응태세의 확립
 - 가옥파괴, 눈사태, 산악조난 등의 한파·폭설피해에 따른 각종 재해 발생에 대비하여 긴급시의 보고·연락체제의 정비, 구출·구조부대의 확보, 장비기자재의 점검 등 즉시 대응태세를 확립
- 지방자치단체와 연락체제의 강화
- 폭설피해 상황 현지조사의 실시

- 통신·방송 확보 등의 요청
 - 한파·폭설피해 지역의 통신·방송의 확보나 재해발생을 예방하고, 그 피해를 경감하기 위해서 도움이 되는 방송을 충실히 하기 위해서 통신·방송사업자에 의한 필요한 대응을 요청
- 자위대의 재해파견
- 폭설피해 관계부처 연락회의의 개최
 - 내각부(방재담당)를 사무국으로 하는 폭설피해 관계부처 연락회의를 개최하고, 피해 상황이나 각 부처의 대응상황에 대한 정보공유나 연계를 도모
- 관계기관의 폭설피해대책 체제강화 등에 대한 통지 등
 - 폭설피해에 대한 대책을 보다 강화하고 철저히 하기 위해서 내각부 특명담당대신(방재)은 관계 행정기관 등에 대해 방재태세강화 등에 대한 통지를 발송. 또한, 총무성 소방청은 폭설피해 대책 강화를 위해 관계 도부현에 대해 발송된 통지에 근거한 대책 추진을 도모. 문부과학성은 학교시설의 폭설피해를 방지하기 위해 관계 교육위원회 및 지사부국에 대해 발송된 통지에 근거하여 주의환기를 도모

사. 이재민 대책

- 재해구조법 적용의 검토
 - 한파·폭설피해에 따른 주택 등의 피해가 일정정도 나타났을 경우나 다수의 사람이 생명·신체에 위협을 받는 경우에는 지방자치단체가 실시하는 재해구조법의 적용 및 제설 등의 구조 실시에 대해서 지방자치단체와의 연계를 강화하여 정보수집에 노력. 재해구조법의 적용이 결정되었을 경우에는 각 금융기관에 신속하게 재해관련 용자에 관한 조치를 포함한 금융상의 조치를 요청.
- 이재민 생활재건 지원법 적용의 검토
 - 한파·폭설피해에 따른 주택 피해가 일정정도 나타났을 경우에는 이재민 생활재건 지원법 적용을 검토하여 이재민의 생활재건을 지원

- 국유재산의 사용
 - 미이용 국유지(가설주택부지를 상정) 및 숙소에 대해서 국유재산법 제22조 제1항 제3호의 규정에 의해 지방자치단체에 재해발생시 응급조치용으로 제공하는 경우는 무상으로 제공하는 등 적절히 대처
- 필요에 따라 납세신고기한의 연장 등

아. 기타

- 필요에 따라 재정상 조치의 검토
- 추적조사와 향후 명확해진 피해 등의 대응
 - 대책에 대해서는 필요한 추적조사를 실시하도록 한다. 향후 눈 처리 후에 나타난 가드레일 등 공공시설의 재해 등에 대해서도 적절히 대처

□ 폭설에 강한 지역 만들기⁸⁾

- 폭설지대 및 특별폭설지대에 대해서는 「폭설지대대책 특별조치법」에 근거한 「폭설지대대책 기본계획」(1964년 2월 25일 책정, 2006년 11월 14일 전부 변경)에 의해 도로교통의 확보, 거주환경의 향상, 교통라이프 라인의 확보, 눈사태재해의 방지, 해설출수 재해방지 등의 대처해왔음
- 향후 이러한 지역을 ‘폭설에 강한 지역만들기’를 위한 대응체제를 마련하며, 특히 다음과 같은 대응이 중요함
 - 도로제설
 - 도로관리자, 도도부현 경찰 그 외 관계기관은 폭설에 의한 차량체류를 방지하기 위해 정보공유에 노력하고, 필요에 따라서 통행금지 구간 및 시간대 등에 대한 조정을 도모하는 것이 중요함
 - 폭설에 강한 주택 만들기(극설주택의 추진)
 - 지역 주택정책의 일환으로 추진되는 폭설에 강한 거주환경정비에 대한 추진체제를 지원하고, 지방자치단체가 극설주택을 정비하는 주택소유자

8) 폭설에 대한 방재력의 향상 방책 검토회 보고서 — 폭설 지역의 방재력 향상을 위하여 —, p.57. 폭설에 대한 방재력 향상 방책 검토회, 2012.03.

등에 대해서 정비비의 일부를 조성하는 경우에 사회자본정비교부금의 활용을 할 수 있음

○ 극설 주거만들기 지원사업⁹⁾

- 특별 폭설지대를 대상으로 시정촌이 실시하는 주택의 극설화 지원에 대하여 현이 그 비용의 일부를 보조하고 있음

○ 극설주택 유형

- 극설주택은 전기, 석유 등을 이용하여 지붕 열선 부착유형, 주택 내부 기온에 의한 지붕 눈 녹이는 유형, 지붕경사를 급하게 하여 눈을 자유 낙하시키는 유형으로 구분



[그림 3-17] 극설주택 유형

○ 이용할 수 있는 지구

- 대상지역: 특별 폭설지대

- 지구요건: 아래와 같은 요건을 만족하는 소자(小字), 반상회 단위 정도의 지구

- 지역주민이 제배설 등과 관련된 계획을 책정한 지구로 계획의 구체적 실시를 위한 지구의 대응체제가 인정되어 시정촌장이 지정하는 지구

9) 니가타현 홈페이지 <http://www.pref.niigata.lg.jp/jutaku/kokusetu.html>

○ 보조금의 액수

- 극설화 공사에 필요한 비용이 250만엔 이상인 경우 보조기본액(한도액)은 아래 표와 같음

[표 3-1] 보조금액 및 부담비율

| 세대 | 일반세대 | | | | 원호(援護)가 필요한 세대* | | | | |
|----------------|------|------|--------|-----|-----------------|------|------|------|-----|
| 보조기본액 (한도액) | 66만엔 | | | | 66만엔 | | | | |
| 부담비율 (한도액) | 용설식 | 현 | 22만엔 | 1/3 | 용설식 기타 | 현 | 22만엔 | 1/3 | |
| | | 시정촌 | 22만엔 | 1/3 | | 시정촌 | 22만엔 | 1/3 | |
| | | 본인 | 22만엔 | 1/3 | | 본인 | 22만엔 | 1/3 | |
| | 기타 | 현 | 16.5만엔 | 1/4 | | 기타 | 시정촌 | 22만엔 | 1/3 |
| | | 시정촌 | 16.5만엔 | 1/4 | | | 본인 | 22만엔 | 1/3 |
| | | 본인 | 33만엔 | 1/2 | | | | | |
| 보조금액 (한도액) | 용설식 | 44만엔 | | | 용설식 | 44만엔 | | | |
| | 기타 | 33만엔 | | | 기타 | 44만엔 | | | |

※ 원호가 필요한 세대 : 고령자세대, 신체 장애가 있는 세대, 정신장애가 있는 세대·지적장애가 있는 세대, 모자세대, 기타 시정촌이 인정하는 세대

※ 공사비가 250만엔 미만인 경우는 공사비에 0.264를 곱한 금액이 보조 기본액이 됨

2. 미국

□ 뉴올리언스시 홍수 취약계층 House Elevation Project 지원정책

- 뉴올리언스시는 National Flood Insurance Program의 지원을 받기 위해, 시 조례에 의해 홍수 취약지역에 있는 건물에 대해 House Elevation Project에 참여토록 함
- 홍수 취약지역의 모든 건물은 바닥 높이를 Base Flood Elevation (BFE) 혹은 Advisory Base Flood Elevation(ABFE) 이상으로 높여야 함
 - BFE는 시의 Flood Insurance Rate Map에서 확인 가능하며, ABFE는 제방안쪽의 모든 건물에 대해 highest existing adjacent grade (HEAG) 위 3피트를 의미함
 - 대지가 도로를 면하고 있을 때, 실질적으로 뉴올리언스에서 ABFE는 도로 연석위 3피트로 설정함
 - 역사 유적지에 대해서는 ABFE를 HEAG 위 18인치로 줄여 설정할 수 있음
- House Elevation Project를 위한 비용은 FEMA mitigation grants의 일반적인 비용 부담 비율을 따라 75%의 연방지원과 25%의 비연방지원으로 충당함
 - 연방지원은 건물주가 먼저 비용을 지불하고 차후에 연방정부로부터 돌려받는 reimbursements 제도로 운영됨
 - 비연방지원은 개인 부담, SBA loans, mortgage 등과 시의 재해위험 경감 프로그램 지원을 통해 충당할 수 있음

□ 상습침수지역의 주민에 대한 연방재난관리청(Federal Emergency Management Agency : FEMA)의 지원 프로그램¹⁰⁾

- Severe Repetitive Loss(SRL) Grant Program은 National Flood Insurance Program(NFIP)에 가입된 건물 중 반복적으로 심각한 홍수 피해를 입고 있는 시설에 대한 위험경감을 목적으로 함
 - SRL property는 적어도 4회의 \$5,000이상 NFIP에 피해보상 신고하고, 총 신고액이 \$20,000이상인 경우나, 건물의 시장가격을 초과하는 금액의 신고 횟수가 적어도 두 번 이상인 경우에 해당됨
 - 위의 신고들이 10년 이내에 이뤄지고, 각 신고들이 10일 이상의 시간 간격이 있어야 함
- 지원 금액은 기본적으로 연방정부지원 75%와 지방정부지원 25%의 비율로 충당됨
 - 단, 현재와 미래의 SRL properties에 대한 재해저감계획 수립을 조건으로 FEMA-approved Standard, Enhanced Mitigation Plans, Indian tribal plans에 근거하여 90%까지 연방정부지원을 받을 수 있음
- 주정부와 지방정부가 SRL pilot program을 수행할 수 있도록 FEMA는 SRL Tools를 제공
 - 프로젝트 비용 충당 계획 수립을 위해 Greatest Savings to the Fund (GSTF) Memorandum 제공
 - 전략 수립 컨설팅을 위한 SRL Consultation Checklist와 컨설팅 절차에 필요한 서류작업을 위한 Model Consultation Agreement 제공
 - 재해저감전략 수립지원을 위한 Model Mitigation Offer와 분석데이터 수집도구인 The National Flood Mitigation Data Collection Tool and RLP Viewer, FEMA 497CD 제공
 - 특별홍수재난지역에 대한 재해경감프로그램 절차 안내를 위한 Model Acknowledgement of Conditions for Mitigation in Special Flood Hazard Areas (SFHA) 제공

10) 자료 : <http://www.fema.gov/severe-repetitive-loss-program>

- 상습침수지역 행위제한 모델 구축을 위한 Model Deed Restriction Language 제공

□ 2009 캘리포니아 기후적응전략

- 미국 캘리포니아 주지사는 2008년에 행정명령을 반포하고 캘리포니아 환경자원부(California Natural Resources Agency: CNRA)는 기후 변화에 대응하기 위한 전략을 세울 것을 명령함
 - 이에 따라서 CNRA는 2009 캘리포니아 기후적응전략을 발표하여 기후적응을 위해 다양한 사항들을 권고
 - 첫째, 기후적응 자문회 설치를 권고: 전문가들을 포함하여 여러 이해집단에서 차출된 사람들을 통하여 상기 자문회를 구성하고 자문회를 통하여 해수면 상승, 산불방지, 수자원에 대한 보고서를 작성
 - 둘째, CEQA(California Environmental Quality Act)를 통해서 환경적으로 민감한 지역(상수원 보호구역 등)에 개발을 할 경우 환경영향평가를 주에서 인정한 환경평가업체에게 받도록 하고 환경영향평가를 통하여 개발로 인한 기후변화 시나리오에 의한 영향도 평가를 하도록 함
 - 셋째, 기후취약성 조사를 권고: 기후 취약성은 자연적, 경제적, 그리고 사회적인 관점으로 접근하도록 권고
 - 넷째, 해수면 상승에 관한 연구: 다양한 기후 시나리오를 통하여 앞으로 발생될 해수면 상승폭을 예측
 - 다섯째, 기후적응정책 가이드를 개발: 기후변화에 대한 과학적인 연구가 효과적이고 신속하게 정책에 반영
 - 여섯째, 기후적응에 대한 다양한 정보를 온라인을 통해 실시간으로 제공하도록 권고

3. 영국

1) 도시재생과 연계하여 홍수위험 저감 - 울버햄튼시(Wolverhampton) 빌스톤(Bilston)

□ 기후 현황 및 예측

- 영국은 동쪽으로 유럽 대륙과 서쪽으로 비교적 늘 온난한 대서양을 끼고 있어 전반적으로 온대성 기후를 나타냄
 - 기온은 최저 1℃(1~2월)에서 최고 21.1℃ 사이의 온난한 편이나, 기후 변화 예측에 의하면 2020년까지 평균기온이 0.5~1.5℃ 증가하고, 2050년까지는 1~2.5℃ 증가할 것으로 예측됨
 - 울버햄튼 지역의 연평균 강수량(rainfall)은 40~70mm 정도로 연중 고르게 오는 편이며, 연간 약 700mm의 강수량을 보임. 2050년까지의 10%가 줄어들 예정임. 겨울 강수량은 2020년까지 0~10%, 2050년까지 20%까지 증가할 것으로 예측된 반면, 여름 강수량은 2020년까지 0~20% 감소, 2050년까지 30% 감소할 것으로 예상
 - 습도는 기온이 상승하는 것에 따라 겨울철에는 2%까지(2050년 기준), 겨울철에는 2~8% 가량 (2050기준) 감소할 것이며, 이것은 연간 안개가 끼는 날수의 감소로 이어질 것임
 - 토양 습도(Soil Moisture)는 온도, 강수량, 습도, 일조(sunshine), 그리고 풍속에 영향을 모두 받으며, 꽤 심각한 변화가 예측됨. 여름철에는 대체적으로 Bilston지역이 건조하고 따듯해 질 것이므로 토양 습도는 5~35%가량 감소할 것임. 반면, 겨울철에는 강수량 증가로 인하여 토양의 습도가 매우 높아질 것이며, 이로 인해 홍수 발생가능성이 높아질 것으로 예측되었음

[표 3-2] 울버햄튼시의 평년 기후(1971-2000 평균)

| 구분 | 최고기온 (°C) | 최저기온 (°C) | 강수량 (mm) | 일조량 (시간) | 안개 끼는 날 (일) |
|--------|--------------|--------------|-------------|-------------|----------------|
| 연평균/연간 | 13.3 | 5.5 | 676.0 | 1,330.1 | 49.5 |
| 1월 | 6.5 | 1.0 | 62.7 | 45.3 | 11.3 |
| 2월 | 6.9 | 1.0 | 44.4 | 59.0 | 10.0 |
| 3월 | 9.5 | 2.5 | 51.2 | 89.9 | 6.0 |
| 4월 | 12.0 | 3.5 | 48.5 | 129.9 | 4.1 |
| 5월 | 15.7 | 6.2 | 52.7 | 179.5 | 1.1 |
| 6월 | 18.4 | 8.9 | 59.3 | 160.8 | 0.0 |
| 7월 | 21.1 | 11.1 | 46.7 | 183.5 | 0.0 |
| 8월 | 20.8 | 10.9 | 57.7 | 168.6 | 0.0 |
| 9월 | 17.5 | 9.0 | 63.6 | 122.1 | 0.2 |
| 10월 | 13.5 | 6.4 | 60.5 | 94.6 | 1.7 |
| 11월 | 9.5 | 3.3 | 62.0 | 58.5 | 6.0 |
| 12월 | 7.4 | 1.8 | 66.8 | 38.4 | 9.2 |

자료: Met office 홈페이지

□ 개발 개요

- 기후변화 위험을 도시계획 과정 및 환경영향평가 절차 등에 반영하여 기후변화에 적응한 공간계획적 대응 사례
 - 기후변화의 효과적 적응을 위해 NI 188¹¹⁾ 가이드라인에 따라 협력적 거버넌스를 구축하여 신도시 개발(Bilston Urban Village; BUUV)¹²⁾ 시도

11) NI 188(National Indicator 188) : 기후변화 적응을 위한 가이드라인

- 영국은 효과적인 협력적 거버넌스 구축을 위해 지방정부의 역할을 강조하여, NI 188에 의해 지방정부로 하여금 지역 기관들과 긴밀한 관계를 유지하며 하나의 네트워크를 조성하는 등 기후변화 대응을 위한 정보 및 인식 공유, 조사, 현황 파악, 프로그램 마련, 전략 계획의 수립, 모니터링 등을 협력하여 수행하도록 요구하고 있음. NI 188은 총 4단계로 구성되어 있음
 - 1단계 : 공공의 참여와 우선순위의 설정
 - 2단계 : 포괄적 위험평가와 부분적 우선 실행계획 선정
 - 3단계 : 포괄적 실행계획과 전 분야 우선 실행계획 선정
 - 4단계 : 실행, 관찰, 지속적 평가

12) Wolverhampton City Council. Bilston Urban Village

(http://www.wolverhampton.gov.uk/business/regeneration/urban_village)

- 울버햄튼시는 쇠퇴한 산업지역의 저개발지인 빌스톤(Bilston)의 남쪽 Black Country Route를 대규모 복합용도개발지로 주택, 오피스, 상업, 레저 및 커뮤니티시설을 한데 모은 자족형 도시로 계획

[표 3-3] Bilston Urban Village(BUV) 개요

| 구분 | 주요 내용 |
|----|-------------------------------------------------|
| 위치 | 영국 잉글랜드 웨스트미들랜드주의 행정구역 울버햄튼의 남동쪽 4km 지점에 위치 |
| 면적 | 69.44km ² |
| 인구 | 236,400명(2006년 현황), 인구밀도 3,407명/km ² |

□ 공간구조 및 토지이용

- 에너지 효율을 고려한 복합용도개발(Mix of Uses) 및 배치
 - 중앙공원(central park)으로 계획된 주변지역과 사이트 동편에 위치한 Bilston 타운센터와 가까운 곳에 복합용도로 개발
- 에너지 효율을 극대화시키는 원칙이 포함되도록 타운을 구성
 - 개발부지의 layout은 passive solar gain이 최대한으로 이루어지도록 배치함; 또한 개발지역은 자세한 디자인 계획단계에서 낮 일조량을 받을 수 있게 하여 개별 빌딩의 에너지 효율을 높임
- 홍수¹³⁾ 예방을 위한 지속가능한 도시 배수시설(Sustainable Urban Drainage)¹⁴⁾ 도입
 - 홍수 시 위험을 예방하기 위하여 배수의 양과 성능을 고려하고 환경친화성 및 도시환경의 쾌적성도 검토하며, 물자원의 오염을 방지

13) 개발지의 한가운데로 흐르는 개천으로 인해 국소적인 홍수 위험 및 배수시스템에 문제가 발생할 가능성이 높음

14) SUD는 기존의 배수방법에 대한 대안으로 자연배수방법을 모방하여 만든 배수시설을 말하는 것으로, SUD의 구성요소는 Swales, detention basins retention ponds, wetlands, 그리고 주차 및 도로에 Porous pavements를 깔고, Infiltration basins 와 storage tank임



[그림 3-18] 울버햄튼 마스터플랜

- 폭우시 발생한 빗물이 swale과 pipe network를 통해 도시개발시설들 사이사이에 위치한 detention basin에 모이고, 이를 Bilston Brook culvert의 상류로 방출함
- Swale은 얇은 잔디가 깔린 선형의 물길(channel)로 배수된 물을 물저장 시설까지 옮기고, 잔디 표면은 필터 작용 등 빗물 정화
- Retention pond는 사시사철 물이 차 있는 연못이며, 조경 및 설계의 focal point의 역할을 함과 동시에 물저장고임



Typical Swale



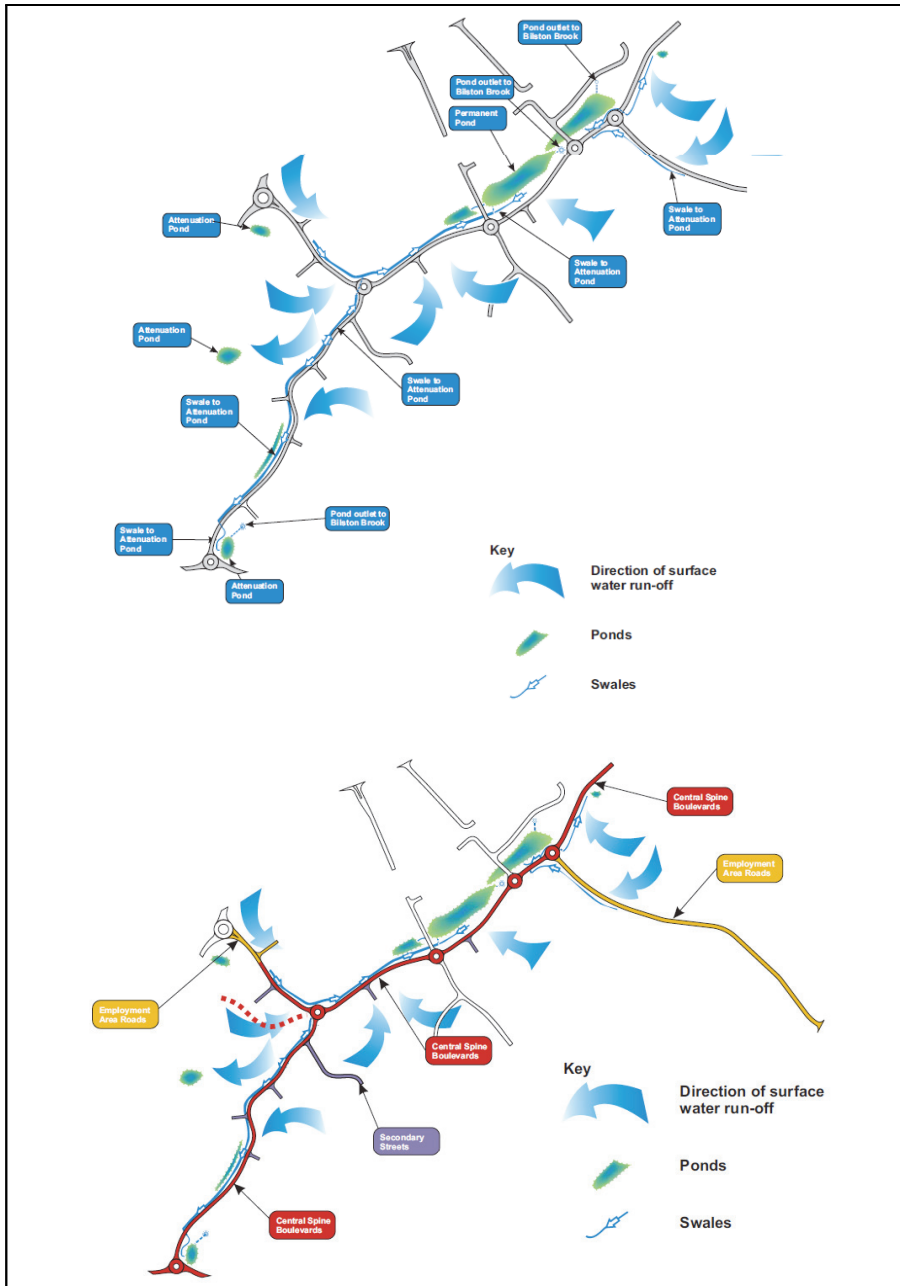
Typical Ornamental Pond



Typical Attenuation Wet Pond

[그림 3-19] Bilston Urban Village 곳곳에 위치한 detention basin들

주) 이 시설들은 우기가 아닐 시에는 말라 있으며, 보통 배수되는 시간은 24시간 이내임



[그림 3-20] 배수시설 : 곳곳에 위치한 Detention Basin들과 Swale의 배치도

□ 건축물

○ 친환경 건축코드

- 각각의 빌딩들은 passive solar gain이나 에너지 효율 재료(energy efficient materials)와 같은 지속가능한 디자인 요소들을 사용하여 제작할 것이 계획단계에서 제안됨

○ BREEM(BRE Environmental Assessment Method) 기준의 계획 (Jacobs 3; Cag Consultants 157)

- Plot A에 마스터플랜에서 제시한 지속가능성과 기후변화 적응방침을 반영
- 앞으로 지어질 Bilston Leisure Center에 건축물의 디자인, 홍수 및 비상기후시 안전대피구(safe access routes), 지속가능한 도시배수 시스템, 그리고 resilient planting regimes 및 건축물의 생애동안 용도 변경 가능성 설계기준을 BREEM의 'Very Good'을 최소로 정하도록 지정
- 이는 Design Brief 문서의 일부로 시의회의 의뢰를 받아 Jacobs에서 수행하여 2008년 11월에 발표된 “Plot A 기후변화영향 및 적응 리포트”에 수록되어 있음

□ 추진체계

- 울버햄튼 시의회는 전략파트너십(LSP)으로서 환경단체, 지역개발기관 등과 함께 ‘울버햄튼 파트너십’¹⁵⁾을 구성
- 1998년 12월 빌스톤(Bilston) 개발의 의회 승인 후, 2001년 지역개발 기구인 AWM¹⁶⁾과 공동투자협정에 의거해 파트너십 구축

15) 울버햄튼 파트너십(Wolverhampton Partnership)은 Environment Agency, Natural England, Centro, Groundwork Trust 등의 환경단체, Advantage West Midlands 등 지역개발기관, 시의회 등이 참여한 조직(Wolverhampton City Council; Advantage West Midlands, 2001a; CAG Consultats)

16) AWM(Advantage West Midlands)은 잉글랜드 지역의 9개 지역개발기구(Regional Development Agencies: RDAs) 중 하나임. RDA들은 잉글랜드 지역을 9개로 분할하여 지역의 경제적 발전과 지역재생을 위한 프로젝트를 수행하며, 중앙정부의 지역사회부, 에너지기후변화부, 환경식품농업부, 산업혁신부, 통상투자부 등의 지원을 받음

- 2005년 기후변화적응의 중요성을 인식하여 환경영향평가에 기후변화 항목을 포함하고, '올버햄튼 파트너십'을 구성하여 'Bilston Urban Village 기후변화 적응 프로젝트'를 수행
- 올버햄튼시는 도시개발계획에 기후변화 적응요소가 포함되면서, UKCIP¹⁷⁾, Sustainability West Midlands¹⁸⁾와도 협력하여 기존의 위험성 평가 (Risk Assessment) 방법을 전환
 - 기존에 강수량 통계 기반의 설계접근법 대신, '위험-불확실성 프레임워크' 및 UKCIP의 기후변화 시나리오를 활용하여 기후변화로 인한 위험과 취약성을 평가
 - 홍수에 매우 취약한 BUV의 지형(Topology)을 고려하여 국지적 홍수 및 배수 시스템을 강화하는 방향으로 설계 변경

17) UKCIP : UK Climate Impacts Programme

18) Sustainability West Midland는 West Midland 지역의 민간, 공공, 시민사회단체의 리더들이 모인 자문조직으로서 지속가능한 발전에 대한 자문 역할 수행

BREEM(BRE Environmental Assessment Method)

- BREEM은 프로젝트 의뢰인과, 개발자, 설계자(designer), 그밖의 이해관계자들에게
 - 1) 환경의 영향을 적게 받는 건축물의 시장 인지도,
 - 2) 최적의 친환경적 설비가 건축물에 들어갈 수 있도록 보장하는 것,
 - 3) 유지비 절감과 업무 및 주거환경 개선을 위한 도구,
 - 4) 공동체 및 조직의 환경과 관련된 목표를 향한 진전을 표시할 수 있는 기준을 제공함
- 또한 BREEM은 넓은 범위의 환경 및 지속가능 이슈들을 언급하고 있으며 개발자들과 설계자들로 하여금 계획가와 의뢰인들에게 그들이 설계한 건축물이 environmental credential을 가지고 있음을 증명할 수 있도록 한다.
- 다시 말해서, BREEM은 투명하고 쉽게 이해할 수 있으며 사실적 증거를 기반으로 한 리서치로 뒷받침하는 매우 직설적인 점수체계를 사용하며, 건축물의 디자인과 시공 그리고 관리에 긍정적인 영향을 주는 엄격한 평가기준과 확고한 기술적 기준을 바탕으로 건축물의 질을 보장한다.

| Credit Ref | Credit Title | Credits Available | Evidence Requirements |
|------------|----------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LE1 | Re-use of land | 1 | Where evidence provided demonstrates that the footprint of the proposed development largely falls within the boundary of land previously developed. |
| LE2 | Contaminated land | 1 | Where evidence provided demonstrates that the land used for the new development has, prior to development, been defined as contaminated, and where adequate remedial steps have been taken to decontaminate the site prior to construction. |
| LE3 | Ecological value of land and protection of ecological features | 1 | Where evidence provided demonstrates that the construction zone is defined as land of low ecological value and all existing features of ecological value will be fully protected from damage during site preparation and construction works. |
| LE4 | Mitigating ecological impact | 2 | 1 credit is awarded where evidence provided demonstrates that the change in ecological value of the site, as a result of development, is between less than zero and equal to, or less than, minus nine species (i.e., a small negative change) 2 credits are awarded where evidence provided demonstrates that no negative change in the ecological value of the site, as a result of development i.e. equal to, or greater than zero species |
| LE5 | Enhancing site ecology | 3 | 1 credit is awarded where evidence provided demonstrates that the design team (or client) has i) appointed a professional to advise and report on enhancing and protecting the ecological value of the site, and ii) implemented the professional's recommendations for general enhancement and protection for site ecology. 2 credits are awarded where evidence provided demonstrates a positive increase in the ecological value of the site up to (but not including) 6 species. 3 credits are awarded where evidence provided demonstrates a positive increase in the ecological value of the site of 6 species or greater. |
| LE6 | Long term impact on biodiversity | 2 | 1 credit is awarded where evidence provided demonstrates that the client has committed to achieving the mandatory requirements and at least two of the additional requirements listed in the detailed evidence requirements. 2 credits are awarded where evidence provided demonstrates that the client has committed to achieving the mandatory requirements and at least four of the additional requirements listed in the detailed evidence requirements. |

자료: BREEM

4. 독일

1) 도시개발과 연계하여 폭우 취약계층의 입주지원 및 이주 활성화 정책 (하노버 크론스베르크)

- 독일 하노버시의 크론스베르크에 하노버 엑스포 2000을 계기로 빗물운영을 위한 생태주거단지 건설
 - 지난 2000년 독일 하노버시에서 개최된 ‘하노버 엑스포 2000’의 개발 대상지로 선정되어 계획
 - 독일 내 최초의 전체 주거단지에 대한 전방위적인 빗물운영계획 수립
 - 단지 규모는 약 6,000개의 주택과 15,000명의 거주민을 목표로 설계되었으며, 현재 절반인 3,000개의 주택이 조성
 - 사업 당시 약 2,000개의 일자리 창출 효과
- 개발에 따른 저지대 수해방지 및 우수유출저감을 위해 4단계 빗물저류 계획 수립
 - 대상지 전체가 경사면에 위치해 있으며(표고차 70m), 폭우시 유속 심화로 인한 수해저감 대책 마련 필요
 - 옥상녹화, 저류지 조성 및 생태수로 건설 등과 연계한 모자이크 형태의 4단계 빗물운영계획 수립
 - 1단계 : 저류형 증정 및 연못의 활용
 - 2단계 : 모자이크 형태의 1차 물덴-리골렌-시스템(Mulden-Rigolen-System) 조성
 - 3단계 : 대상지 가장자리에 2차 대형 물덴-리골렌-시스템(Mulden-Rigolen-System) 조성
 - 4단계 : 전체 대상지에서 모인 빗물을 대형 연못에 저류



[그림 3-21] 크론스베르크의 단계별 빗물운영계획

- 소득에 따른 위화감 조성 해소와 외국인을 포함하는 저소득층 주거환경 마련을 위해 입주 혜택 우선 제공
 - 소득에 따른 위화감 조성 및 주택 제공의 불평등의 문제 발생 방지를 위해 저소득층에 우선 입주 혜택 부여
 - 노인과 장애인에게 개인 녹지공간 제공 및 열린 형태의 공원 조성 등 적합한 주거환경 조성 및 주택 확보 실시
 - 독일인과 외국인이 함께 어우러져 살 수 있도록 주택의 1/3을 외국인에게 우선 제공 및 부지 중앙에 만남의 공원 조성
 - 유치원, 학교 외에 다양한 중립공간 및 커뮤니케이션 센터의 운영을 통해 입주자간 소통의 기회 마련

- 저소득층과 신혼부부의 정착 및 주변 지역 거주민 이주 활성화를 위해 주택 분양권 우선 부여
 - 주민 정착 활성화 및 지역 이미지 고취를 위해 저소득층과 신혼부부의 분양 우선 정책을 실시하여, 기업에게 안정적인 주택제공과 지가 상승으로 인한 비용 절감
 - ※ 주택 공급을 저렴한 가격에 할 수 있도록 입주 3년 전 저소득층 및 신혼부부에게 분양권 우선제공으로 320,000DM(한화 약 2억3천7백만원)의 비용 절감
 - 주변 지역의 거주민 이주 활성화를 위해 주택 500채를 우선 소유할 수 있도록 시 차원의 지원책 마련
- 크론스베르그를 구분하는 녹도축 구상을 통해 기본적인 도시골격을 형성
- 도시 내부는 블록규모의 근린공원 및 우수처리를 위한 녹화 또는 자갈로 조성된 흠통 등을 통해 광역 녹지축을 일반 가로와 주거단지로 자연스럽게 연결
- 동고서저의 하향구배와 격자형 도시구조의 특성을 활용하고 상수도용수로, 빗물 정체구역, 빗물 저장고, 배수 및 하수구 구성
- 단지 포장면적 중 61%를 투수성포장으로 조성하였으며 효율적인 수자원 관리를 위하여 우수저장고를 분산적으로 배치
- 지역 내의 지하수량을 조절하기 위해 녹화 또는 자갈로 조성된 흠통으로 모아진 후 하천으로 방류하도록 하며 주거단지 주변으로 단지 내 자연배수로와 연계된 다양한 연못과 생태수로를 배치하였으며 지역주민들의 어메니티 향상과 더불어 도심의 미기후를 형성
- 주거지역에는 건물 외벽 빗물받이를 통해 흘러내려온 빗물 저류를 위해 연못을 설치하였고 이를 비오톱으로 활용
- 빗물 저수관을 매설하여 집집마다 설치된 태양에너지 시스템과 연계하여 온수를 생성



[그림 3-22] 빗물 저류 사례

- 초등학교와 주거단지 정원에 빗물저장장치를 조성하여 생태학습 및 친수 공간으로 활용



- 초등학교 앞 빗물저류 연못

- 주거단지 빗물저류 연못 -

[그림 3-23] 빗물저장장치사례

- 옥상, 테라스, 벽면 녹화를 통하여 수분의 증발을 막고 효율적인 빗물 수집효과 상승



- 지붕녹화 -

- 주차장 옥상 녹화 -

[그림 3-24] 빗물 저류 사례

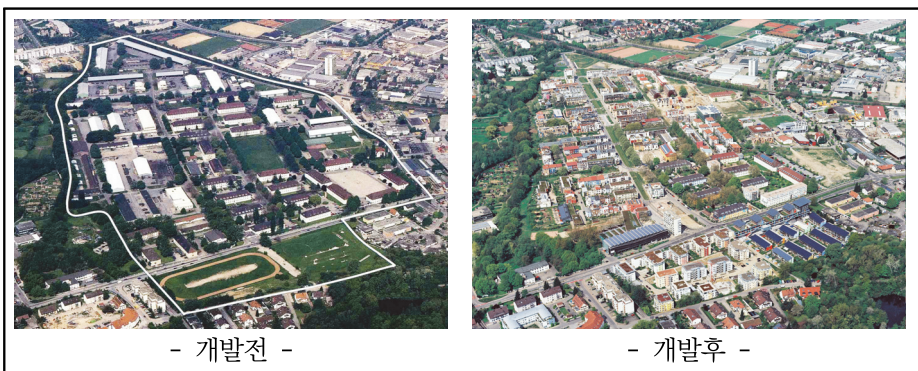
2) 도시개발과 연계한 재해위험 감소 : 프라이부르크 보봉(Vauban)

□ 개발개요

- Freiburg시의 주택난 해소를 위해 조성
- 단지계획은 주거와 여가와 함께 일의 기능이 혼합되도록 하며 생태건축, 빗물활용 및 침투, 재생에너지 및 절약 등의 요소도 반영
- Solar단지 등은 별개로 외부투자 재정으로 개발

□ 단지계획 및 주택건설

- 개발목표 : 신재생에너지 이용, 저에너지 건축, 녹지와 바람길, 우수이용 및 빗물 침투, 가족중심의 주거단지 개발 등을 핵심으로 지속가능한 생태주거단지 개발
- 바람길, 에너지 이용기준, 빗물이용시설기준 등에 관한 내용을 지구단위계획에서 세부 지침을 마련
- 건물간의 거리간격을 짧게 하여 자동차 이용을 억제하도록 계획지침을 제시



[그림 3-25] 개발전과 개발후 전경

□ 탄소배출 저감을 위한 에너지절약

- 목재를 이용한 열병합시스템 80%, 지하가스 20%를 이용하여 단지 내에 에너지 공급
- 건축물에 태양광 설치와 고단열 건축기법으로 에너지를 절감하고 약 60%의 CO₂ 절감을 목표로 개발
 - 건축물은 에너지 절감형 건축기법을 기본으로 하여 디자인도 고려
 - 지붕 태양광, 열병합발전소, 지하가스를 활용하여 단지 전체 필요한 전기의 65%를 해결
 - 에너지 절감형 건축방식을 유치원, 학교건물에도 의무적으로 채택하여 에너지 절약 실천

□ 우수관리 및 녹지계획을 통한 홍수와 폭염 예방

- 단지전체에 빗물 침투와 이용시설을 설치
- 빗물을 이용하여 정원 및 화장실 등에 사용
- 남부지역 위치한 하천이 폭우로 인한 홍수를 사전에 예방할 수 있도록 녹지계획수립
- 남측 농지와 하천을 중심으로 단지의 남북을 연결하는 3개의 녹지축을 조성하여 바람통로 구축



[그림 3-26] 바람길 조성 계획



[그림 3-27] 빗물이용을 위한 녹지수로사례

□ 교통

- 자동차가 없는 주거단지 조성
 - 단지 내 자동차 사용을 줄여 탄소배출 저감 추진을 입주자에게 의견을 수렴하여 추진
 - 물건, 환자 수송 등 특별한 용도를 제외하고 차량진입 억제
 - 주거단지 내의 도로는 평상시에는 어린이들의 놀이장소로 활용하며 단지 외곽에 주차장 배치
- 단지와 주변지역과의 연계를 고려하여 보행과 자전거 도로망을 구축하고 주거단지는 짧은 거리로 연결
- 포장면적을 최소화하고 투수면적을 확보하여 홍수 및 열섬예방에 기여하고 도로포장으로 인한 토양오염과 빗물이 배수로로 배출되지 못하는 것을 예방

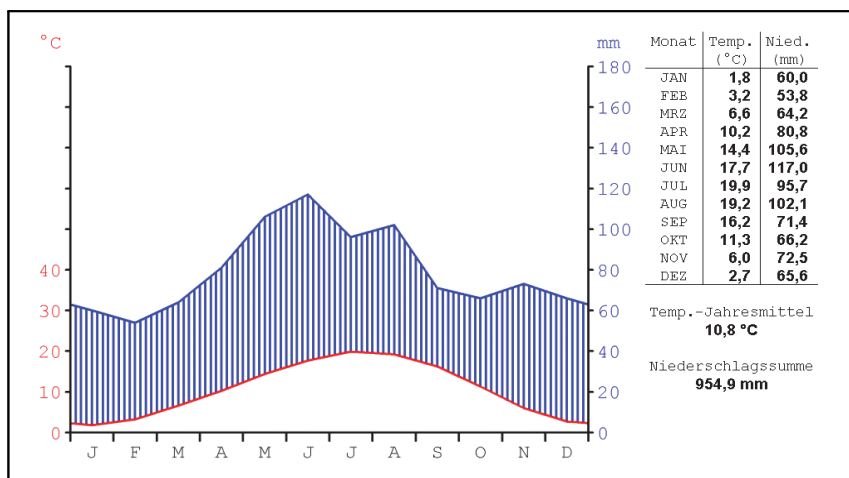


[그림 3-28] 단지내 녹지화 된 전철노선과 보행광장

3) 도시개발과 연계한 재해위험 감소 : 프라이부르크 리젤펠트(Freiburg Rieselfeld)

□ 프라이부르크의 기후 특성

- 프라이부르크는 독일의 더운 도시 중의 하나로 연평균 기온은 10.8°C로 비교적 따뜻하고 습함
 - 일조량은 연평균 1,740시간이며 지난 2003년에는 40.2°C를 기록하여 칼스루헤와 함께 독일에서 가장 높은 온도로 기록됨
 - 동쪽에 위치한 Schwarzwald의 숲에서 유입되는 바람이 따뜻하고 건조하여 여름철 기온이 19.9°C로 독일 평균보다 2.8°C 높음
- 연강수량은 954.9mm로 독일 평균보다 30%이상 많으며 독일 서부지역에서 나타나는 5~8월에 집중되는 강수특성을 보임
 - 연강수량의 44.0%인 420.4mm의 강수량을 5~8월에 보이며 특히 6월의 강수량이 가장 많음



[그림 3-29] 프라이부르크시 연평균 기온 및 총 강수량

자료: wikipedia

□ 개발 개요

- 면적 약 320 ha에 계획인구 10,000~12,000명으로 개발 계획을 세웠으며 물과 녹지가 풍부한 주거단지를 통하여 기후변화에 통합적으로 대응하도록 계획
 - 프라이부르크의 주택부족 해결과 높은 주거 밀도의 환경에서도 습지보호를 통해 질적으로 우수한 주거환경과 에너지 효율적인 도시 개발

□ 공간구조 및 토지이용

- 밀도가 높은 개발을 통해 녹지가 풍부하고 에너지 효율적인 도시 조성
 - 전체 계획면적 320ha 중 78ha만 개발하도록 하고 나머지 면적에 대해서는 자연보호지역으로 지정하여 보호



[그림 3-30] 리젤펠트 전경

자료: www.geolinde.musin.de

- 도시개발 초기에 홍수에 강도와 빈도에 대하여 예측하여 빗물침투와 빗물이용시설, 생태연못, 생태하천 등을 연계한 물순환체계 구축
 - 주거단지에 우수저장과 빗물 정화 기능을 갖는 생태연못을 조성하고 주거단지 중심부에 흐르는 기존의 생태하천을 이용하여 평시에는 빗물을 저류하여 이용할 수 있게 하고 초과된 수량은 단지외부로 유출
 - 또한 조성된 생태하천을 중심으로 대상지 전체에 수로를 연결하여 모든 지표수가 정화과정을 거쳐 습지 및 생태공원 등에 재활용



[그림 3-31] 리젤펠트 빗물저류 연못(좌) 및 생태하천(우)

- 녹지를 중심으로 하는 바람길을 조성하고 차고 신선한 공기가 생성되도록 생태하천 주변의 비오톱과 녹지를 연결하여 열섬현상 차단
 - 도시 중심부에 있는 트램선로, 주거지역의 클라인가르텐(주말정원), 녹지광장 등으로 가능한 많은 녹지를 조성



[그림 3-32] 리젤펠트 트램녹화(좌) 및 주말정원(우)

□ 건축물

- 강한 바람에 대비하여 콤팩트한 단지 배치
 - 블록형 단지에 보행 및 커뮤니티 도로를 단지 내부에 조성하여 바람으로부터 보행자의 안전 보장



[그림 3-33] 리젤펠트의 블록형(좌) 및 콤팩트(우)한 건물배치

- 모든 건물과 단지에 물순환을 위한 빗물이용과 침투시설을 마련하여 폭우, 가뭄 등에 대비하도록 함
 - 빗물이용시설은 건물마다 설치하고 빗물은 지하주차장의 인공녹지에 침투하도록 하여 지하 물탱크에 빗물이 집수되도록 하고 이를 재활용
- 벽면녹화와 지붕의 녹지 조성으로 에너지절감 및 도시냉각 효과

□ 추진체계

- 슈트투가르트 지역계획회사의 지원을 받아 추진되었으며 시와 전문가, 시민단체 등의 거버넌스를 구성하여 다양한 협의체가 참여
 - 리젤펠트 지역에 녹지공간 조성과 에너지 효율 실현을 위하여 시민단체가 실행단계에서부터 직접적으로 참여하도록 함

2절. 국내 기후변화 대응 정책 현황

1. 기후변화 대응 국가 정책 현황¹⁹⁾

- 국가 기후변화 대응정책은 저탄소녹색성장 기본법이 시행되면서 시작되었으며 이에 따라 녹색성장 5개년 계획과 에너지기본계획이 수립되고 직접적인 온실가스 감축을 위해 온실가스 배출권거래제도도 시작되었음

| 구분 | 녹색성장 5개년 계획 | 에너지기본계획 | 배출권거래제 기본계획 | 기후변화적응대책 | 기후변화대응 기본계획 |
|------|--------------------|--------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|
| 현행 | 3차('19.5.):'19~'23 | 2차('14.1.):'14~'35 | 1차('14.1.):'15~'24 | 2차('15.12.):'16~'20 | 1차('16.12.):'17~'36 |
| 근거법령 | 저탄소녹색성장 기본법 9조 | 저탄소녹색성장 기본법 41조 | 온실가스배출권의 할당 및 거래에 관한 법률 4조 | 저탄소녹색성장 기본법 48조 | 저탄소녹색성장 기본법 40조 |
| 계획기간 | 2050년까지 매5년마다 | 계획기간 20년 매5년마다 | 10년 단위로 매5년마다 | 5년 단위 | 계획기간 20년 매 5년마다 |
| 주체 | 국무조정실 | 산업자원통상부 | 기획재정부 | 환경부 | 국무조정실 |

[그림 3-34] 국가 기후변화 정책 현황

1) 제3차 녹색성장 5개년 계획

□ 추진배경

- 저탄소 녹색성장 기본법 제9조, 동법 시행령 제4조를 근거로 함
 - 정부는 「녹색성장 국가전략(~50년)²⁰⁾」을 효율적·체계적으로 이행하기 위해 5년마다 수립
- 제2차 녹색성장 5개년 계획('14~'18)에서는 녹색성장 제도 정착 및 기후변화 적응을 위한 인프라 구축의 성과가 있었으나 계획 대비 온실가스 감축 및 에너지 산업 생태계 기반이 취약하고 미세먼지 등 국민이 체감하는 기술 개발이 취약한 한계를 드러냄
- 또한, 포용적 녹색성장에 대한 국제사회의 관심이 확산되고 신기후체제에서의 책임있는 역할이 요구되고 있음

19) 대전광역시 기후변화 대응 연구센터 설립 타당성 기초연구(2019, 문충만) 참고

20) 녹색성장을 위한 정책목표·추진전략·중점추진과제 등을 포함

□ **비전 및 목표**

- “포용적 녹색국가 구현” 비전을 위해 책임있는 온실가스 감축과 지속가능한 에너지 전환 등 3대 추진전략, 5대 정책방향, 20대 중점과제를 추진

| 3대 추진전략 | 5대 정책방향 | 20대 중점과제 |
|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 책임 있는 온실가스 감축과 지속가능한 에너지 전환 | 1) 온실가스 감축 의무 실효적 이행 | ① 온실가스 감축 평가·검증 강화 ② 배출권거래제 정착 ③ 탄소흡수원 및 국외 감축 활용 ④ 2050 저탄소 발전전략 수립 |
| | 2) 깨끗하고 안전한 에너지 전환 | ⑤ 혁신적인 에너지 수요 관리 ⑥ 재생에너지 중심의 에너지 시스템 구축 ⑦ 에너지 분권·자립 거버넌스 구축 ⑧ 정의로운 에너지전환 추진 |
| 2. 혁신적인 녹색기술 산업 육성과 공정한 녹색경제 | 3) 녹색경제 구조혁신 및 성과 도출 | ⑨ 녹색산업 시장 활성화 ⑩ 전주기적 녹색 R&D 투자 확대 ⑪ 녹색 인재 육성 및 일자리 창출 ⑫ 녹색 인재 육성 및 일자리 창출 |
| | 3. 함께하는 녹색사회 구현과 글로벌 녹색협력 강화 | 4) 기후적응 및 에너지 저소비형 녹색사회 실현 |
| 5) 국내외 녹색협력 활성화 | | ⑰ 신기후체제 글로벌 협력 확대 ⑱ 동북아·남북 간 녹색협력 강화 ⑲ 그린 ODA 협력 강화 ⑳ 녹색성장 이행점검 및 중앙·지방간 협력 강화 |

[그림 3-35] 제3차 녹색성장 5개년 계획 비전

□ **중점 추진방향**

- 2030 온실가스 감축 로드맵 이행 및 배출권 시장 활성화
 - 범부처 거버넌스 구축 등 이행체계 마련
 - 7대 부문별 목표 배출량 설정
 - 배출허용총량 설정방식 개선
 - 유상할당 확대, 유상할당 수입 활용 등

- 에너지 수요관리 및 신재생에너지 보급
 - 지역에너지 수립 계획 지원
 - 투명한 에너지 정보 공개
 - 주력에너지 밀집지역 중심으로 주민 소득 증대사업 강화
- 4차 산업혁명 녹색기술 및 녹색 사회적 경제 활성화
 - 저소비·고효율 스마트 에너지기술개발
 - 지능형 환경관리 기술개발 추진
 - 녹색산업분야의 사회적 경제모델 발굴 및 성장단계별 맞춤형 지원
- 친환경적 국토관리체계 구축 및 녹색소비 활성화
 - 기존 건축물의 에너지 성능 개선
 - 신축건축물 에너지 성능 강화
 - 수소차 충전 인프라 확대
 - 국가 미세먼지 정보센터 구축
- 신기후체제 이행
 - 국제사회에 약속한 온실가스 감축의무 이행
 - 신기후체제에서 전방위적 역할 강화

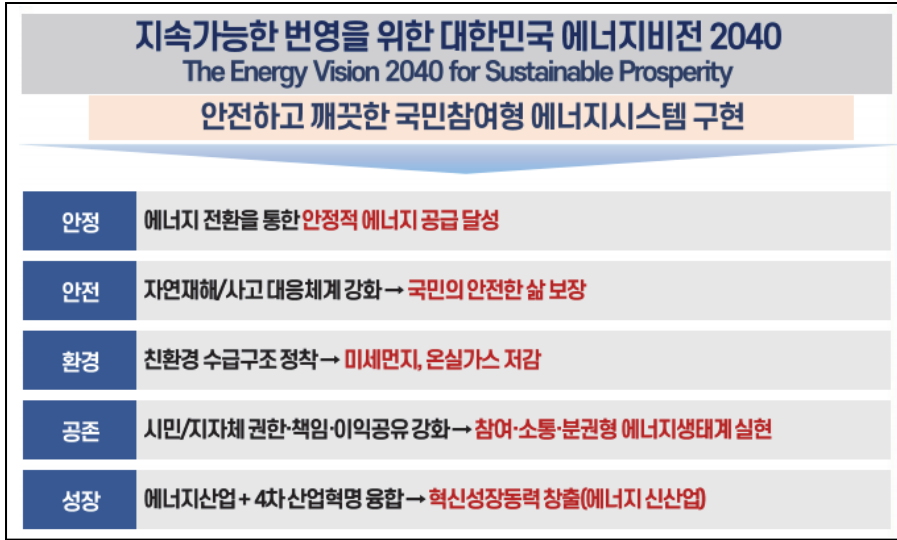
2) 에너지기본계획

□ 추진배경

- 저탄소 녹색성장 기본법」 제41조, 에너지법 제10조제1항을 근거로 함
 - 20년을 계획기간으로 5년마다 수립 및 시행
- 세계적인 에너지전환 추세에서 에너지 공급 최적화와 소비구조 혁신을 포괄하는 중·장기적 에너지전환 비전 설정

□ 비전 및 목표

- 지속가능한 번영을 위한 대한민국 에너지비전 2040을 비전으로 안전하고 깨끗한 국민참여형 에너지시스템 구현 목표



[그림 3-36] 에너지기본계획 비전

□ 정책방향

- 에너지수요관리 혁신을 통한 고효율 에너지사회 구현
 - 에너지 원간 최적 믹스 구현을 위한 효율적 에너지조세체계
 - 포괄형·맞춤형 이행관리 체계 확립
 - 에너지 수요관리 이행관리 체계 확립
- 재생에너지 중심의 통합 스마트 에너지 시스템 구축
 - 2040년 통합 스마트 에너지 시스템 청사진 제시
 - 친환경 분산형 에너지 믹스(2040년 재생에너지 보급목표 등)
 - 에너지전환에 대응하는 시장제도 개선
 - 재생에너지 활성화를 위한 제도 개선
 - 전통에너지와 신에너지원의 안정적 공급 방안
- 새로운 시장과 일자리를 창출하는 미래 에너지산업 육성
 - SW 융합형 고부가 에너지 新서비스 육성
 - 재생에너지 산업경쟁력 강화 및 수출산업화 전략
 - 전통에너지 산업의 성공적 산업 전환 및 고도화

- 에너지 전환시대를 선도하기 위한 기술혁신 및 창의융합 인재양성
- 국민참여·분권형 에너지 거버넌스 구현
 - 주민참여·이익공유형 프로그램 확산
 - 에너지 정책결정과정의 시민참여 확대
 - 단계적 에너지 분권 방안 마련(지자체 역량 강화)
 - 갈등의 효과적 예방과 해결 메커니즘 구축
- 에너지 안보 제고를 위한 에너지·자원 협력 강화
 - 동북아 슈퍼그리드 및 PNG협력 방향
 - 에너지 전환 가속화를 위한 양자·다자 협력체계 강화
 - 전략자원의 안정적 확보 및 해외자원개발 혁신 방향
- 4차 산업혁명과 에너지전환시대에 걸맞은 기반 확충
 - 에너지 복지 사각지대 해소 및 수요자 중심의 맞춤형 복지체계 구축
 - 4차 산업시대 에너지 통계체계 선진화 및 빅데이터 활용기반 에너지전환 시대 구축
 - 에너지 정책 효과적 추진 및 이행력 제고를 위한 거버넌스 체계 개선

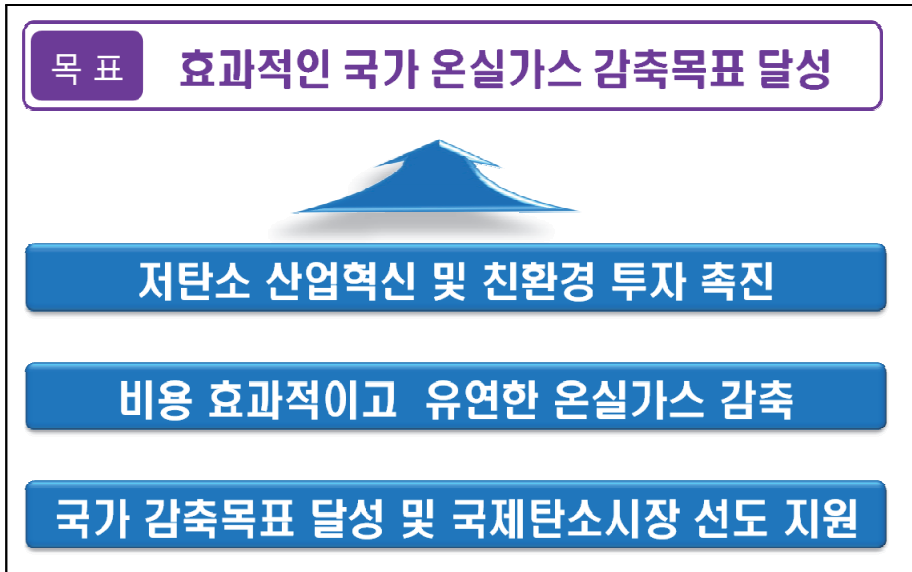
3) 배출권거래제 기본계획

□ 추진배경

- 「온실가스 배출권의 할당 및 거래에 관한 법률」 제4조로 근거로 수립됨
 - 배출권거래제가 시행된 2015년부터 10년을 단위로 하여 5년마다 수립 / 1차·2차 계획기간은 3년마다 수립
- 배출권거래제 관련 대내외 여건, 계획기간별 운영방향, 산업지원 등 중장기 방향을 규정하며 할당계획의 가이드라인 제시

□ 비전 및 목표

- 효과적인 국가 온실가스 감축목표 달성을 목표로 저탄소 산업혁신 및 친환경 투자 촉진, 비용 효과적이고 유연한 온실가스 감축, 국가 감축 목표 달성 및 국제탄소시장 선도 지원



[그림 3-37] 제2차 배출권거래제 기본계획 비전

□ 정책방향

- 저탄소 산업혁신 및 친환경 투자 촉진
 - 설비효율이 높은 기업에 유리한 BM할당방식 확대
 - 친환경 투자 등으로 배출량이 감소한 기업에 배출권 할당시 인센티브
 - 신·증설 시설 할당방식 일원화, 정상가동 반영 등 신규 투자 및 경영 활동 지원
- 비용 효과적이고 유연한 온실가스 감축
 - 다양한 감축사업을 인정하여 감축사업 범위 확대
 - 주기적 경매 실시 및 시장조성자제도 도입 검토
- 국가 감축목표 달성 및 국제탄소시장 선도 지원
 - 2030 국가 감축목표를 반영하나 2차 할당계획 수립
 - 국내 기업의 해외 감축실적을 국내에서 조기에 거래 가능하도록 개선

4) 국가 기후변화 적응대책

□ 추진배경

- 「저탄소 녹색성장 기본법」 제48조 및 동법 시행령 제38조를 근거로 함
 - 5년마다 국가 기후변화 적응대책 수립
- 기후변화 영향력이 전지구적으로 광범위하게 나타나고 있으며 재난·재해, 물부족, 빈곤 등으로 지역별로 상이하게 발생하는 등 지속가능발전에 위협으로 작용
- 기후변화로 인한 영향을 최소화하고 국민의 안전과 재산을 보호하기 위해 마련되었음

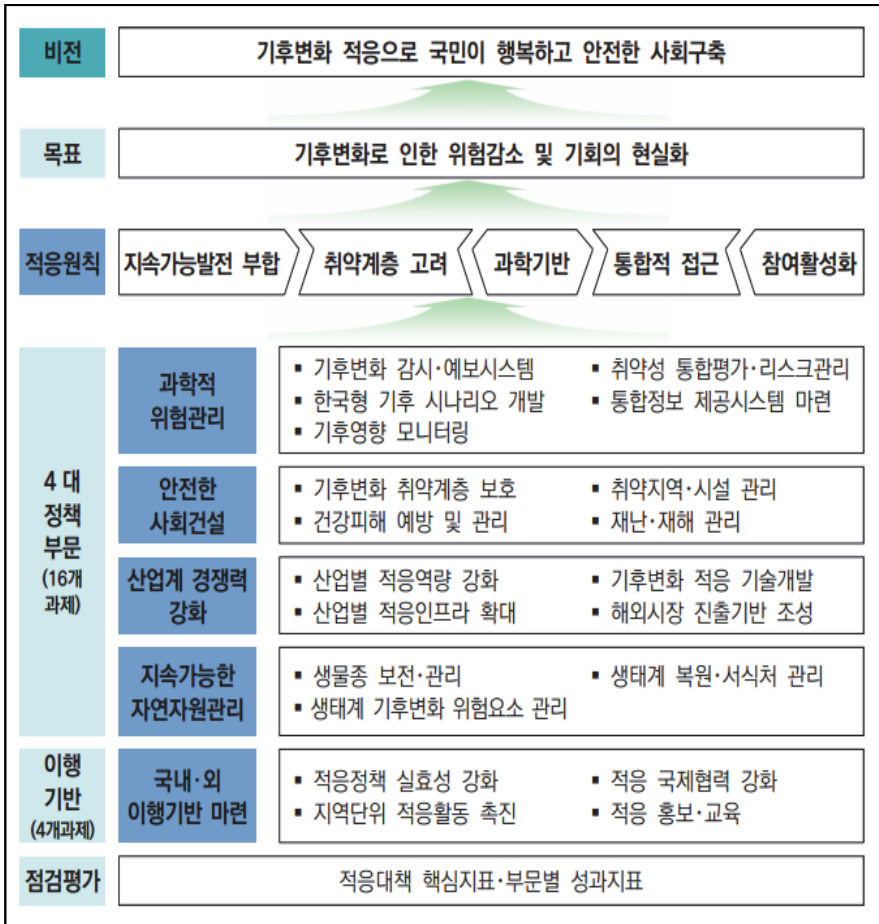
□ 비전 및 목표

- 기후변화 적응으로 국민이 행복하고 안전한 사회구축을 비전으로 기후변화로 인한 위험감소 및 기회를 현실화를 목표로 함

□ 정책방향

- 과학적 위험관리
 - 기후변화 영향·취약성, 리스크 파악 고도화
- 기후변화에 안전한 사회 건설
 - 기후변화 취약계층·지역 관리 기후복지 기반 강화
- 기후변화를 활용한 산업계 경쟁력 강화
 - 기후변화 대응 경제생산기반 강화
- 지속가능한 자연자원 관리
 - 생태계 피해 및 생물다양성 감소 최소화
- 국내·외 적응정책 이행 기반 마련
 - 국민이 참여하고 체감할 수 있는 적응기반 마련
- 지속가능한 자연자원 관리
 - 생태계 피해 및 생물다양성 감소 최소화

- 국내·외 적응정책 이행 기반 마련
 - 국민이 참여하고 체감할 수 있는 적응기반 마련



[그림 3-38] 제2차 국가 기후변화적응대책 비전 및 목표

5) 기후변화대응 기본계획

□ 추진배경

- 「저탄소녹색성장기본법」제40조를 근거로 함
 - 정부는 기후변화대응의 기본원칙에 따라 20년을 계획기간으로 하는 「기후변화대응 기본계획」을 5년마다 수립 및 시행
- 신기후체제 출범에 따라 효율적 기후변화 대응을 위한 국가 차원의 중장기 비전과 정책방향을 제시
 - 신기후체제가 우리경제에 부담이 아닌 순기능으로 작용할 수 있도록 총괄적인 기후변화 대응계획 수립
 - 기후변화대응 중장기 정책 시그널을 통해 기업의 기술개발·투자 유도 및 국민 참여 확대를 통해 저탄소 사회 구현 촉진


□ 비전 및 목표

- 효율적 기후변화 대응을 통한 저탄소 사회 구현을 비전으로 저탄소 에너지 정책으로의 전환, 탄소시장 활용을 통한 감축 등 7개의 추진 전략을 가짐

□ 정책방향

- 저탄소 에너지 정책으로의 전환
 - 신재생에너지 보급 확대 및 효율향상
 - 전력 수요 관리를 통한 합리적 전력소비 유도
- 탄소시장 활용을 통한 비용 효과적 감축
 - 배출권거래제 활성화
 - 국제시장 메커니즘(IMM) 활용
- 기후변화대응 신산업 육성 및 신기술 연구투자 확대
 - 에너지 신산업 육성
 - 기후기술 기반 조성 및 실증·상용화 추진

- 이상기후에 안전한 사회 구현
 - 과학적인 기후변화 위험관리 체계 마련
 - 기후변화에 안전한 사회 건설
 - 지속가능한 자연자원 관리
- 탄소 흡수·순환 기능 증진
 - 탄소 흡수원 기능 증진
 - 자연 순환 전환 촉진
- 신기후체제 대응을 위한 국제협력 강화
 - 국제적 대응 노력 제고
 - 파리협정 이행 점검의 신뢰성·투명성 강화
- 범국민 실천 및 참여기반 마련
 - 생활 속 온실가스 줄이기
 - 기후변화 거버넌스 구축 및 기업의 기후변화대응 노력 지원

| 비전 | 효율적 기후변화 대응을 통한 저탄소 사회 구현 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|  | |
| 1. 저탄소 에너지 정책으로의 전환 <ul style="list-style-type: none"> · (목표) 청정에너지 대체 및 효율적 에너지 사용을 통한 감축 · (과제) 신재생에너지 보급 확대, 저탄소 전원믹스 강화, 에너지 효율 제고 등 | |
| 2. 탄소시장 활용을 통한 비용효과적 감축 <ul style="list-style-type: none"> · (목표) 국내 탄소시장의 안착 및 국제 탄소시장과의 연계·활용을 통한 감축 · (과제) 배출권거래제 활성화, 국제시장메커니즘(IMM) 활용 | |
| 3. 기후변화대응 신산업 육성 및 신기술 연구투자 확대 <ul style="list-style-type: none"> · (목표) 에너지 신시장·일자리 창출과 온실가스 감축의 동시 달성 · (과제) 민간의 신산업 창출 지원, 신기술 기반·투자 확대 등 | |
| 4. 이상기후에 안전한 사회 구현 <ul style="list-style-type: none"> · (목표) 기후변화로 인한 위험감소 및 피해의 최소화 · (과제) 과학적인 기후변화 영향 분석·관리, 기후변화에 안전한 사회 건설 등 | |
| 5. 탄소 흡수·순환 기능 증진 <ul style="list-style-type: none"> · (목표) 산림의 온실가스 감축 기여를 통해 감축 부담 완화 및 상쇄 · (과제) 탄소 흡수원 기능 증진, 자원순환사회 전환 촉진 등 | |
| 6. 신기후체제 대응을 위한 국제협력 강화 <ul style="list-style-type: none"> · (목표) 우리나라의 기후변화 대응 노력의 국제적 인정 및 국가적 위상 제고 · (과제) 범정부 기후변화 협상 대응력 강화, 감축 이행 점검 대응 | |
| 7. 범국민 실천 및 참여기반 마련 <ul style="list-style-type: none"> · (목표) 국가적 기후변화 대응 네트워크 활성화 · (과제) 기후변화 거버넌스 구축, 기후변화 대응 국민적 공감대 형성 | |

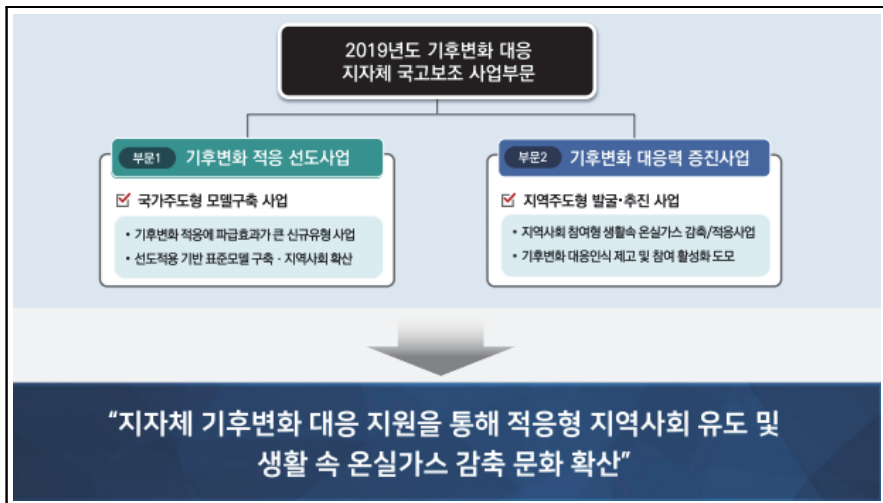
[그림 3-39] 제2차 국가 기후변화대응기본계획 비전

2. 환경부 기후변화 대응 지자체 국고보조 사업

□ 사업 개요

○ 추진배경 및 목적

- 지역사회의 생활 속 온실가스 감축활동 장려와 기후변화 영향·취약성 완화에 효과적 대처·관리를 위한 대응능력 제고 필요
- 지역참여·주도형 사업추진 지원과 국가주도형 사업효과 검증 및 표준 모델 구축을 통한 지역단위 확산·전파로 자발적·적극적 이행 활성화 유도



[그림 3-40] 기후변화 대응 지자체 국고보조 사업

자료: 임영신, 2019년도 기후변화대응 지자체 국고보조사업 설명회

○ 사업추진방향

- 국가 주도 : 선도사업 기반 파급효과가 큰 다양한 유형의 표준모델 지속 구축 및 확대
 - 사업컨설팅, 관련기술·효과검증 및 한계·문제점 도출·개선 등을 통해 향후 지역주도의 사업추진 및 확산이 가능하도록 모델화

- 지역 주도 : 기후변화 대응을 위한 지역사회 참여·협력형 거버넌스 활성화 도모

- 공공/민간 등 생활 속 온실가스 감축활동 증진 및 기후변화 현안·문제해결을 위한 지역 맞춤형/밀착형 사업발굴 및 추진

○ 기대효과

- 신규사업 적용으로 관련 경험, 학습 미 효과 등을 통한 지역사회 대응 역량 구축
- 지역주민, 시민단체 및 전문가 등 다양한 이해관계자 참여와 협력체계 마련
- 다양한 지역 맞춤형 사업 발굴 및 시민 체감형 대응책 확대로 지역사회 인식·참여 증진
- 사업효과 및 성과창출을 통해 지역사회의 지속적인 대응사업 확산 유발
- 타 지역으로의 파급효과 확산 및 관련기술 개발·일자리 창출 등 시장 활성화 유도

□ 적응 선도사업

○ 개념

- 지역단위 전반에서 주요하게 나타나는 기후영향으로부터 관련위험·취약성을 저감하는데 효과가 높고, 동시에 적응-감축의 공동편익(Co-benefit)을 도모할 수 있는 신규유형의 파급효과가 큰 사업으로써 향후 지역 확산 가능성에 따른 도입 안전성 및 활성화 등을 위해 국가 차원에서 지역협력 기반 시범 적용하는 모델 사업

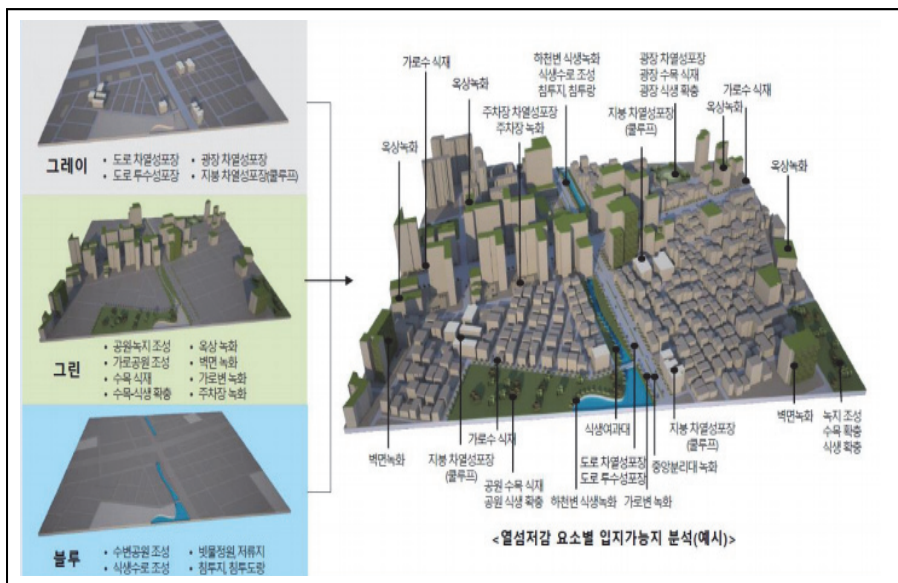
○ 2019년 적용모델

- 지역사회 폭염 및 도시열섬 대응 모델 지속 확대·구축을 위해 지역의 건조환경 및 인공포장 등에 폭염대응 기술 적용
 - 도로 차열성 포장, 도로 투수성 포장, 쿨 루프, 옥상 녹화, 벽면 녹화, 수목 식재, 수변공원 조성, 빗물정원, 저류지 등

[표 3-4] 연도별 적응 선도사업 사업유형

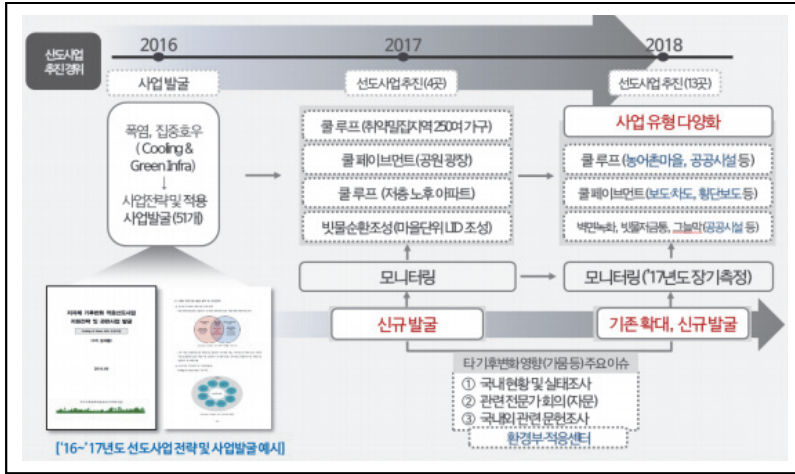
| | 2017년 | 2018년 | 2019년 (모델 다양화) |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 쿨 루프 | <ul style="list-style-type: none"> • 취약밀집 250가구 • 노후아파트 3개동 | <ul style="list-style-type: none"> • 농촌마을단위 92세대 | <ul style="list-style-type: none"> • 취약가구 마을, 공동체 단위 집단 조성(지붕 및 외벽 복합조성 등) |
| 쿨 페이브먼트 | <ul style="list-style-type: none"> • 도심 근린공원 광장 | <ul style="list-style-type: none"> • 횡단보도/차도/인도 • 어린이 체험시설 | <ul style="list-style-type: none"> • 취약주거 골목 및 이면 도로 • 어린이 공원 및 놀이터 |
| 녹화 | <ul style="list-style-type: none"> • - | <ul style="list-style-type: none"> • 공공시설 벽면녹화 | <ul style="list-style-type: none"> • 공공 또는 민간 시설 벽면 녹화 |
| 쿨링 포크 | <ul style="list-style-type: none"> • - | <ul style="list-style-type: none"> • - | <ul style="list-style-type: none"> • 지역 전통시장 설치 |

자료: 임영신, 2019년도 기후변화대응 지자체 국고보조사업 설명회



[그림 3-41] 폭염 및 도시열섬 대응 인프라

자료: 임영신, 2019년도 기후변화대응 지자체 국고보조사업 설명회



[그림 3-42] 적응 선도사업 추진경위

자료: 임영신, 2019년도 기후변화대응 지자체 국고보조사업 설명회

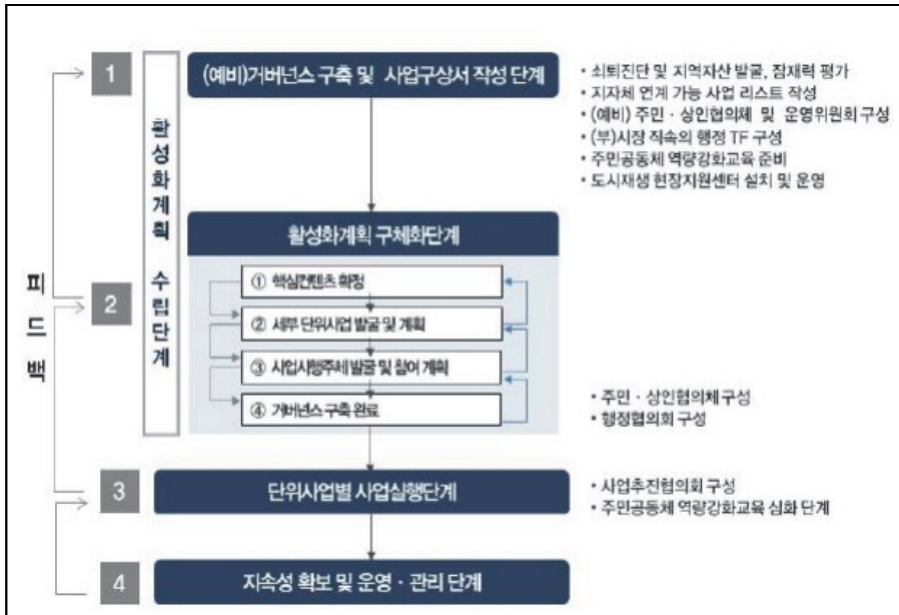
□ 기후변화 대응력 증진사업

○ 개념

- 지역사회의 생활 속 온실가스 감축활동 증진과 기후변화 위험·취약성에 관한 지역현안 및 문제해결을 위하여 (사업발굴)→(사업시행)→(모니터링·성과관리)→(사후 유지관리) 단계에서 지역주민, 시민단체, 전문가(지역연구기관, 학교 등) 등이 함께 참여·협력하여 추진하는 지역 거버넌스 기반사업

○ 유형별 증진사업

- 기후변화 적응 유형 : 폭염, 집중호우 및 한파 등 지역의 기후영향으로 인한 위험·취약성 완화 및 피해 최소화 사업
 - 기후변화 취약계층 지원사업, 폭염 대응 등 시민체감/니즈형 보강사업, 기후변화 적응형 공공시설 인프라 개선 및 보강사업, 마을 및 공동체 단위 기후안심마을 조성사업 등
- 온실가스 감축 유형 : 학교, 공공시설등 시민생활과 밀접한 온실가스 감축사업으로 저탄소 지역사회 확대 및 참여 활성화 사업
 - 지역 내 소규모 공원녹지 조성사업, 에너지자립 또는 자원순화 마을 조성, 그린스쿨·에코스쿨 조성사업 등



[그림 3-43] 도시재생 사업추진과정에 따른 지원체계

자료: 임영신, 2019년도 기후변화대응 지자체 국고보조사업 설명회

3. 기후변화 대응 국내 사례²¹⁾

□ 무더위 쉼터

- 무더위쉼터를 지정하여 폭염 시 취약계층에 대한 적절한 보호 및 사고 예방
- 폭염 노출로 인한 위험지역(빈곤층 등 취약계층 밀집 지역, 녹지 부족 지역 등)으로 무더위 쉼터 기능 보강
- 환경부는 폭염 대비 쉼터를 개선하는 등 농어촌 기후변화 안심마을 조성 사업을 시행하고 있음



[그림 3-44] 환경부 농어촌 기후변화 안심마을 조성사업

□ 쿨링포그 시스템(Cooling-fog system)

- 고압 펌프 노출로 미세 물 입자(10~20 micron)을 분사하여 주변 온도를 3~5℃ 낮추고 냉방효과를 줄 수 있음
- 마을회관, 경로당, 버스정류장 등 대중적인 장소에 설치하여 열섬현상 완화, 미세먼지 완화 등 대기오염과 폭염으로부터 피해를 예방할 수 있음

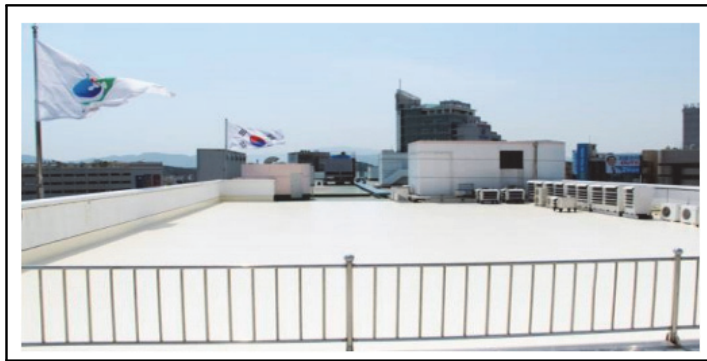
21) 임영신(2017), 국내외 적응대책 동향 및 종합사례를 토대로 재구성함



[그림 3-45] 쿨링포그 시스템 사례

□ 쿨 루프(Cool Roof)

- 옥상과 지붕 등에 태양 복사에너지의 반사율이 큰 재료를 발라 실내로 유입되는 열을 차단
- 전력에너지 절감과 대기오염 및 온실가스 배출이 저감될 수 있음



[그림 3-46] 쿨 루프 사례

□ 녹색 커튼(Green Curtain)

- 폭염으로 인한 실내 온도를 완화시키고 태양광을 차단하여 실내 온도를 낮출 수 있음
- 녹지율이 증가하여 실내외 환경 개선에 도움을 줄 수 있음



[그림 3-47] 녹색커튼 조성 사례

□ 옥상 녹화

- 건축물 옥상에 녹지공간을 조성하여 도시의 열섬현상을 완화하고 실내 태양광 유입을 차단할 수 있음
- 녹지 공간 조성으로 농작물 수확 등 부수적인 효과를 얻을 수 있음



[그림 3-48] 옥상 녹화 사업 사례

□ 쿨 로드(Cool Road)

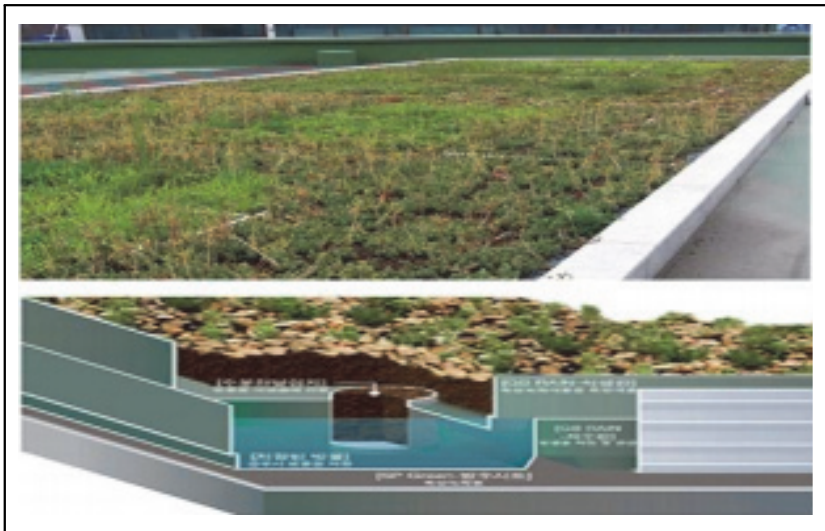
- 도로에 노즐을 설치하여 폭염 시 인위적으로 살수하여 표면 및 주변온도 저감
- 노즐에서 도로면으로 물 분사 시 표면온도 약 18℃ 저감



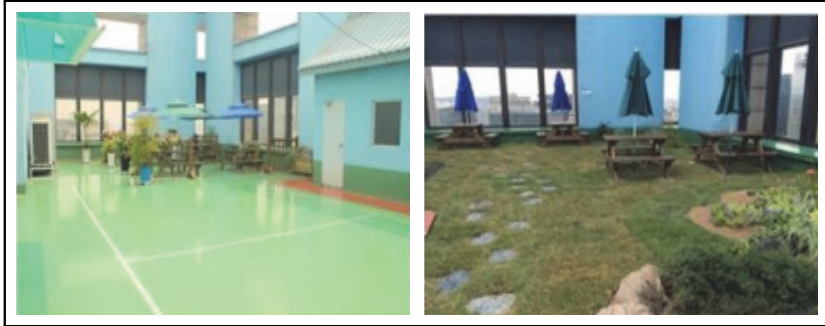
[그림 3-49] 쿨 로드 시스템 조성 사업

□ 블루 루프 및 그린 블루 루프

- 옥상녹화 및 빗물저류 역할을 동시에 수행하는 빗물관리시설로 상부에 식생 녹화시설을 조성하고 하부에는 물받이시설로 10cm 정도의 빗물저류시설을 만들어 사용
- 실내외 온도상승을 억제하고 빗물저류로 침수피해를 예방
- 도시농업으로 활용이 가능하여 부수적인 수입을 얻을 수 있음



[그림 3-50] 건물 옥상의 그린 블루 루프



[그림 3-51] 블루 루프 설치 전과 후

□ 침수방지시설

- 호우 및 태풍 발생으로 인한 건물, 지하철 등 저지대의 침수 피해를 예방하기 위해 차단막, 차수판, 하수역류방지 밸브, 집수정 등을 설치



[그림 3-52] 침수방지 차단막 설치 사례

□ 쿨 페이브먼트

- 시설 포장면(도로, 보도, 주차장 등)을 밝은 색의 아스팔트 및 콘크리트 포장으로 교체 또는 열교환 도로, 차열성 포장, 투수성 포장 등 다양한 재료 및 방법으로 조성



[그림 3-53] 쿨 페이프먼트 설치 사례

기후변화 적응대책 현황

1절 국가수준 기후변화 적응대책

2절 지자체수준 기후변화 적응대책

4장

4장 기후변화 적응대책 현황

1절. 국가수준 기후변화 적응대책

□ 폭염

- 폭염분야에서 국가 적응대책 사례를 보면, 영국은 폭염 대응단계를 4 단계로 구분하고 각 단계별 조치사항, 기관별 역할분담, 대응방안을 구체적으로 제시하고 있음
 - 일본은 습구흑구온도를 기준으로 고온경보시스템을 마련하였음
 - 호주는 건강분야 국가 행동계획을 마련하고 폭염경보 및 대응체계를 구축하였음
 - 캐나다에서도 폭염 조기경보시스템을 마련함

[표 4-1] 폭염 적응대책 국외 사례

| 국가 | 적응대책 | 출처 |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 영국 | <ul style="list-style-type: none"> • 대응단계를 주의, 경고, 폭염, 응급상황 등 4 단계로 구분하여 각 단계별 조치사항, 기관별 역할분담, 대응방안 제시함. • 기관별 역할분담 <ul style="list-style-type: none"> - 보건부 : 폭염경보, 언론홍보 - 보건예방국(HPA) : 폭염관련 질병의 감시체계 구축 - 히들리센터사무국(Met office's Hadley enter) : 폭염대응방법 안내, 의료 및 사회복지이용 안내 - 지방단체 : 폭염 취약집단 방문 보호 - 지역공중보건지도이사회 : 폭염발생지역의 물, 전력의 원활한 공급, 기온예측정보 및 폭염 기간 예측정보 제공 | Heatwave Plan for England(2007) |

| | | |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> - 능동적(에어컨), 수동적(건축 단열재, 건물 그림자) 냉각 시스템의 균등한 보급 | Health Effects of Climate Change in the UK 2012 : Current evidence, recommendations and research gaps |
| 일본 | <ul style="list-style-type: none"> • 고온경보시스템 : 습구흑구온도를 기준으로 함 | http://www.env.go.jp/chemi/heat_stroke/ |
| 호주 | <ul style="list-style-type: none"> • 호주 건강부에서 건강분야 국가 행동계획 마련 <ul style="list-style-type: none"> - 기후변화로 인한 신체적·정신적 건강영향 연구를 실시, 주요 취약계층 파악 - 취약계층에 대해 응급상황 대응을 포함하여 계획중인 공공보건체제와 의료체제의 적응능력 파악 - 기후변화 영향에 대한 잠재영향을 공공 보건 교육프로그램에 반영 • 폭염경보 및 대응체계 구축 및 실행 • 기후변화와 건강에 대한 연구에 중점을 둔 국가 건강 및 의료 연구위원회 발족 • 운동 및 여가위원회는 운동과 여가 활동에 대한 기후변화의 영향을 평가하여 행동 계획 마련 및 실행 | COAG, 2007, National Climate Change Adaptation Framework |
| 핀란드 | <ul style="list-style-type: none"> • 의료 인프라 유지를 통한 환경적 건강피해 예방 • 모든 기상조건에서도 사용가능한 전력 확보를 통해 열, 에너지, 대기조건, 깨끗한 음용수 제공 | MAAF, 2005, Finland's National Adaptation Strategy |
| 프랑스 | <ul style="list-style-type: none"> • “건강-기후” 연구 공고화 : GIMRI 와 같은 실무진이 건강-기후 연구 제안을 하고 연구 가이드라인을 규정함. 이를 통해 극단적 기후 사건의 사례에서 취약한 집단의 행동지침 제공 등 정책 결정하는데 도움을 주고자 함 | National Adaptation Plan (2011-2015), France |
| 캐나다 | <ul style="list-style-type: none"> • 열경보시스템, 홍수경보시스템 등 조기경보체계 구축 | Canadian Climate Impacts and Adaptation Research Network, 2006 |

□ **홍수 적응대책 국외 사례**

- 홍수에 대한 적응대책은 대부분 국가에서 재난, 재해 부분에서 다뤄짐
 - 미국은 국가홍수보험과 재산인수 프로그램을 통해서 재난 복구 지원 뿐만 아니라 보험요율 조정, 보험금 지급조건을 통해 지방정부의 예방을 강제하는 정책수단으로도 활용
 - 그리고 홍수 취약지의 토지이용 및 개발 허가 규제를 시행하고 있으며 홍수대비 건축물의 가이드라인을 제시함
 - 일본은 시설, 지역개발 연계, 위기관리 대응을 통한 적응대책을 수립하였고 홍수피해지역에 슈퍼제방 사업을 추진하였음
 - 캐나다는 홍수 조기 경보체계를 구축함

[표 4-2] 홍수 적응대책

| 국가 | 적응대책 | 출처 |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 미국 | <ul style="list-style-type: none"> • 국가홍수보험(National Flood Insurance Program, NFIP) <ul style="list-style-type: none"> - 각 지자체의 홍수보험의 운영을 위한 홍수 위험지도와 홍수보험요율지도 제작 - 보험 제도를 활용해 재난 시 복구 지원뿐만 아니라 보험요율의 조정 및 보험금 지급 조건으로 지방정부 및 개인들에게 ‘예방’ 노력을 강요하고 있는 강력한 정책 수단임 | http://www.fema.gov/ |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 재산인수 프로그램 <ul style="list-style-type: none"> - 홍수위험지구에 거주 주민 재산을 지역공동체가 구매, 위험지구 거주민들의 이주를 돕는 프로그램 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 홍수취약지 토지이용 및 개발 허가 규제 | |
| 일본 | <ul style="list-style-type: none"> • 홍수대비 건축물 구조, 디자인, 재질 강화 <ul style="list-style-type: none"> - FEMA(Flood damage-resistant materials requirements)에서 홍수에 강한 건축물 재질, 방재성능의 수준 가이드라인 - 해안가 필로티(pilotis) 형태의 건물 디자인을 제시 - 일반주택의 홍수예방 설계 및 디자인 | 일본국도교통성 사회자본정비심의회 하천분과위원회 |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 3가지 기본적 관점에서 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 재난에 의한 희생자 제로화, 하천관리를 통한 유역의 건전화, 치수대책 속에 기후변화 적응방안 포함. | |

| | | |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> 구체적 적응대책 <ul style="list-style-type: none"> 시설에 의한 적응대책 지역개발과 연계한 적응대책 위기관리 대응을 중심으로 한 적응대책 | 기후변동 적응 치수대책소위원회 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 홍수피해지역에 '슈퍼제방(Super Levee)' 사업 추진 | http://www.mlit.go.jp/river/trash_box/paper/pdf_english/19.pdf |
| | <ul style="list-style-type: none"> 국가홍수관리 체계 구축 Comprehensive Flood Disaster Management of Urbanised River Basins(CFDMURB) | |
| 캐나다 | <ul style="list-style-type: none"> 홍수경보시스템 등 조기경보체계를 구축 | Canadian Climate Impacts and Adaptation Research Network, 2006 |

□ 매개체감염병

- 영국은 매개동물에 의한 전염병, 수인성, 식품매개전염병의 감시체계 및 관리를 기후변화 관련 건강영향 중 가장 중요한 부분으로 강조하고 있으며 홍수 등 재해 이후 전염병에 대응하는 대책을 제시 및 기관별 역할분담 마련
- 호주는 매개체성 질병 경고시스템, 주민교육, 예방접종 프로그램을 마련 하였음
- 아프리카와 메콩지역에서는 말라리아 위해도 지도화, 방재대책 및 약제 내성 파악을 위한 프로그램을 운영

[표 4-3] 매개체감염병 적응대책

| 국가 | 적응대책 | 출처 |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 영국 | <ul style="list-style-type: none"> • 적응대책 내용 <ul style="list-style-type: none"> - 홍수로 인한 건강영향을 최소화하기 위한 적응 대책 - 홍수이후 전염병에 대응하는 방법 - 홍수에 의해 침수된 가정에서 음식물을 준비하는 과정 - 음용수를 저장하는 방법에 대한 지침 등 기관별 역할분담 - 보건보호청 : 전염병을 포함한 모든 기후 변화 관련 건강영향을 담당하고 있으며 전염병 관리 체계 구축 - 환경식품농촌부 : 동물 질병 관리 - 식품기준청 : 식품매개전염병 관리 | New Strategy Forecasting Infectious Disease(2002) |
| 호주 | <ul style="list-style-type: none"> • 매개체성 질병 경고 시스템 • 매개체성 질병 주민교육 • 예방 접종 프로그램 | Australian Government(2009). Climate Change Adaptation Actions for Local Government |
| 아프리카 | <ul style="list-style-type: none"> • MARA/ARMA <ul style="list-style-type: none"> - 아프리카 전역에 대한 말라리아의 위해도를 지도화하여 표현하며 말라리아의 위해성 예측 모델을 개발함. | http://www.mara.org.za/ |
| 메콩지역 | <ul style="list-style-type: none"> • 메콩 말라리아 프로그램 <ul style="list-style-type: none"> - 메콩 경제권 지역에 말라리아 방재대책 및 약제 내성 파악을 위해 노력함. - 메콩강 지역의 말라리아 의약품의 임상효과를 모니터링하여 국가 의약품 정책을 업데이트 함. - 국가간 약제 내성 양상을 연구함. | http://www.whotailand.org/en/Section3/Section113_269.htm |

□ 수인성식품매개질환

- 수인성, 식품매개 감염병에 대한 적응대책으로 미국은 FoodNet과 WBDOS와 같은 감시체계를 시행
- 영국에서도 식품매개 질환의 유행이나 발병을 감시하고 있으며 캐나다에서는 C-EnterNet을 시행
- 전세계적으로는 식품안전에 관한 정보를 제공하는 웹 프로그램을 운영하고 있으며 EU 차원에서 식품 및 수인성 질병 조기탐지와 식품안전관리체계를 운영하면서 조기경보체계를 갖추고 있음

□ 대기오염(화학물질, 알레르기질환 포함)

- 대기오염 적응대책으로는 독일, 미국, 영국, 홍콩 등 많은 국가에서 대기오염 경보시스템을 갖추고 예보를 실시하고 있으며 배출량 저감 유도
- 또한, 천식친화학교 프로그램을 통해 천식 환아가 학교에서 건강하게 지낼 수 있도록 포괄적인 천식 관리 시스템을 마련하고 있으며 프랑스는 꽃가루, 곰팡이 모니터링 등을 시행하고 있음

[표 4-4] 대기오염 적응대책 국외 사례

| 국가 | 적응대책 | 출처 |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 미국 | <ul style="list-style-type: none"> • FoodNet :식품으로 인한 질병을 방지하기 위해 능동적인 감시체계를 통해 식중독 질환 예방 사업을 시행함. 5단계로 구성되는 데 의료기관 실험실에 대한 적극적 감사, 의료기관 실험실에 대한 조사, 내과 의사에 대한 조사, 일반인에 대한 조사, 역학조사 임. | http://www.cdc.gov/foodnet/ |
| | <ul style="list-style-type: none"> • WBDOS(Waterborne Disease and Out-break Surveillance system) : 수인성질병에 대한 자료수집, 분석, 배포가 이루어짐. 정기보고서에는 주간이환율, 사망률 수록. 감시 자료는 공중보건 연구자들이 사용, 정책결정자가 수인성질병 예방의 중요성을 이해하도록 도움. | http://www.cdc.gov/healthywater/statistics/wbdoss/ |

| | | |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 영국 | <ul style="list-style-type: none"> • HPA(Health protection agency) microbial Risk Assessment Group에서는 식품매개 질환의 유행이나 발병을 감시, 장기간의 질병발병 경향을 분석함. | Health Effects of Climate Change in the UK 2012 : Current evidence, recommendations and research gaps |
| 전세계 | <ul style="list-style-type: none"> • GIEWS(Global Information and Early Warning System) : 식품안전에 관한 정보를 다양한 지역수준에서 접근 가능한 웹 매핑 프로그램임. 전세계적인 식품 안전 정책구성, 긴급중재를 지원하기 위한 조기경보 메시지 전파 가능 | http://www.fao.org/giews/english/index.htm |
| 캐나다 | <ul style="list-style-type: none"> • C-EnterNet : 캐나다지역 식품매개질환의 자료 수집, 분석, 해석 단계로 이어지는 감시체계. 미국 CDC의 FoodNet을 기반으로 하지만 보다 심층연구를 함. | http://www.phac-aspc.gc.ca/c-enternet/index-eng.php |
| EU | <ul style="list-style-type: none"> • FWD(Food and Waterborne Diseases and Zoonoses) : EU 차원에서 조기 탐지 및 공동 대응을 위해 회원국 간 질병 탐지 협력체를 구성함. 공중보건, 수의학, 식품학 분야에서 공동 연구를 함. | Annual epidemiological report 2011-Reporting on 2009 surveillance data and 2010 epidemic intelligence data |
| | <ul style="list-style-type: none"> • RASFF(Rapid Alert System for Food and Feed) : EU 내에서 유통되는 식품 및 제3국에서 수입한 식품에 대한 통일된 식품안전관리 체계. EU 집행위는 회원국으로부터 통보 받은 위해식품 정보를 매주 공표하여 소비자 등 모든 관계자에게 위해식품 정보를 공개함. 경보 (Alert notification)를 통해 해당식품을 회수 조치하거나 생산 중단 시키고 타 회원국에서는 유통되지 않은 경우 정보통지(Information notification)를 통해 정보를 제공함. | http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/index_en.htm |
| 독일 | <ul style="list-style-type: none"> • 대기오염 경보 시스템 <ul style="list-style-type: none"> - 연방환경청에서 웹페이지를 통해 실시간 대기질과 오존예보를 실시 | http://gis.uba.de/website/luft/index.htm |

| | | |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 미국 | <ul style="list-style-type: none"> • 대기오염 경보 시스템 - AQI(Air Quality Index) : 미국 EPA 에서 인구 350,000명이상 주요도시와 주정부에서의 실시간 측정된 오존 및 미세먼지를 포함한 기준성 오염물질의 대기질 현환을 AQI 로 환산하여 일반에 공개, 기준치 초과시 경보 (Alarm)를 의무적으로 발령함. 대부분 주요 도시에서는 대기질을 AQI 로 예보하고 사전 경보(Alert)제를 운영하는 것을 의무화함. 각 지자체 특성에 맞는 예보시스템 구축하고 배출량 저감을 위한 국민의 자발적 참여를 유도 하는 여러 형태의 프로그램을 운영하고 있음. | <p>http://airnow.gov</p> |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 천식친화학교 - 천식이 있는 자녀가 학교에서 건강하게 지내는 것이 목적임. 정보를 제공하여 학교와 지역 사회가 천식 관리 계획을 만들 수 있도록 함. Toolkit은 포괄적인 천식 관리 시스템을 구축 하기 위해 미국 전역 학교에서 사용되고 있음. | <p>http://www.lung.org/lung-disease/asthma/creating-asthma-friendly-environments/asthma-in-schools/</p> |
| 영국 | <ul style="list-style-type: none"> • 대기오염 경보 시스템 - AQA(Air Quality Archive) : 대기질 실시간 공개 및 예보, 경보를 하고 있음. 16개 지역으로 나누어 대기질지수를 이용하여 오존, 이산화질소, 이산화황, 일산화탄소, 미세먼지를 종합적으로 평가함. 경보기준농도 초과시 즉각 경보를 발령하여 배출원 제어 등 조치를 취하고, 주요도시 및 주정부에서 24시간 대기질 예보를 수행함. | <p>http://web.aqa.org.uk/</p> |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 천식친화학교 - 천식을 가진 학생의 부모나 보호자에게 “UK School Asthma Card”를 보내 담당 의사 또는 천식 간호사에게 기록하도록 함. 학교에서 천식 학생이 천식 발작을 일으켰을 때 모든 직원들은 School Asthma Pack의 절차를 따르도록 함. | <p>http://www.asthma.org.uk/</p> |
| 프랑스 | <ul style="list-style-type: none"> • 꽃가루, 곰팡이 모니터링, 매개체 모니터링, 독성 미생물 생성 모니터링 | <p>NationalAdaptation Plan(2011-2015), France</p> |

| | | |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 호주 | <ul style="list-style-type: none"> • 천식친화학교 <ul style="list-style-type: none"> - 천식 환아들이 스스로 질병을 관리할 수 있도록 하여 일상생활에 참여할 수 있도록 함. 학교의 모든 학생, 학부모, 교사들에게 천식에 대한 이해를 높이고 천식 환아에게 안전하고 건강한 환경이 되도록 조치함. DVD, 플래쉬 동영상, 게임 등 다양한 매체를 통해 천식예방법을 교육함. | http://asthmafriendlyschools.org.au/home/index.php |
| 홍콩 | <ul style="list-style-type: none"> • 환경보호청 홈페이지를 통해 API(Air Pollution Index)를 이용한 대기오염도 현황 및 당일 최고농도를 예보함. | http://www.epd.gov.hk/epd/eindex.html |

2절. 지자체수준 기후변화 적응대책

□ 폭염

- 폭염 분야에서 국외 지자체수준 적응대책을 보면 대부분 국가 지자체에서 도심 녹화사업, 옥상녹화, 폭염 조기경보시스템 등의 대책을 수립하였음
- 또한 폭염위험방지를 위한 건축기준 등을 제시하고 있음
 - 고온건강대책으로 대중매체를 통한 홍보 및 교육, 무더위쉼터 제공, 취약계층에 대한 지원대책 등을 확보
- 특히, 캐나다 토론토의 경우 무더위쉼터 위치정보를 홈페이지 및 어플리케이션 등의 방법으로 제공함

□ 홍수

- 홍수 분야에서 국외 지자체수준 적응대책을 보면 영국 런던은 우수 활용을 위한 배수시설 체계를 마련하고 있고 홍수관리지침, 홍수피해 지도 등을 제공하고 있음
- 독일 함부르크는 폭풍해일 차단막을 설치하고 일본은 우수 조절지와 우수저류시설을 설치하였으며 그 외 경보시스템, 대중 교육 및 홍보, 보건시스템 마련 등의 대책을 확보하였음

[표 4-5] 홍수 적응대책 국외 지자체 사례

| 국가 | 적응대책 | 출처 |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 영국, 런던 | <ul style="list-style-type: none"> • 지속가능한 배수시설 체계 <ul style="list-style-type: none"> - 빌딩과 포장주차장 등에서 흘러나오는 지표면 빗물 흐름을 약화시키고 지하수를 증가시키며, 생활편의를 증진시키며 야생동물에게 적합한 환경을 제공함. - 공해물질 저장 및 저감과정을 통해 수질 보호에 효과적임 | City of London (2010). Rising to the Challenge - The City of London Climate Change Adaptation Strategy |

| | | |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> • 홍수관리지침 제공 <ul style="list-style-type: none"> - 홍수피해지도를 일반인에게 제공, 지자체와 일반인이 실행할 수 있는 기후변화 적응 옵션을 제공함. - 홍수취약지도 제작, 홍수위험 우선순위에 따른 계획 수립, 홍수관련 정보 및 분석데이터 공유 등을 촉구함. - 홍수위험에 대한 관리지침의 우선순위 결정 | |
| 독일, 함부르크시 | <ul style="list-style-type: none"> • 폭풍해일 차단막 설치 <ul style="list-style-type: none"> - 도시내 폭풍해일 차단시설물인 이동보 설치 | |
| 일본, 도쿄 | <ul style="list-style-type: none"> • 우수 조절지 <ul style="list-style-type: none"> - 하류의 배수시설의 우수 배제 능력이 부족하거나 방류수역의 유하능력이 부족할 때 우수량을 일정시간 저류시켜 방류하는 시설임. - 일본 칸다가와 환상 7호선 지하 조절지가 대표적 사례임. | http://www.mlit.go.jp/river/trash_box/paper/pdf_english/19.pdf |
| 일본, 쓰루미가와 | <ul style="list-style-type: none"> • 우수저류시설 <ul style="list-style-type: none"> - 저류시설은 빗물을 모아서 대응시간을 늘리거나 홍수발생시간을 연장시킬 수 있는 시설 - 일본 쓰루미가와 다목적 우수지는 평상시 공원 및 체육시설로 활용되고 호우시에만 우수지로 사용됨. | |
| 캐나다, 토론토 | <ul style="list-style-type: none"> • 홍수취약지역 단기계획 <ul style="list-style-type: none"> - 물과 폐수시설 주변 토지의 자연화와 자연공원 확장 도모 - 주요 도로의 지하 배수로와 다리의 기후변화 취약성평가 | Jennifer Penney, 2009. Climate Change adaptation planning in Toronto: Progress and Challenges |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 홍수경보 시스템 업데이트 및 Ontario 해안선 계획 수립 | The City of Toronto (2008). Ahead of the Storm - Preparing Toronto for Climate Change |
| | <ul style="list-style-type: none"> • 극단적으로 폭풍우 상황에 대한 폭풍우 배수 인프라 설계 | Adapted from Ahead of the Storm (City of Toronto, 2008b) |

| | | |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 호주, 웨스턴 오스트 레일리아 | <ul style="list-style-type: none"> • 건축물의 홍수예방 설계 및 디자인 • 기상재해 모니터링 • 발생가능한 기상영향에 대비한 토지이용계획의 중장기 전략 • 대중교육과 의사 소통전략 개선 <ul style="list-style-type: none"> - 기상재해 취약지역에서 필요로 하는 맞춤형 의사 소통전략의 개선과 인명손상을 줄이기 위한 방법에 대한 교육 • 보상을 위한 재정적 감시 • 생태계 감시 • 기상재해로 인한 위험이 있는 지역의 도표화 • 기상재해 취약지역에서의 토지이용 규제 • 경보시스템 <ul style="list-style-type: none"> - 응급 조치에 대한 교육 프로그램과 정보를 개선 하고 보건전문가와 보건용품에 대한 접근성 보장 • 기상재해 취약지역의 지역사회 구성원에 대한 응급조치 교육수준을 개선 | Spickett, J. 2007. Health impacts of climate change: Adaptation strategies for Western Australia. Dept. of Health. |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

□ 매개체감염병

- 매개체감염병에 대한 지자체 적응대책으로 호주에서는 매개체 서식지 관리를 의한 가이드라인을 마련하고 있으며 질병감시체계, 공중보건 프로그램 마련, 보건학적 중재 대책을 제시함

[표 4-6] 매개체감염병 적응대책 국외 지자체 사례

| 국가 | 적응대책 | 출처 |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 호주, 웨스턴오스트 레일리아 | <ul style="list-style-type: none"> • 매개체 조절 <ul style="list-style-type: none"> - 빗물탱크나 하수조와 같은 모기서식지에서 모기 번식을 조절하기 위한 가이드라인과 규칙 마련. - 설치류 번식을 막기 위하여 음식물 저장소에 대한 가이드라인과 규칙 마련. • 주거지 주변 매개체번식/서식지에 대한 위험에 관하여 공중보건교육 프로그램 마련 • 매개체 감염 질환에 대하여 보건, 행정, 농업, 산림, 환경 분야 협력 강화 | Spickett, J. 2007. Health impacts of climate change: Adaptation strategies for Western Australia. Dept. of Health. |

| | | |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • 질병감시체계 <ul style="list-style-type: none"> - 여행자, 이민자, 난민에 대한 외래전염병의 방역을 강화 • 기반시설 강화 • 보건학적 중재 <ul style="list-style-type: none"> - 매개체감염 질환의 빠른 진단과 신속한 치료 - 매개체 감염 질환에 대한 백신 개발 | |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

□ 수인성매개체감염병

- 수인성매개체감염병에 대한 지자체 적응대책으로 호주에서는 수질오염 방지 대책, 공중위생 대책, 안전한 식수 음용방법, 공중보건 교육 및 식중독 등 감시 강화 대책을 마련하고 있음

[표 4-7] 식품수인성매개질환 적응대책 국외 지자체 사례

| 국가 | 적응대책 | 출처 |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 호주, 웨스턴오스트 레일리아 | <ul style="list-style-type: none"> • 기상재해 이후의 수인성 질환에 대한 공공위생캠페인, 경각심을 갖게 하며, 취약계층에게 필요한 맞춤형 교육프로그램을 제공. • 개인 수자원 저장시설의 올바른 관리에 대한 교육 • 기후변화에 따른 수질 변화 자료 수집 • 수인성질환 유행의 예방과 역학조사 개선 • 수자원의 환경적인 독성물질 감시, 저감 노력 • 오염물질로부터의 저수지 지역 보호 • 취약계층에서 주택과 위생시설의 개선 • 농경, 산업 폐기물로부터 수질보호 • 물 끓여 마시기 교육 • 수인성 질환 취약지역에서 적절한 의학적 처치와 공공의료 마련, 증상과 초기 치료에 관한 공중보건교육 실행 • 식중독의 위험이나 해양성 독소의 위험 높은 시기에 감시 강화 | Spickett, J. 2007. Health impacts of climate change: Adaptation strategies for Western Australia. Dept. of Health. |

□ 대기오염(화학물질, 알레르기질환 포함)

○ 대기오염에 관한 지자체수준 적응대책

- 미국 캘리포니아 : 환경오염물질 생체모니터링, 전자 감시 시스템을 구축
- 런던 : 나무 및 초목 식수를 권장
- 토론토 : 녹색주차장 사업 실시
- 호주 : 자동차 이용 감소, 대기오염 저감을 위한 교통수단 개발, 대기 오염 감시 등

[표 4-8] 대기오염 적응대책 국외 지자체 사례

| 국가 | 적응대책 | 출처 |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 미국, 캘리포니아 | <ul style="list-style-type: none"> • 대기오염 감소 노력을 통해 기온상승과 대기오염으로 인한 건강효과에 취약성감소. • 환경오염물질 Biomonitoring • 전자 감시 시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 질병보고, 관리 및 감시 개선작업 지속 - 이상사망패턴, 천식, 폭염사망자의 지속적인 모니터링 | California Natural Resources Agency(2009). 2009 California Climate Adaptation Strategy |
| 영국, 런던 | <ul style="list-style-type: none"> • 나무 및 초목 식수 <ul style="list-style-type: none"> - 그늘 제공 뿐만 아니라 공기오염 및 도시 열섬 효과 저감 등 도시환경에서 중요한 혜택 제공 | City of London(2010). Rising to the Challenge - The City of London Climate Change Adaptation Strategy |
| 캐나다, 토론토 | <ul style="list-style-type: none"> • 녹색주차장사업 <ul style="list-style-type: none"> - 주차장 녹색화에 대한 가이드라인 작업 실시 | The City of Toronto(2008). Ahead of the Storm - Preparing Toronto for Climate Change |
| 호주, 웨스턴 오스트레일리아 | <ul style="list-style-type: none"> • 대기오염 기준 강화, 교통, 산업, 화재 등 공기질에 영향을 미칠수 있는 요소 조절 • 스모그경보 시스템 마련 • 자동차 이용과 목재연소를 줄이는 대중교육 실시 • 오존이나 화재, 먼지와 같은 대기오염에 대한 감시 | Spickett, J. 2007. Health impacts of climate change: Adaptation strategies for Western Australia. Dept. of Health. |

| | | |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • 재활용가능 에너지 기반시설 증가, 대중 교통수단과 하이브리드 차, 녹색 에너지 이용을 위한 장려책 마련 • 대기오염을 줄일 수 있는 혁신적인 교통 수단 개발 • 대기질과 자외선에 의한 건강영향에 대하여 진단과 의학적 처치 개선 | |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

대전광역시 적용가능 기후변화 대응 사업

1절 기후친화 공원 조성

2절 쿨링 & 클린 로드 조성

3절 벽면 녹화

4절 기후변화 대응 정책 수립 방향

5장

5장 대전광역시 적용가능 기후변화 대응 사업

1절. 기후친화 공원 조성22)

○ 기후생태 친화 공원 조성

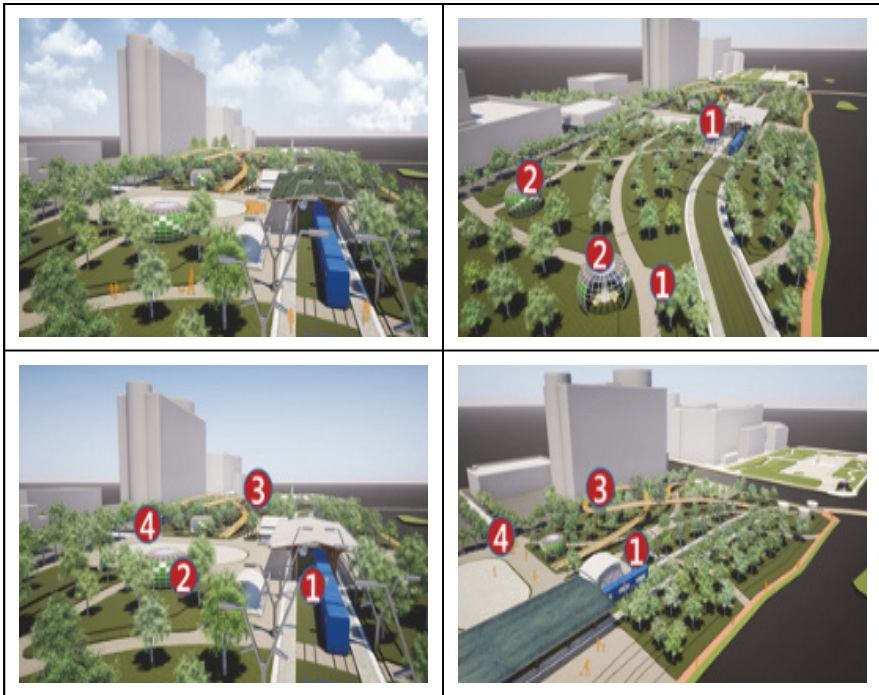
- 대전광역시 특성을 살린 기후변화 친화 공원 조성은 폭염과 도시열섬 및 미세먼지 등의 취약성을 낮추고 생태놀이공간을 조성하여 시민 접근성 제고와 이용 활성화를 통해 선도화된 기후 생태친화적인 도심 공원으로 모델화 될 수 있음
- 기후변화 친화 공원 조성을 위해 둔산에 있는 둔지미공원을 대상으로 진행
- 둔지미 공원은 지하철 1호선의 대전청사역이 있어 주로 이동경로로 써 공원이용 시민이 많으며 2026년 이후에는 2호선 트램노선 역도 공원 내로 들어올 계획이 있어 환승승객을 비롯하여 많은 시민들의 이용이 예상



[그림 5-1] 기후변화 친화 공원 예상 대상지

22) 대전광역시 내부자료를 토대로 재구성함

- 하지만, 이동 경로는 오픈되어 있어 폭염에 취약하고 주변에 아파트 단지
와 시민 편의시설이 있음에도 불구하고 이동경로 이외에 시민들의
이용이 적은 편
- 따라서 주변 시민들이 저녁시간과 주말에 이용할 수 있도록 더위나 미
세먼지 등을 피할 수 있는 공간 마련이 필요하며 이에 따른 시민 이용
률을 높일 필요가 있음
- 기후생태 친화 공원은 총 4개 사업을 예상해 봤으며 이를 통해 폭염과
도시열섬 및 미세먼지 등의 기후변화 취약성을 낮출 것으로 기대



[그림 5-2] 기후생태친화공원 조성 후 예상도

① 쿨페이브먼트 및 쿨링포그(기후친화길)

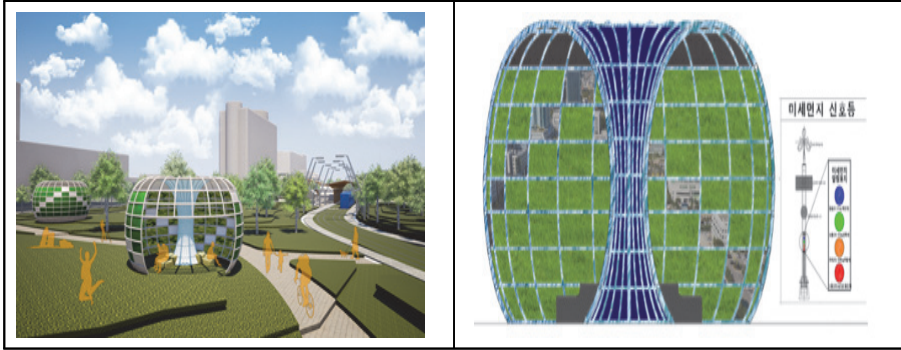
- 주변 관공서나 주거단지와의 접근성이 좋아 시민들이 주로 이용하고 있는 산책로에 폭염과 미세먼지에 대응하기 위한 쿨페이브먼트 또는 쿨링포그를 설치하여 기후친화길 조성



[그림 5-3] 기후친화길 조성 예정 산책로 및 조감도

② 폭염 및 미세먼지 제로존 및 미세먼지 신호등 조성

- 제로존은 쉼터외벽에 물을 흐르게 하고 녹화를 함으로써 미세먼지가 쉼터 내에 들어올 수 없게 하며 폭염시에는 더위를 피할 수 있는 곳으로 활용



[그림 5-4] 폭염 및 미세먼지 제로존

③ 기후생태숲 산책로 및 쉼터 조성

- 사업지 공원 구석에 자리잡은 녹지를 활용하여 산책로와 쉼터(벤치)를 조성하여 이동로와 시민들이 쉴 수 있는 생태공간 조성



[그림 5-5] 기후생태숲 산책로 및 쉼터 사례

④ 기후생태 놀이터 조성

- 우천시 공원내 지대가 낮아 물이 고여 웅덩이가 생기는 공터를 활용하여 기후생태놀이터를 조성하여 공원에 물순환 상태를 개선하고 시민들이 즐길 수 있는 놀이터를 조성



[그림 5-6] 기후생태놀이터

2절. 쿨링 & 클린 로드 조성

□ 쿨링&클린로드 시스템 기능

- 폭염으로 인한 도심 열섬현상 완화 및 대기 중 미세먼지·아스팔트분진 등의 제거를 위해 지하철 등에서 발생하는 유출지하수, 빗물, 재이용수, 하전수 및 공업용수 등을 이용하여 도로에 물을 분사하는 고정식 자동살수시설 시스템
- 도로의 중앙 또는 갓길에 설치된 스프레이 기능의 도로 표지병 및 밸브유니트를 통해 자동적으로 물을 분사함으로써 (쿨링효과)도로표면 온도를 저감시켜 열섬현상을 완화시키고, (클린효과)살수에 의한 청소를 통해 도로상에서 발생하는 미세먼지와 재비산먼지를 감소시켜 운전자 및 보행자에게 쾌적한 도로환경 제공

□ 시스템 특성 및 장점

- 미세먼지 제거 및 열섬효과 완화, 겨울철 제설 목적으로 사용 가능
- 자동·원격으로 운영이 가능하며, 통행차량에 영향을 거의 주지 않고, 설치 이후 유지관리비가 저렴
- 관제센터를 통한 실시간 도로 자동살수로 미세먼지·폭염에 대한 비상조치 가능
- 통행차량에 의해 설치구간보다 넓은 구간의 청소효과 확보 가능
- 도로부의 공극 밀폐화를 감소하여 도로 수명 증대
- 물청소 차량과 같은 습식방법으로 미세먼지 저감 효율이 높음
- 환경부는 도심 주요도로에 쿨링과 클린효과를 고려한 고정식 자동살수 시스템을 설치·운영하여 도로변 미세먼지 제거로 대기질을 개선하는 동시에 폭염으로 인한 도심 열섬현상을 완화하는데 기대
 - 기존 도로청소차 운영에 따른 타이어마모와 배기가스로 인한 미세먼지 발생, 교통체증 유발 등의 부작용을 최소화

□ 기대효과

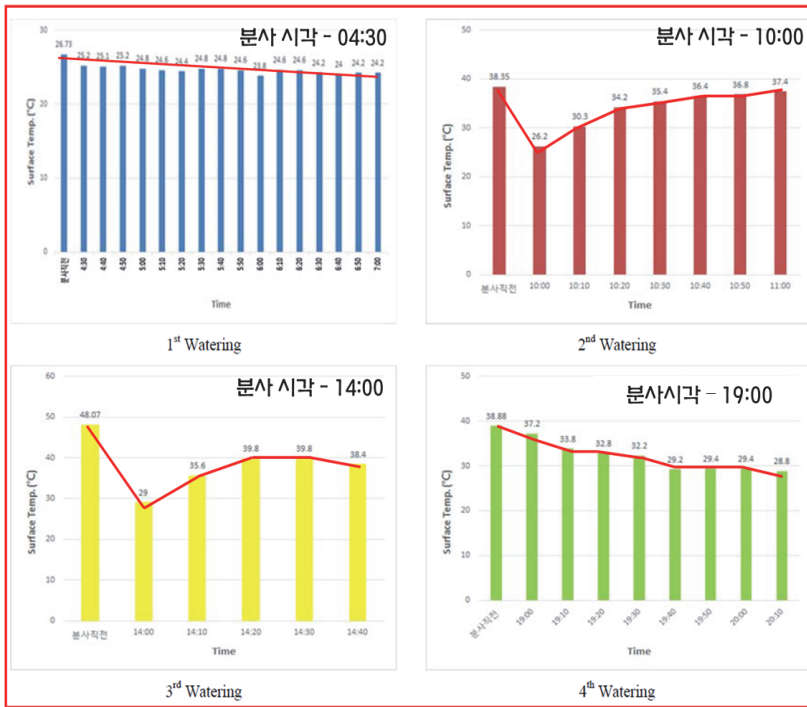
- (온도저감) 대구시 쿨링&클린 로드 시스템의 온도 저감 효과를 분석한 정응호 외(2016) 논문에 의하면 여름철 낮 시간대(14시)에는 최대 19℃ 가량, 열대야와 관련된 밤 시간대(19시)에는 분사 이후 최대 10℃의 도로표면온도 저감 효과가 나타남

[2015년 8월 관측자료]

출처 - 정응호, 노백호, 김해동(2016) - 도시열환경개선을 위한 대구 클린 로드 시스템의 확대 운영방안에 관한 연구

분사직전 26.75℃ - 분사 후 최대 2.95℃ 저감(23.8℃)

분사직전 38.35℃ - 분사 후 최대 12.15℃ 저감(26.2℃)



분사직전 48.07℃ - 분사 후 최대 19.07℃ 저감(29.0℃)

분사직전 38.88℃ - 분사 후 최대 10.08℃ 저감(28.8℃)

[그림 5-7] 대구시 쿨링&클린 로드의 시간대별 도로표면온도 저감효과(‘15.8기준)

자료: 정응호 외(2016)

- (미세먼지 저감) 대구시 쿨링&클린 로드 시스템의 미세먼지 저감 효과에 대한 수도권대기환경청(2014)의 보고서에 따르면 동 시스템이 설치된 남산동의 평균 미세먼지 양이 22% 가량 감소했으며, 미설치지역 대비 저감 효과는 20% 높게 나타났음

[표 5-1] 대구시 설치·미설치 지역 미세먼지 저감효과 비교 분석(4~10월)

| 구분 | | 설치 전 (’08~’10) | 설치 후 (’11~’13) | 설치 전후 증감 | 저감효과 |
|-----------|--------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------|----------------------------|
| 설치 지역 | 남산동 (도로변) | 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 22% 감소 | 미설치지역 대비 설치지역 20% 저감 |
| 미설치 지역 | 평리동 (도로변) | 64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 2% 감소 | |

출처: 수도권대기환경청(2014)

[표 5-2] 대전광역시 콜링&클린로드 수요 조사

| 공급시설 | 사업물량 | 소요 예산 (백 만원) | 비고 |
|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 삼성네거리~원동네거리 | 1개소 (1,500M) | 1,500 | 용수(지하철 지하수 활용) |
| 큰마을~방죽네거리구간 | 2개소 (개소당 500M) | 2,000 | |
| 용문~탄방네거리구간 | 1개소 (800M) | 1,600 | |
| 대청공원 해피로드 일원 | 1개소 (600M) | 1,500 | 용수(수도 등) 확보 가능 |
| 계족로 및 동춘당로 황토길 | 2개소 (1,000M) | 2,000 | |
| 동춘당문화공원 | 1개소 (500M) | 1,800 | |

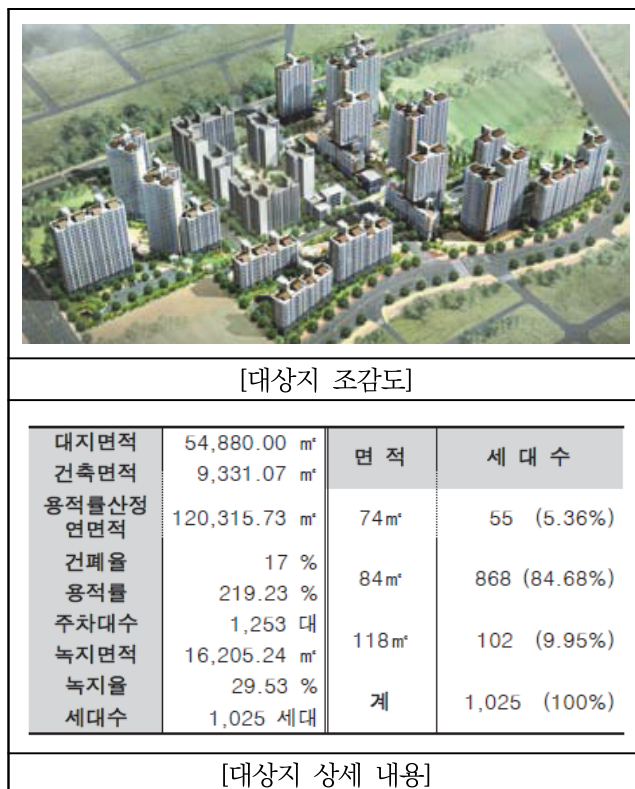
자료 : 대전광역시, 대전광역시 지역현안 건의

3절. 벽면 녹화

1. 일반적 효과

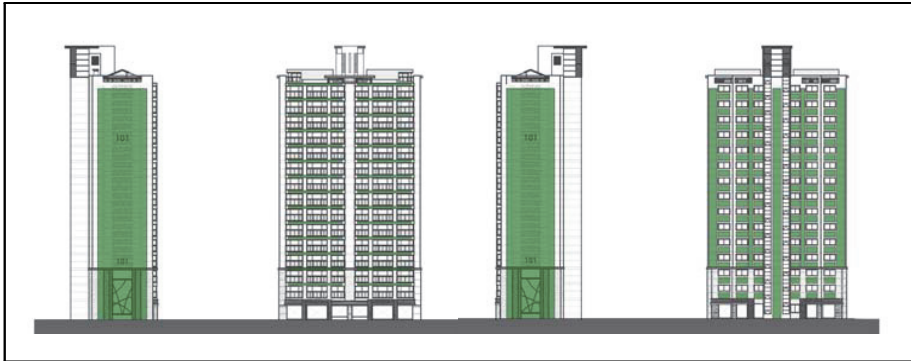
- 도시·생태적, 경제적, 삶의 질 측면의 벽면녹화 효과²³⁾
 - (도시·생태) 열섬현상 완화, 생물서식처(비오톱) 조성, 대기오염 감소, 미기후 조절
 - (경제) 에너지 절약, 건축물 내구도 및 강도 증가, 방화·방열효과
 - (삶의 질) 환경개선, 쾌적성, 벽면으로부터의 반사광 방지, 소음 저감, 심리적 안정 및 스트레스 저감
- 아파트단지 계획에 있어서 벽면녹화의 적용 타당성 분석(양은경, 2010)
 - (개요) 벽면녹화 개념 및 특성, 법적·제도적 측면 고찰 → 분석 대상지 선정 → 벽면녹화 적용시 이점 고찰 → 단지 계획시 벽면녹화 적용 타당성 분석
 - (벽면녹화 효과) 서식처 제공을 통한 도시 생태계 구축, 미기후 개선, 공기 및 수질정화, 소음 완화, 토지자원 절약, 도시 미관 개선, 심리적 안정감 제공
 - (관련 법제도 및 환경계획 지표) 도시건축물 입면녹화 지침(환경부, 1998), 조경기준(국토해양부, 2009), 주택성능 등급표시제와 생태면적률(국토해양부, 2009), 친환경 건축물 인증제도(환경부·국토해양부, 2009), 지자체 단체별 녹화조례 및 시행사업
 - 대전 도심지에 위치한 아파트단지를 대상으로 한 벽면녹화 가능성 및 효과분석

23) 한국건설기술연구원. 2007. 복합기능 생태적 건물외피 조성 기술 개발 인용



[그림 5-8] 벽면녹화 대상지 조감도

- (벽면녹화 최대 가능면적 분석) 공동주택 특성상 양측벽에는 개구부가 없으므로 동측·서측벽은 전체면적으로 산정, 남측과 북측은 보조재 등의 설치가 적절한 것으로 판단하여 녹화 가능면적 산정 → 37,904.5m² 확보 가능
- (현행 관련법 적용할 경우의 효과) 대상지의 경우 관련 법령에 따라 대지면적의 15% 이상의 조경면적을 확보해야 함 → 최소 832m² 확보 필요, 대지면적 411.6m² 절약 가능



[그림 5-9] 서, 남, 동, 북측면도 녹화가능 면적

| 항 목 | 산입 가능 면적 | 계산식 | 근거 법령 |
|----------------------|-----------|-------------------------|---------------|
| 조경의무면적 | 8,232㎡ 이상 | 54,880㎡ X 0.15 = 8,232㎡ | 대전시 건축조례 제22조 |
| 식재의무면적 | 4,116㎡ 이상 | 8,232 x 0.5 = 4,116㎡ | 조경기준 제4조 |
| 조경면적에 산입 가능한 벽면녹화 면적 | 411.6㎡ 이하 | 4,116 x 0.1 = 411.6㎡ | 조경기준 제 12조 |
| 조경면적에 산입 가능한 옥상녹화 면적 | 4,116㎡ 이하 | 8,232 x 0.5 = 4,116㎡ 이하 | 대전시 건축조례 제22조 |

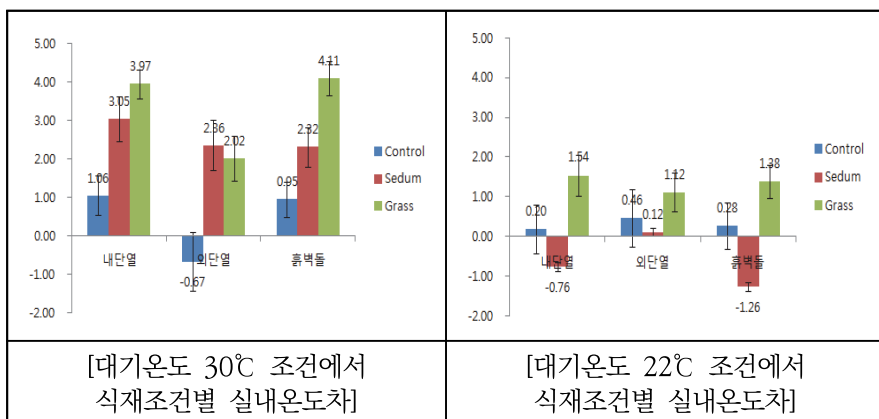
| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>① 옥상녹화와 벽면녹화를 최대로 조성하는 경우 : 조경의무면적 X 1/2 + 식재의무면적 X 0.1 = 8,232X1/2 + 4,116X0.1 = 4,116 + 411.6 = 4,527.6㎡</p> <p>② 벽면녹화와 지표면녹화만 조성하는 경우 : 식재의무면적 X 0.1 = 4,116X0.1 = 411.6㎡</p> <p>③ 옥상녹화와 지표면녹화만 조성하는 경우 : 조경의무면적 X 1/2 = 8,232X1/2 = 4,116㎡</p> <p>④ 대지녹화만 조성하는 경우: 없음</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

[그림 5-10] 벽면녹화 조성 면적 산정

- 벽면녹화를 조성할 경우 최대 67.35%의 생태면적률을 확보할 수 있어 주택성능등급 표지제도의 환경등급분야의 조경 부분에서 최고 등급 받을 수 있음
- (종합적 기대효과) 에너지 절약, 대기 정화, 심미성 향상, 미기후 개선 등의 효과와 더불어 벽면녹화를 통해 절약된 대지면적에 주민운동시설, 공개공지 등 조성 가능하며 이를 통해 용적률 완화 적용 등의 이점이 있음

○ 건물에너지 절감을 위한 건축물녹화의 외단열 성능평가(한승원, 2013)

- (개요) 식물녹화가 건물 단열성능에 미치는 영향 평가하고자 녹화부유무에 따른 건물내부 온도 특성 분석
- (재료 및 방법) 건물모형(2m*2m*2m)에 식물이 있는 조건, 없는 조건에서 내외부 표면온도 변화 측정, 차이 분석
 - 잔디류, 기린초류 전면피복, 6월~9월 측정
- (결과) 기린초 전면식재 하였을 때 건물표면은 약 15℃ 낮았고, 외단열 조건에서는 녹화에 의한 효과가 나타나지 않았으나 내단열 건물에서는 잔디가 3℃, 기린초가 2℃ 내부온도를 낮춤. 대기온도가 낮아질수록 식재층에 의한 축열기능으로 실내온도가 2℃ 정도 높게 나타남



[그림 5-11] 벽면녹화에 의한 건물표면 온도차

[표 5-3] 대전광역시 벽면녹화 수요 조사

| 공급시설 | 사업물량 | 소요 예산 (백 만원) |
|---------------------------------|-------------------|-----------------|
| 대전청사 실내녹화 1개소 원도심청사 실외녹화 1개소 | 2개소 (개소당 500㎡) | 600 |
| 한밭수목원 공공청사 등 | 2개소 (개소당 700㎡) | 1,000 |
| 가오지하차도 옹벽 | 1,500㎡ | 800 |
| 용방마을아파트 옹벽 | 1,000㎡ | 500 |
| 인동 어진마을아파트 옹벽 | 500㎡ | 300 |
| 천동지하차도 옹벽 | 600㎡ | 300 |
| 성남지하차도 옹벽 | 700㎡ | 400 |
| 중구 도로변 옹벽 | 6개소 (3,000㎡) | 1,800 |
| 서구 행정복지센터 및 공원화장실 등 | 6개소 (개소당 500㎡) | 1,800 |
| 월평2동 행정복지센터 | 1개소 (500㎡) | 300 |
| 만년동 행정복지센터 | 1개소 (100㎡) | 60 |
| 만년초등학교 | 1개소 (400㎡) | 240 |
| 원신흥동 행정복지 센터 등 공공시설 | 6개소 (개소당 500㎡) | 1,800 |
| 오정동, 덕암동 행정복지센터 | 6개소 | 1,800 |

자료 : 대전광역시, 대전광역시 지역현안 건의

4절. 기후변화 대응 정책 수립 방향

- 기후변화에 따른 영향으로 생각할 수 있는 재난/재해는 폭염, 한파, 홍수(집중호우), 가뭄 등이 있으며 이에 대한 대응 방안이 필요
- 기후변화에 의한 재난/재해에 따른 피해는 취약계층(저소득층, 노인, 소아, 장애인 등)에게 집중됨
 - 홍수에 의한 침수피해는 대부분 하천변 저지대 또는 지형적 저지대지역에서 발생하는데 대부분 반지하주택이 피해를 입으며, 폭설의 경우 노후건축물, 가설건축물 등에서 피해 발생
 - 폭염, 한파의 경우에도 냉난방시설이 부족한 저소득층이 주로 피해에 노출되어 있음
- 따라서 기후변화 대응 정책을 수립할 때에는 반드시 관련 재해에 대한 취약성 분석을 실시하여 재해취약지역과 취약계층을 파악한 후 이에 맞는 대응 대책을 수립해야 함
 - 지자체에서 적응계획을 수립하거나 도시계획 또는 도시개발계획을 수립하는 경우에는 재해 취약성 분석을 실시하여 재해취약지역을 우선적으로 파악해야 함
 - 재해취약지역에 대하여 취약지역별로 현장조사, 공간분석 등을 실시하여 취약특성을 파악한 후 방재계획을 비롯한 토지이용계획, 기반시설 계획 등을 수립해야 함
 - 특히 재해 취약성 분석 결과가 토지이용계획과 연계하여 재해에 강한 시가지지를 조성함으로써 재해예방형 국토·도시를 만들어 가야함
- 재난/재해의 취약계층은 특히 재해발생시 대피능력이 현저하게 떨어지므로 지자체에서는 대피체계를 구축하는 것이 매우 중요함
 - 재해가 발생된 경우, 노인, 소아, 장애인 등은 신속한 대피에 어려움이 발생되므로 이러한 재해 취약계층에 대한 정보제공체계 및 돌보미 서비스 체계 마련이 필요함
 - 특히, 저소득층 등은 신문, 인터넷, 스마트폰 등의 활용이 낮으므로

사전에 재해 취약계층을 파악하고, 찾아가는 재해서비스체계를 갖추는 것이 필요함

- 대피소를 홍수, 폭염, 한파 등 여러 재해에 다목적으로 활용될 수 있도록 관련 시설(냉난방시설, 비상전원시설, 비상급수시설 등)을 완비하도록 하며, 사전에 학교, 공공시설 등을 활용하여 대피소를 지정하여 관리토록 하고, 취약계층을 비롯한 지역 주민에게 홍보해야 함

○ 주거환경정비, 도시재생 등 도시재정비를 기회로 활용하여 기존 도시의 재난/재해 취약계층의 안전도를 제고함

- 일본, 독일, 영국 등과 마찬가지로 도시재생사업, 하천정비사업 등을 홍수 등에 대한 기후변화 대응 정책 기회로 활용하여야 함
- 영국 등과 같이 홍수 등 재해위험정도에 따라 취약지역을 구분하여 취약지역별 설치제한 시설 등을 명확하게 제시하여 도시 재정비시에 재해위험을 근본적으로 저감토록 해야 함
- 국내의 기부현화 대응 정책은 폭염에 관한 사업들이 집중되어 있어 미국의 저영향개발, 영국의 지속가능도시배수체계 등과 같이 빗물의 활용과 녹화 기법(녹지조성, 옥상 및 벽면 녹화 등)을 이용하여 집중호우에 대비할 수 있는 물순환 조성기법 등을 적극 적용해야 함

○ 국내 지자체에서 접근할 수 있는 기후변화 대응 정책이나 사업들은 아직 자체적으로 시작하기에는 재정적으로 어려울 수 있어 환경부에서 추진하는 국고보조사업 등을 활용하여 진행할 수 있음

- 이러한 사업들은 사업별로 모니터링과 효과분석으로 기후변화 대응력 증진에 대해 평가하고 각 지역특성에 맞게 사업들을 수정·확대해 나가도록 하는 정책지원 필요

참고문헌

- 관계부처합동(2019) <제3차 녹색성장 5개년 계획>
관계부처합동(2016) <제1차 기후변화대응 기본계획>
기획재정부(2014) <배출권거래제 기본계획(안)>
기상청(2007) <IPCC 제4차 평가보고서 기후변화 영향, 적응, 취약성 요약>
김소연(2004) 기후변화로 인한 여름철 폭서현상이 사망률에 미치는 영향
김윤중(2007) 서울시 풍수해 보험 적용방안. 서울시정개발연구원
대전광역시(2019) 대전광역시 지역현안 건의
산업통상자원부(2014) <제2차 에너지기본계획>
심우배(2012) 기후변화 적응도시 조성방안 연구
왕광익 외(2012) 기후변화 취약계층을 위한 녹색도시정책 연구
임영신 외(2013) 국가와 지자체의 기후변화 적응대책 실효성 제고를 위한 연계강화 방안
임영신(2017) 국내외 적응대책 동향 및 종합사례
임영신(2019) 지역단위 기후변화 대응사업 국내외 사례조사 및 시사점
임영신(2019) 2019년도 기후변화대응 지자체 국고보조사업 설명회
장재연 외(2009) 기후변화에 따른 건강분야 적응대책 수립방안 연구 최종보고서
추장민 외(2010) 저소득계층의 기후변화 적응역량 강화를 위한 정책방안 연구(I)
한국건설기술연구원(2007) 복합기능 생태적 건물외피 조성 기술 개발

Adapted from Ahead of the Storm (City of Toronto, 2008b)

Annual epidemiological report 2011-Reporting on 2009 surveillance data and 2010 epidemic intelligence data

Australian Government(2009). Climate Change Adaptation Actions for Local Government

Basu, R. and J. M. Samet. 2002. Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence. Epidemiol Rev, 24(2): 190-202.

Bowie, N. and G. Jackson. 2002. The raised incidence of winter deaths. General Register Office for Scotland. P.7

Canadian Climate Impacts and Adaptation Research Network, 2006

California Natural Resources Agency(2009). 2009 California Climate Adaptation Strategy

City of London(2010). Rising to the Challenge - The City of London Climate Change Adaptation Strategy

COAG, 2007, National Climate Change Adaptation Framework

Curriero, F. C. et al. 2002. Temperature and Mortality in 11 cities of the Eastern United States. *Am J Epidemiol*, 155(1): 80-87

Depietri, Yaella, Fabrice G. Renaud, and Giorgos Kallis. 2012. Heat waves and floods in urban areas: a policy-oriented review of ecosystem services. *Sustainability Science* 7(1). pp.95-107

Health Effects of Climate Change in the UK 2012 : Current evidence, recommendations and research gaps

Heatwave Plan for England(2007)

IPCC. 2007. Climate Change 2007: Impacts, adaptation, and vulnerability. Fourth Assessment Report

Jennifer Penney, 2009. Climate Change adaptation planning in Toronto: Progresss and Chanllenges

UK Dept. of Communities and Local Government. 2007. Planning Policy Statement: Planning and Climate Change

National Adaptation Plan (2011-2015), France

New Strategy Forecasting Infectious Disease(2002)

McKee, C. M. 1989. Deaths in winter: can Britain learn from Europe?. *Eur J Epidemiol*, 5(2): 178-.82.

MAAF, 2005, Finland's National Adaptation Strategy

O'Neill, M. S. et al. 2003. Modifiers of the temperature and mortality association in seven US cities. *Epidemiology* 157. pp.1074-1082

Pattenden, S. et al. 2010. Ozone, heat and mortality: acute effects in 15 British conurbations. *Occup Environ Med*, 67(10): 699-707.

Spickett, J. 2007. Health impacts of climate change: Adaptation strategies for Western Australia. Dept. of Health.

Taylor, Dorceta E. 2000. The Rise of the Environmental Justice Paradigm: Injustice Framing and the Social Construction of Environmental Discourses. *American Behavioral Science* 43(4). pp.508-580

The City of Toronto(2008). Ahead of the Storm - Preparing Toronto for Climate Change

국가기후변화적응센터(<http://kaccc.kei.re.kr>)

니가타현(<http://www.pref.niigata.lg.jp/jutaku/kokusetu.html>)

미국 질병통제예방센터(<http://www.cdc.gov>)

인천기후환경연구센터(URL: <http://climate.idi.re.kr>)

오사카시(<http://www.city.osaka.lg.jp/kankyo/page/0000055823.html>)
일본환경청(http://www.env.go.jp/chemi/heat_stroke)
일본 국토교통성(<http://www.mlit.go.jp>)
AIR NOW(<http://airnow.gov>)
AMERICAN LUNG ASSOCIATION(<http://www.lung.org/lung-disease/asthma/creating-asthma-friendly-environments/asthma-in-schools/>)
ASTHMA UK(<http://www.asthma.org.uk/>)
BRE Group(<https://www.bregroup.com>)
ENVIRONMENTAL PROTECTION DEPARTMENT(<http://www.epd.gov.hk/epd/eindex.html>)
European Commission(<http://ec.europa.eu>)
FEMA(<http://www.fema.gov><http://www.fema.gov>)
GIEWS(<http://www.fao.org/giews/english/index.htm>)
Geolinde(www.geolinde.musin.de)
Met Office(<https://www.metoffice.gov.uk/>)
Public Health Agency of Canada(<http://www.phac-aspc.gc.ca>)
UKCIP(<http://www.ukcip.org.uk>)
WIKI PEDIA(<http://www.epd.gov.hk/epd/eindex.html>)
WHO THAILAND(<http://www.whothailand.org>)