

기본연구보고서 2016-08

환경재난형 폭염에 관한 기초연구

Research on Environmental Disasters and Heat Waves

정 환 도

연구진

연구책임

- 정환도 / 도시기반연구실 책임연구위원

- 목 차 -

제1장 서론	3
제1절 연구의 필요성 및 목적	3
1. 연구의 필요성	3
2. 연구의 목적	4
제2절 연구의 방법	5
제2장 국내외 폭염정책 현황 및 사례	9
제1절 국내외 폭염정책	9
1. 국내	9
2. 국외	15
제2절 폭염으로 인한 국내외 재해재난 사례조사	24
1. 국내	24
2. 국외	28
제3장 폭염의 미래변화 추이와 온열질환 분석	35
제1절 폭염에 미치는 요인	35
1. 기후	35
2. 강수량	41
제2절 폭염의 미래변화 추이 분석	48
1. 대도시별 미래변화 추이	48
2. 대전광역시 미래변화 추이	53

제3절 폭염과 관련한 영향인자 분석	54
1. 폭염일수 분석	54
2. 온열질환자수 분석	56
3. 대도시별 폭염일수와 온열질환 특성 비교	58
4. 대도시별 열야일수 비교	62
제4절 대전형 폭염대응 정책방향	63
1. 폭염대응을 위한 제도 및 시스템 정비	63
2. 대전형 폭염전문(연구)센터 설립	65
3. 법률에 의한 피해보상의 근거필요	66
제4장 결론	69
참고문헌	72

- 표 목 차 -

〈표 2-1〉 폭염피해 방지대책(2015년)	9
〈표 2-2〉 중점 추진대책 사항(2016년)	10
〈표 2-3〉 개선된 폭염대응 종합대책 사항(2016년)	12
〈표 2-4〉 제2차 국가기후변화적응대책(2016년-2020년)	13
〈표 2-5〉 미국의 폭염경보 발령 단계	16
〈표 2-6〉 영국의 지역별 기준온도	18
〈표 2-7〉 HPS 레벨에 따른 상세내용	18
〈표 2-8〉 영국의 폭염 정책	19
〈표 2-9〉 일본 일상생활에 관한 폭염경보	20
〈표 2-10〉 일본 야회활동에 관한 폭염경보	21
〈표 2-11〉 일본 정부의 폭염 대책에 따른 관계부처의 역할(2016년)	22
〈표 2-12〉 최근 6년간 폭염에 의한 피해 현황과 최고기온 현황	25
〈표 2-13〉 최근 7년간 열사병으로 이송된 환자수와 사망자 현황	30
〈표 3-1〉 대전 미래 강수량의 변화 수치(2001년-2100년)	44
〈표 3-2〉 서울의 미래 폭염일수 현 기후값 대비 차이(일)와 경향성(일/10년)	48
〈표 3-3〉 인천의 미래 폭염일수 현 기후값 대비 차이(일)와 경향성(일/10년)	49
〈표 3-4〉 부산의 미래 폭염일수 현 기후값 대비 차이(일)와 경향성(일/10년)	50
〈표 3-5〉 울산의 미래 폭염일수 현 기후값 대비 차이(일)와 경향성(일/10년)	51
〈표 3-6〉 광주의 미래 폭염일수 현 기후값 대비 차이(일)와 경향성(일/10년)	52
〈표 3-7〉 미래 폭염일수의 현 기후값 대비 차이(일)와 경향성(일/10년)	53
〈표 3-8〉 대도시별 열대야일수 비교	62

- 그림 목 차 -

〔그림 1-1〕 연구 수행 절차	5
〔그림 2-1〕 HI의 4단계 구분	15
〔그림 2-2〕 Portland Ecoroofs의 모습	17
〔그림 2-3〕 전국 평균 폭염일수(1967년 1월1일-2016년 9월19일까지) ...	24
〔그림 2-4〕 미국의 연도별 폭염 사망자 수	28
〔그림 2-5〕 2003년 폭염당시 표면온도 패턴	29
〔그림 2-6〕 일본 연도별 열사병에 의한 이송환자의 사망자수	31
〔그림 3-1〕 전국 기후 변화량(1970년-2015년)	36
〔그림 3-2〕 대전 기후 변화량(1970년-2015년)	38
〔그림 3-3〕 대전 미래 평균기온 변화량(2001년-2100년)	39
〔그림 3-4〕 대전 미래 최저기온 변화량(2001년-2100년)	39
〔그림 3-5〕 대전 미래 최고기온 변화량(2001년-2100년)	40
〔그림 3-6〕 전국 강수량의 변화량(1970년-2015년)	41
〔그림 3-7〕 전국 연대별 강수량의 변화량(1970년-2015년)	42
〔그림 3-8〕 대전 강수량의 변화량(1970년-2015년)	43
〔그림 3-9〕 대전 연대별 강수량의 변화량(1970년-2015년)	43
〔그림 3-10〕 대전 미래 강수량의 변화량(2001년-2100년)	44
〔그림 3-11〕 대도시별 45년간 강수량의 변화량(1973년-2015년)	46
〔그림 3-12〕 대도시별 45년간 평균 강수량(1973년-2015년)	47
〔그림 3-13〕 최근 5년간 전국 폭염일수 현황(2011년-2015년)	54
〔그림 3-14〕 최근 5년간 대전 폭염일수 현황(2011년-2015년)	55

[그림 3-15] 전국 온열질환 환자 신고현황(2011년-2015년)	56
[그림 3-16] 전국 온열질환 환자 신고현황(2011년-2015년)	57
[그림 3-17] 전국 폭염일수 현황(2011년-2015년)	59
[그림 3-18] 전국 온열질환 환자 신고현황(2011년-2015년)	61

제 1 장

서론

제1절 연구의 필요성 및 목적

제2절 연구의 방법

제 1 장 서론

제1절 연구의 필요성 및 목적

1. 연구의 필요성

우리나라에서 발생하는 자연재해 그 대부분은 기상현상에 의해 발생하는 기상재해에 포함된다. 기상재해는 태풍, 호우, 대설 등으로 이 가운데 95%이상은 수해¹⁾로 이어진다.

그러나, 역대 최고의 인명피해를 일으킨 기상재해는 1994년에 발생한 폭염이다. 이때 발생한 폭염으로 사망자 수만 3천명을 넘어서는 등 그 영향력은 매우 위력적이다.

기상청에서는 폭염의 위험성을 인지하고 일 최고기온이 33℃ 이상인 상태가 2일 이상 지속될 것으로 예상될 때 폭염주의보를, 일 최고기온이 35℃ 이상인 상태가 2일 이상 지속될 것으로 예상될 때 폭염경보를 발효한다²⁾.

국민안전처에서는 2005년 폭염종합대책을 수립, 이를 보완하여 2006년부터 본격적인 종합 대책을 수립하여 추진하고 있다³⁾. 그러나 폭염종합대책은 폭염으로 인한 피해를 방지하는 대책이며, 근본적 사전예방적 차원의 해결에는 조금 미흡하다.

한편, 한반도 기후변화 전망보고서⁴⁾에 따르면, 21세기 후반(2071년-2100년)에는 연평균 기온이 17.8℃ 정도로 상승할 것으로 예측하고 있다. 또한 일최고기온 역시 23.4℃ 정도로 상승할 것으로 예측하고 있어 심각한 피해가 전망된다. 더욱이, 현재 폭염일수가 10일 정도에 불과하지만, 21세기 후반기(2071년-2100년)에는 약 40일로 증가될 것으로 예측하고 있다. 폭염일수 40일은 우리나라 여름철 7-8월 대부분이

1) 박덕근·이종설(2001), 우리나라 재해현황과 방재정책, 대한지질공학회 심포지엄자료집, pp.1-22.

2) 기상청(<http://www.kma.go.kr>).

3) 국민안전처(2011), 폭염대응 건강관리 업무 가이드북.

4) 기상청(2012), 한반도 기후변화 전망보고서, P.74의 RCP 8.5 시나리오를 바탕으로 작성.

폭염에 노출될 가능성을 의미한다. 이는 특히 노약자 및 어린이의 온열질환으로 이어져 사망자 수 또한 폭발적으로 증가하게 되는 것을 의미한다.

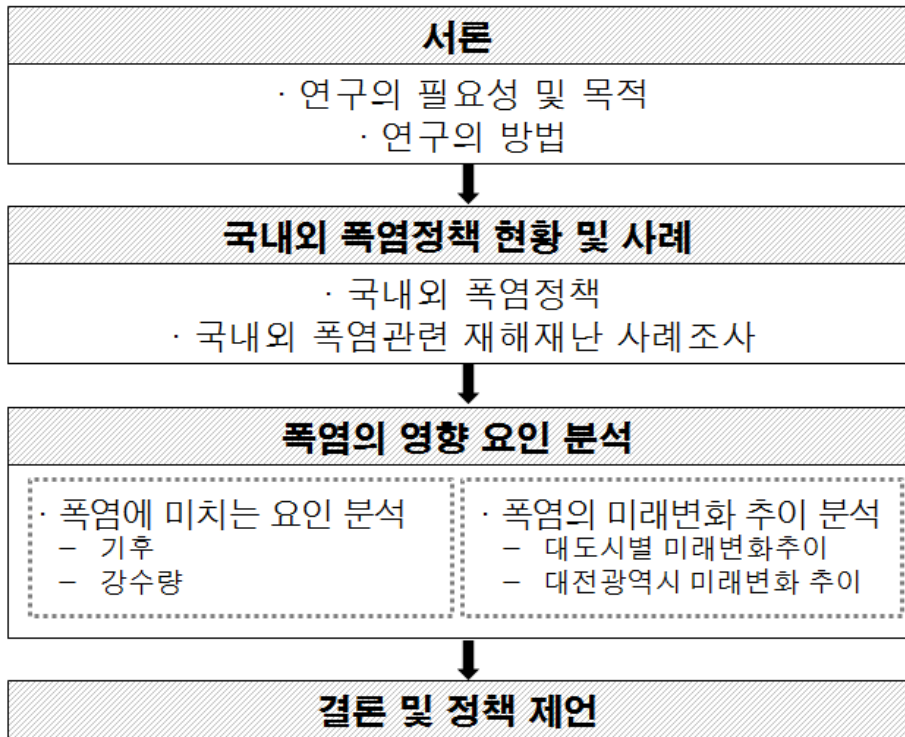
한편, 폭염의 위험으로부터 안전한 도시만들기를 위해서는 종합적 대책과 함께 스마트한 폭염정책, 그리고 미래지향적 폭염전문기관 설립 등도 필요할 것이다.

2. 연구의 목적

이에 본 연구에서는 폭염과 관련한 정책방향을 제시함에 있다. 구체적으로는 국내외 폭염 정책과 폭염관련 재해재난 사례, 폭염의 폭염에 미치는 요인을 분석하고, 미래변화 추이를 분석한다. 그리고 지역형 폭염대응을 위한 정책방향을 제시하고자 한다.

제2절 연구의 방법

본 연구에서는 국내외 폭염정책 현황 및 사례를 조사하고, 폭염의 영향요인을 분석하여 폭염과 관련한 정책적 방향을 제시하였다. 연구의 흐름도는 아래와 같다(그림 1-1).



[그림 1-1] 연구 수행 절차

제 2 장

국내외 폭염정책 현황 및 사례

제1절 국내외 폭염정책

제2절 폭염으로 인한 국내외 재해재난 사례조사

제 2 장 국내외 폭염정책 현황 및 사례

제1절 국내외 폭염정책

1. 국내

1) 폭염피해 방지 대책

국민안전처에서는 여름철 폭염 대응을 효율적으로 수행하기 위하여 관계부처·지자체가 합동하여 ‘폭염대응 종합대책’을 수립한다.

<표 2-1> 폭염피해 방지대책(2015년)

부 처	대 책
국민안전처	<ul style="list-style-type: none"> ○ 무더위 쉼터에 에어컨 설치가 된 곳을 추가로 확대 지정하고 고장유무, 청결상태 등 일제 안전점검 실시 ○ 관할 구급차 부재시 소방 펌프차(펌블런즈*) 902대 출동체계 가동 ○ 폭염특보시 마을애플, 전광판, 인터넷 활용 대국민 행동요령 홍보활동 강화
보건복지부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 온열환자 발생시 감시·정보수집 체계 개선방안 마련하여 사망자 신고시 작업내용, 여건 등 심층조사 실시 후 연관성 결정 ○ 독거노인 보호를 위해 대상자와 생활관리사, 친지와 비상연락체계를 구축하여 일일 건강 안전여부 확인 ○ 알코올·정신질환·결핵·노숙인을 대상으로 상담 실시하고, 건강에 이상이 있을시 즉시 병원으로 이송 및 거리노숙인 응급대피소 24시간 운영
교육부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유·초·중·고등학교에 적용하던 단축수업, 휴교 등을 대학까지 확대 적용 ○ 고등교육기관 단체연수(MT 등)도중 폭염 사고발생시 당일 상황보고 체계 구축
고용부/국토부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 근로자 건강관리를 위해 안전보건지킴이를 활용 온열질환 예방 3대 원칙(물, 그늘, 적정 휴식시간)을 준수토록 사용자 및 근로자에게 지도·교육 강화 ○ 철도 취약구간 29개소 폭염 시간대 속도제한(60Km) 추진

부 처	대 책
산업부	○ 하절기 에너지 절전 규제에 무더위 쉼터는 제외하여 적정 실내온도 유지
농식품부·해양수산부·경찰청	○ 가축, 양식장 피해예방을 위해 현장기술지원단 현장방문 실시 및 농어촌 지역 영농작업장 순찰활동 강화
방통위·미래부·문체부·	○ 지상파, 종합편성채널, 케이블 등 방송사 대국민 홍보방송 및 대국민 행동요령 홍보영상 상영 ○ 다중이용시설 관람객 안전 최우선 조치 및 환자 이송을 위한 긴급출동 체계 구축

자료 : 국민안전처 보도자료(2015), 정부합동 폭염피해 방지대책 발표(2015. 6. 18.)

2016년도 중점 추진 대책 사항으로는 아래와 같다. 대표적으로 국민안전처에서는 폭염 상황 관리 및 대응 체계를 구축하고, 폭염을 대비하여 현장밀착형 119 응급구급 체계를 구축하였으며, 복지부에서는 독거노인 및 학생과 같은 폭염취약계층을 보호하기 위하여 재난도우미(12만 여명)을 활용하고 안부 확인이나 행동요령을 홍보하였다.

<표 2-2> 중점 추진대책 사항(2016년)

부 처	대 책
국민안전처	○ 폭염 상황관리 및 대응체계 구축 - 폭염특보 전파 및 행동요령 홍보(폭염 주간안전사고 예보, 크로샷 등) ○ 전국 무더위 쉼터(41,569개소) 지정·운영(국민안전처, 지자체) ○ 폭염대비 현장밀착형 119 응급구급체계 구축 - 관할 구급차 부제시 펌블런스*(1,105대) 출동체계 가동(의료장비 탑재) * 소방펌프차에 기초 구급장비를 적재하여 구급업무 수행하는 시스템 - 생리 식염수, 얼음팩, 얼음조끼 등 필수 구급장비 탑재 * 구급대원 8,442명, 구급차 1,317대
산업부	○ 하계 전력수요 급증에 대비한 「지정기간 수요조정 제도」 등 마련(* 약정체결 기간동안 일정수준 이상 전력수요를 줄이는 경우 지원금 지급

부 처	대 책
지자체	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전국 무더위 쉼터(41,569개소) 지정·운영(국민안전처, 지자체) <ul style="list-style-type: none"> * 지자체 예산확보 89억원(쉼터당 약21만원) : 국고 15억, 지방비 70억, 재해구호기금 4억 ○ 전국 무더위 쉼터(41,569개소) 지정·운영(국민안전처, 지자체) ○ 독거노인, 장애인, 학생 등 폭염 취약계층 보호 <ul style="list-style-type: none"> - 재난도우미(12만 여명) 활용, 안부확인 및 행동요령 홍보 ○ 캠페인, 가두방송, 언론·방송 등 폭염대응 행동요령 집중 홍보(중앙지자체)
복지부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 독거노인, 장애인, 학생 등 폭염 취약계층 보호 <ul style="list-style-type: none"> - 재난도우미(12만 여명) 활용, 안부확인 및 행동요령 홍보 ○ 온열질환 감시체계 운영 <ul style="list-style-type: none"> - 일일 폭염환자(온열질환) 발생보고 * 온열질환 : 열사병, 일사병, 열경련, 열부종, 열실신, 열탈진
교육부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 독거노인, 장애인, 학생 등 폭염 취약계층 보호 <ul style="list-style-type: none"> - 초·중·고·대학교 등·하교 시간 조정·단축수업, 휴업 등 추진
농식품부/고용부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 영농·건설현장 등 폭염 취약작업장 예찰, 행정지도 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 농업기술센터 교육 등을 통한 농어민 대상 폭염 행동요령 교육·홍보 - 폭염대비 취약사업장 지도 및 안전보건교육·홍보강화
국토부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 철도분야 안전관리 대책 추진 <ul style="list-style-type: none"> - 취약구간 감시원 배치 및 선로 온도 상승에 따른 열차 운행규제 시행 - 폭염대비 비상근무 실시 및 지역본부 자체 폭염대처 계획 추진

자료 : 국민안전처 보도자료(2016), 2016년 폭염대응 종합대책 수립보고(2016. 5. 19.)

한편, 2015년도와 2016년도를 비교할 때, 2016도에 몇 가지 항목이 추가 개선되었다. 예컨대 국민안전처에서는 주간 안전사고 예보에 폭염위험을 추가하는 한편, 지자체와 개선 대책의 정보 서비스에 강화한다. 보건복지부는 온열 질환 발생시 감시·정보 수집 체계를 개선하였다.

〈표 2-3〉 개선된 폭염대응 종합대책 사항(2016년)

부 처	대 책
국민안전처	<ul style="list-style-type: none"> ○ 「주간 안전사고 예보」에 폭염 위험 추가 - 폭염특보 시 시·도, 언론사 및 국가재난정보센터에 폭염위험정보 제공 * 폭염일수, 기온 등 실제 폭염사망자 수의 빅데이터 분석 기반 예보
국민안전처/ 지자체	<ul style="list-style-type: none"> ○ 무더위쉼터 야간, 주말 운영 여부 등 정보 서비스 강화 - 야간, 주말 운영 여부 신규 제공(공공데이터 포털, 지체별 홈페이지) - 현재위치와 가까운 무더위 쉼터 표출 서비스 제공(안전디딤돌 앱) * (‘15년) 시·군·구 단위 지역별로 쉼터명칭, 주소, 쉼터 유형, 이용가능한 원 항목 제공
보건복지부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 온열질환 발생 감시·정보수집 체계 개선 - 온열질환자현황이 주말에도 집계될 수 있도록 보고체계 개선 - 온열질환 사망자 대상 심층조사 시행(발생지역 및 기저질환 조사)
기타	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농업인 사망자 빈발에 따라 지역자율방재단, 112 순찰 등 현장순찰 강화 - 폭염 특보시 취약시간대 순찰 및 매일 2회 이상 방송 실시 등 ○ 폭염이 단순히 더운날이라는 국민의 인식전환을 위한 동영상 제작

자료 : 국민안전처 보도자료(2016), 2016년 폭염대응 종합대책 수립보고(2016. 5. 19.)

2) 국가기후변화적응대책

우리나라에서는 폭염을 포함하는 기후변화적응과 관련하여 정량적이고 거시적인 종합적 계획을 작성하고 있다. 제1차 국가기후변화적응대책(2011년-2015년)은 14개 부처 합동으로 수립 추진하여 표층염시 야외활동 자제 등의 내용이 포함되었다.

더불어 제2차 국가기후변화적응대책(2016년-2020년)에서는 폭염 등 기후변화로 인한 피해를 최소화하고 기회를 활용하기 위한 계획을 마련 중에 있다.

〈표 2-4〉 제2차 국가기후변화적응대책(2016년-2020년)

방 향	추진과제
과학적인 기후변화 위험관리 체계마련	<ul style="list-style-type: none"> ○ 예보시스템 강화 : 정지궤도 복합위성 개발·발사, 이상기후(폭염 포함) 장기 정보제공, 녹조·오존 등 환경예보 강화 등 ○ 시나리오 개발 : IPCC 신규시나리오(제6차)에 기반한 한국형 기후 시나리오 개발(폭염포함) 및 미래 전망자료 생산·제공 ○ 통합 취약성평가리스크관리 : 부문별·부처별 취약성평가를 통합한 평가모형(MOTIVE) 개발, 지변단위 취약성지도 제공 ○ 통합정보 제공 : 각 부처의 기후변화 정보를 연계·통합하여 DB구축 및 재난기후영향 등 수요자 맞춤형 정보 제공 강화
기후변화에 안전한 사회 건설	<ul style="list-style-type: none"> ○ 취약계층 보호·지원 : 기후변화 취약계층 DB 구축운영, 바우처제도, 방문서비스(지역보안관)제공 등 기후변화 취약계층 보호·지원 ○ 건강피해 예방 및 관리강화 : 기상재해 대응을 위한 권역별 응급의료센터 확충, 감축건강증진에 기여하는 공동편의 사업의 활성화 ○ 취약지역·시설 피해 최소화 : 하수도정비 중점관리지역 관리, 이상기후 대비 교통시설 관리, 연안지역 홍수취약성 분석 등 작성 ○ 재난·재해 관리 시스템 강화 : 재해예방형 도시계획 수립기준 마련·개선, 재난관리자원 공동 활용시스템 구축 등
기후변화를 활용한 산업계 경쟁력 강화	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산업별 적응역량 강화 : 적응능력이 강한 품종 육성, 기업별·산업단지별 적응대책 수립 유도, 기후관련 보험·컨설팅·관광업 등 서비스업 육성 ○ 산업별 적응인프라 확대 : 가뭄대책 및 식수원 확보대책 마련, 기후변화를 고려한 에너지 수요·공급 관리, 내재해형 기반시설 구축 등 ○ 기후변화 적응 기술개발 : 기후변화 대응 재배기술, 감염성질환 대응, 빗물유출 제로화 기술 등으로 기후변화를 기회로 전환 ○ 해외시장 진출기반 조성 : 적응산업 육성 중장기 로드맵 마련 및 시장 정보제공, 국제협력 프로젝트 등으로 국가 신성장 동력의 확보
지속가능한 자연자원 관리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생물종 보전·관리 : 기후변화 취약생물종 보전 및 생물자원의 현지내외 보전, 신종·미기록 생물종 DB 구축 ○ 생태계 복원·서식지 관리 : 연안습지 등 취약지역 서식지 보전 및 산림·수생태계 복원, 훼손된 산림·해양 생태축 복원

방 향	추진과제
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생태계 위험요소 관리 : 유해·교란생물 관리기술 개발 및 위해 우려종 확대·지정, 산림병해충 예찰시스템 현대화
<p>국내·외 적응정책 이행기반 마련</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정책실효성 강화 : 기후변화 적응관련 법적기반 강화, 자발적 적응기금 마련, 他정책계획과 기후변화 적응정책 연계 <ul style="list-style-type: none"> * 예비타당성조사, 환경영향평가 대상사업 추진시 기후변화 고려 및 적응정책연계 ○ 지역활동 촉진 : 지자체 적응계획 수립·이행 및 평가·환류, 권역별 대표 적응사업 발굴·추진, 지역별 민·관협의체 운영 ○ 국제협력 강화 : 개도국 지원 프로그램 운영 및 국제기구(UNEP/UNDP 등) 등과 국제협력 강화, 북한 기후정보체계 구축 및 협력사업 추진 ○ 인식확산 : 온·오프 홍보매체를 활용하여 수요자 맞춤형 적응정보 및 행동요령 제공, 기후변화 전문가 육성 및 정규 교육프로그램 개발

자료 : 환경부 보도자료(2015), 기후변화대비 범정부 국가적응대책 마련(2015. 12. 22)

2. 국외

1) 미국

(1) 폭염경보체계

미국의 NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)은 폭염과 관련하여 NWS(National Weather Service)의 HI(Heat Index or apparent temperature)를 바탕으로 폭염상황을 발표하여 전달한다(그림 2-1).

	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110
40	80	81	83	85	88	91	94	97	101	105	109	114	119	124	130	136
45	80	82	84	87	89	93	96	100	104	109	114	119	124	130	137	
50	81	83	85	88	91	95	99	103	108	113	118	124	131	137		
55	81	84	86	89	93	97	101	106	112	117	124	130	134			
60	82	84	88	91	95	100	105	110	116	123	129	137				
65	82	85	89	93	98	103	108	114	121	128	136					
70	83	86	90	95	100	105	112	119	126	134						
75	84	88	92	97	103	109	116	124	132							
80	84	89	94	100	106	113	121	129								
85	85	90	96	102	110	117	126	135								
90	86	91	98	105	113	122	131									
95	86	93	100	108	117	127										
100	87	95	103	112	121	132										

상대습도 (%)

□ 주의 □ 매우조심 □ 위험 □ 매우위험

[그림 2-1] HI의 4단계 구분

자료 : National Oceanic and Atmospheric Administration(<http://www.nws.noaa.gov/>)

NWS의 지역 사무소에서는 지역단위로 폭염의 정도에 따라서 폭염경고, 폭염주의, 폭염권고, 폭염경계로 4단계로 구분하여 발표한다.

<표 2-5> 미국의 폭염경보 발령 단계

경보 발령 단계	상세 내용
폭염 경고 (Excessive Heat Warning)	매우 위험한 열 조건으로 시작 12시간이내 발령
폭염 주의 (Excessive Heat Watches)	다음 24-72시간 이후 과한 열상태가 호의적일 때 발령 (폭염 위험이 증가되나 불확실한 경우)
폭염 권고 (Heat Advisory)	극도의 위험한 열상태가 시작되고 12시간 안에 발령 (약 37.7℃로 전망하거나 적어도 2일 안에 더 높아지는 온도의 경우, 저녁의 온도가 약 25.5℃ 이하로 내려가지 않은 경우)
폭염 경계 (Excessive Heat Outlooks)	3-7일 이후 과도한 열상태가 잠재적으로 존재할 경우발령

자료 : National Oceanic and Atmospheric Administration(<http://www.nws.noaa.gov/>)

(2) 폭염에 대한 계획

미국의 경우, EPA(Environmental Protection Agency)에서 폭염과 관련하여 열섬현상을 줄이고자 관련된 리스크를 최소화하면서 Cooling 전략을 세웠다⁵⁾. 특히 초록색 지붕(Green roof), 지붕위의 정원 조성 등이 있다.

자치단체별로는 폭염시 CC(Cooling center)를 운영하며 위치를 제공한다. 뉴욕의 Emergency Management⁶⁾에서는 폭염에 대비하여 CC에 대한 위치 정보를 검색할 수 있게 마련하였으며, Los Angeles에서도 홈페이지 상에서 CC에 대한 위치와 TWF(Temporary Water Fountains)를 제공한다⁷⁾.

5) EPA사이트(<https://www.epa.gov/>).

6) 미국 뉴욕 응급부서(<http://www1.nyc.gov/>).

7) 미국 Los Angeles 시청(<http://lamayor.org/>).



[그림 2-2] Portland Ecoroofs의 모습⁸⁾

자료 : The CITY OF PORTLAND Oregon(<https://www.portlandoregon.gov>)

2) 영국

(1) 폭염 경보 체계

영국의 PHE(Public Health England)는 2013년 4월 1일에 설립되었으며, 단일 보건 서비스를 제공하며, HPA(Health Protection Agency)를 포함한 약 70개 기관이상의 공공 건강 전문가들로 이루어져있다. PHE의 HPS(Heat-health watch service)는 영국의 기상청(Met Office) 홈페이지에서 폭염 단계에 대한 정보를 제공(표 2-7)한다. 총 5단계로 나뉘며, 각 지역별로 선정된 기준온도(thresholds temperature)로부터 낮과 밤의 최대 온도를 측정하여 경보의 기준을 마련(표 2-6)하였다. 매년 6월 1일에서 9월 15일까지 운영되고 있다.

8) 포틀랜드시의 오리건주에서 제공하는 green roof의 모습.

<표 2-6> 영국의 지역별 기준온도

지 역	낮 최고 온도 (℃)	밤 최고 온도 (℃)
North East England	28	15
North West England	30	15
Yorkshire and the Humber	29	15
West Midlands	30	15
East Midlands	30	15
East of England	30	15
Southeast England	31	16
London	32	18
Southwest England	30	15

자료 : 영국 기상청(Met Office), <http://www.metoffice.gov.uk>(2016.9.11. 기준).

<표 2-7> HPS 레벨에 따른 상세내용

구 분	상세내용
레벨 0	· 장기적으로 감시(항상)
레벨 1	· 폭염과 여름철 대비 프로그램(6월 1일-에서 월 15일)
레벨 2	· 폭염 예보 - 경고와 준비태세(2-3일 이후 폭염의 60% 위험)
레벨 3	· 폭염 발표 - 기상청 국립 약천후 경보 서비스 지역에 하나 이상의 기준온도를 넘어선 경우
레벨 4	· 주요 사건 - 비상반응 : 중앙 정부는 심각한 폭염이나 건강보다도 다른 부분에 영향을 주는 장기 폭염의 현상에 레벨 4 경보를 선언한다.

자료 : 영국 기상청(Met Office), <http://www.metoffice.gov.uk>(2016.9.11. 기준).

또한 폭염에 대비하여 PHE, DOH(Department of Health), NHS((National Health Service)에서는 매년 국가 차원에서 매뉴얼 및 보고서를 발간하고 있다⁹⁾.

9) 영국 정부에서 자료 정보에 관한 정보 검색이 가능하며, 가장 최근 업데이트된 자료(2016. 9.12.

(2) 폭염에 대한 계획

PHE(2015)¹⁰⁾에 의하면 폭염에 대한 준비와 장기 전략을 위하여 다양한 정책을 세웠다. 미래를 위한 현재 준비 정책과 건강·사회복지를 위한 장기 전략이다.

특히 미래를 위한 현재 준비 정책은 도시 열섬정책, 녹지조성정책, 열보호 주택 조성, 쾌적한 온도를 위한 병원 및 요양시설의 조성 정책들이 있다.

<표 2-8> 영국의 폭염 정책

계 획	상세 내용
<p>미래를 위한 현재 준비 정책</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 도시열섬정책(urban heat islands) <ul style="list-style-type: none"> - 시원한 지붕(cool roof), 시원한 보도(cool pavements) 조성 등 · 녹지조성정책(creating cool environments with green spaces) <ul style="list-style-type: none"> - 녹지를 조성하여 환경오염, 소음, 감소 · 열보호절연주택조성(how insulating homes can protect against heat) <ul style="list-style-type: none"> - 열로부터 보호할 수 있는 단열재 사용 및 건축기법 활용 등 · 쾌적한 온도를 위한 병원시설 및 요양시설 조성 정책 (cooling hospital estates and care homes) <ul style="list-style-type: none"> - 공동절연기술 적용 및 교통계획, 자동차 공유로 주차 공간 반입을 줄임 등

자료 : PHE(2015), Heatwave plan for England (Making the case : the impact of heat on health-now and n the future).

기준)로 'Heat-wave Plan for England: cover letter'를 발간.

<https://www.gov.uk/government/publications/heatwave-plan-for-england#history>.

10) PHE(2015), Heatwave plan for England (Making the case : the impact of heat on health-now and n the future).

3) 일본

(1) 폭염경보체계

환경성에서는 WBGT(Wet Bulb Globe Temperature)를 사용하여 폭염 경보를 발령한다. 열사병 예방을 목적으로 1854년 미국에서 제안된 지표로, 일상생활에 관한 지침과 운동 지침 두 가지로 나뉜다.

〈표 2-9〉 일본 일상생활에 관한 폭염경보¹¹⁾

온도기준 (WBGT)	주의해야 할 생활 활동의 기준	주의 사항
위험 (31℃ 이상)	모든 생활 활동에서 생길 위험	고령자 : 안정 상태에서도 발생할 위험이 큼 외출은 가급적 피하고 서늘한 실내로 이동 권고
엄중 경계 (28-31℃*)		외출 시 불볕더위를 피하며, 실내의 실온 상승에 주의
경계 (25-28℃*)	중등도 이상의 생활 활동에서 생길 위험	운동, 격렬한 작업 시 정기적으로 휴식을 취함
주의 (25℃ 이하)	강한 생활 활동에서 생길 위험	일반적으로 위험은 적지나 심한 운동, 중노동시 발생위험에 주의

자료 : 일본 환경성(2015.9.13.일 기준), <http://www.wbgt.env.go.jp/wbgt.php>.

11) ※ 28-31℃ 및 25-28℃은 각각 28℃ 이상 31℃ 미만, 25℃ 이상 28℃ 미만을 나타냄.

〈표 2-10〉 일본 야외활동에 관한 폭염경보¹²⁾

기온 (참고)	더위지수 (WBGT)	열사병 예방 운동 지침	
35℃ 이상	31℃ 이상	운동은 원칙적 중단	특별한 경우를 제외하고는 운동 중지 (특히 어린이의 경우는 중지)
31-35℃	28-31℃	엄중 경계 (심한 운동은 중지)	열사병의 위험이 높으므로 심한 운동과 같은 체온 상승 운동은 피함 운동하는 경우에는 자주 휴식을 취하고 수분 염분의 보급을 실시 체력이 낮은 사람 더위에 익숙하지 않은 사람은 운동 중지
28-31℃	25-28℃	경계 (적극적으로 휴식)	열사병 위험이 증가하므로 적극적으로 휴식을 취하고 적절히 수분·염분을 보급 격렬한 운동은 30분 간격 정도의 휴식 권고
24-28℃	21-25℃	주의 (적극적으로 수분)	열사병에 의한 사망 사고가 발생할 가능성 열사병의 징후에 주의 운동 사이에 적극적으로 수분 염분을 보충
24℃ 미만	21℃ 미만	거의 안전 (적절한 수분)	열사병의 위험은 작으나 적절한 수분·염분의 보급 필요 (시민 마라톤 등 열사병 발생에 주의)

자료 : 일본 환경성(2015.9.13.일 기준), <http://www.wbgt.env.go.jp/wbgt.php>.

(2) 2016년 여름 열사병에 대한 정부 대책

일본의 경우, 열사병과 관련하여 ‘일본의 소방청(消防庁), 문부과학성(文部科学省), 후생노동성(厚生労働省), 농림수산업성(農林水産省), 기상청(気象庁), 환경성(環境省)’ 이 함께 예방 및 응급조치에 관한 지식의 홍보와 교육, 대책 등의 효율적·효과적 이행 방안을 검토하고 정보를 교환하는 관계부처로 구성된 회의를 하였다¹³⁾.

12) 28-31℃ 및 25-28℃은 각각 28℃ 이상 31℃ 미만, 25℃ 이상 28℃ 미만을 나타냄.

13) 일본 환경성 홈페이지(2016.9.13. 기준), <http://www.wbgt.env.go.jp>.

<표 2-11> 일본 정부의 폭염 대책에 따른 관계부처의 역할(2016년)

주요 대책	담당 부처	상세내용
기상 정보 제공, 주의 환기	기상청	기온의 관측·예측 정보 제공, 주의 환기
	환경성	더위 지수(WBGT) 정보 제공
예방·대처법 보급 계발	소방청 문부과학성 후생노동성 농림수산성 기상청 환경성	‘열사병 예방 강화 월간’의 설정
	소방청 후생노동성	구급 업무의료 현장에서 열사병 대책
	후생노동성 환경성	일상생활에서 열사병 대책
	문부과학성	학교 현장에서 열사병 대책
	후생노동성	직장에서 열사병 대책
	농림수산성	농업 현장에서 열사병 대책
	경제산업성	절전 계발의 열사병 대책
	후생노동성	‘건강을 위해 물을 마시자’ 추진 운동의 지원
	환경성	연수회·강습회 실시
	발생 상황 등에 관한 정보 제공	소방청
문부과학성		학교 관리 하에 열사병의 발생 상황 등에 대해 연도마다 학교 종류에 따른 정보 및 학년, 성별, 발생 경향, 월별 발생 경향에 대해 발표

주요 대책	담당 부처	상세내용
	후생노동성	최근 10년간의 직장에서 열사병에 의한 사고 재해 발생 상황을 정리해 공표
		인구 변화 통계에 따른 열사병 사망자 수를 집계하여 공표
		일본 구급 의학회를 중심으로, 전국 구명 구급센터와 대학 병원의 의료기관 네트워크를 통해 열사병 환자 발생 상황의 실태 파악 (7월 1일~ 8월 31일까지 열사병 환자 수 등 정보 보고 다음 날 홈페이지에서 공표)
조사 연구의 추진 (환경부)	환경성	온난화와 열 스트레스에 관한 조사 연구

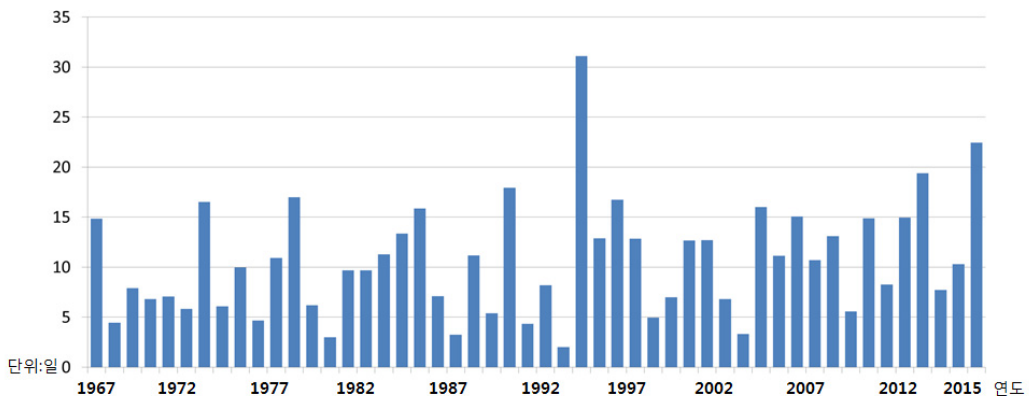
자료 : 일본 환경성(2016.9.13.일 기준), <http://www.wbgt.env.go.jp/wbgt.php>.

제2절 폭염으로 인한 국내외 재해재난 사례조사

1. 국내

전국¹⁴⁾ 평균 폭염일수(그림 2-3)에서, 최근 50년간의 폭염일수(1967년에서 2016년까지)가운데 1994년이 31.1일로 가장 많았다. 그리고 2016년 22.4일, 2013년 19.39일로 나타났다.

1994년 대구시에서는 당해연도 전국에서 가장 높은 60일의 폭염일수를 기록함과 동시에 최고기온이 40℃까지 도달하여¹⁵⁾ 많은 피해가 속출하였다. 더불어 같은해 서울시의 7월과 8월에는 초과사망자가 전후년도 대비 880여명이 발생하였으며, 7월 22일에서 29일사이에 65세 이상 사망자가 2배 정도 증가하였다¹⁶⁾.



[그림 2-3] 전국 평균 폭염일수(1967년 1월1일-2016년 9월19일까지)¹⁷⁾

자료 : 기상청 국가기후데이터센터(<http://sts.kma.go.kr>).

14) 기상청에서 제공한 폭염일수의 경우, 전국의 범위는 총 45개 지점(강릉, 강화, 거창, 고흥, 광주, 구미, 금산, 남해, 대구, 목포, 문경, 밀양, 보령, 보은, 부산, 부안, 부여, 산청, 서산, 서울, 속초, 소원, 여수, 영덕, 영주, 영천, 완도, 울산, 울진, 원주, 의성, 인제, 인천, 장흥, 전주, 정읍, 제천, 천안, 청주, 추풍령, 춘천, 포항, 합천, 해남, 홍천)을 의미.

15) 김진두 기자(2016), 74년 전 오늘 대구 40℃...1994년 3천 명 사망(YTN 기상센터 8월 1일자).

16) 기상청(2010), 2010 이상기후 특별보고서 p.83.

17) 그래프는 2016년 9월 19일까지의 기상청 자료를 검색하여 그래프를 작성하였으며, 폭염의 경우, 대부분 5월말에서 9월초까지 발생하므로 본 보고서에서는 폭염일수로 간주하여 작성.

<표 2-12> 최근 6년간 폭염에 의한 피해 현황과 최고기온 현황

연도	피해	현황
2011년	인적피해 : 7월 1일부터 9월 3일까지 온열질환자수는 총 443명이 있으며, 이 중 5명 사망 물적피해 : 정전, 대기질 악화 등	※ 8월 하순 낮 최고기온 극값 1위 경신 - 8월 29일: 고창 32.8℃, 순창 34.2℃ - 8월 31일: 문산 33.6℃, 정선 33.1℃, 광양 33.5℃, 청송 33.8℃ - 9월 12일-17일 : 남부지방을 중심으로 폭염이 발 생(9월 중순의 일 최고기온 극값 경신)
2012년	인적피해 : 온열질환자(열사병 등) 984 명 발생, 이중 14명 사망 물적피해 : 가축폐사 및 적조현상, 정 전 발생	※ 7월 하순부터 8월 상순까지 폭염 및 열대야 현상 이 자주 나타났으며, 남부지방의 경우 8월 중순 까지 열대야 현상이 나타남 - 7월 21일-8월 20일 사이 전국 평균기온 27.5℃를 기록.
2013년	인적피해 : 온열질환자 1,195명 발생, 그 중 14명 사망 물적피해 : 가축 폐사, 양식생물 폐사 빈번 등	※ 6.16 첫 폭염특보(대구·경북), 8.26 까지 총 724 회(경보 150, 주의보 574) ※ 대구 54일, 경주 42일, 전주 39일, 밀양 38일 등 영·호남 지역에 폭염 극심
2014년	인적피해 : 온열질환자 561명 발생, 그 중 1명 사망 물적피해 : 312 농가에서 994천여 가 축폐사 등	※ 5.31일 첫 폭염특보(대구·경북·경남), 8.6일 까 지 총 449회
2015년	인적피해 : 온열질환자 1,056명 발생, 그 중 11명 사망 물적피해 : 가축 857농가 2,533천여 마 리 폐사 등	※ 7월 말부터 8월 초반까지 무더운 날씨가 이어져 빈번한 폭염과 열대야 현상 발생 ※ 대구, 밀양, 함천, 영천에서는 16일간(7월26일-8 월10일) 폭염이 지속되었음
2016년	인적피해 : 온열질환자 2,124명, 그 중 17명 사망으로 예측 ¹⁸⁾ 물적피해 : 2016년 8월 24일 기준 4,180천 마리 폐사 파악 ¹⁹⁾	-

자료 : 관계부처합동(2011-2014)의 이상기후 보고서내용과 질병관리본부(2016), 농림축산식품부(2016) 각각 감시체계운영결과와 가축 농작물 폭염피해 및 대응상황 보도자료를 표로 재구성함.

18) 질병관리본부(2016), 2016년 온열질환 감시체계운영결과(2016년 5월 23일-2016년 9월 18일) 이므로 잠정적 통계수치로 변동 가능함.

19) 농림축산식품부(2016), 가축·농작물 폭염 피해 및 대응상황 보도자료(8월 26일자).

최근 5년간의 폭염 피해를 보면, 2011년에 우리나라는 총 443명의 온열질환자가 있었고 이 가운데 5명의 사망피해가 있었다. 전남에서는 7월 19일 노인이 사망하는 사고²⁰⁾와 전북지역에서 8월 5일 90대 노인이 일터에서 사망하는 사고²¹⁾가 있는 등, 노약자의 피해가 주를 이루었으며, 이외에도 전력사용량의 증가에 따른 정전 피해로 7월 18일경 삼성동 주변의 전기공급이 중단되는 사고피해²²⁾가 있었다.

2012년에는 984명의 온열질환자가 발생하여 14명이 사망하였다. 이외에도 남부지방의 경우 8월 중순 까지 열대야 현상으로 8월 한 매체에서는²³⁾ 전남지역에서 60대 노인이 뇌사 상태에 빠졌으며, 부산에서는 60대 남성이 열사병으로 사망하였다. 인명피해 외에도 폭염으로 가축이 폐사하거나 적조현상이 발생하는 등 많은 물적 피해를 동반하였다.

2013년에는 1,195명의 온열질환자가 발생하였고, 이 가운데 14명이 사망하였다. 경주지역에서는 50대 남성이 일사병으로 사망하였으²⁴⁾, 전남지역에서는 70대 노인이, 장흥군에서도 90대 노인이 일사병으로 사망²⁵⁾하였다. 8월 초경 383개 농가에서 닭 74만5671마리, 오리 4만829마리, 돼지 40마리 등 모두 78만6540마리가 폐사²⁶⁾하였고, 8월 중순 서해 양식장에서 100만 마리의 물고기가 폐사되었다²⁷⁾.

2014년도에는 온열질환자 561명 발생, 그 중 1명이 사망하였다. 경남에서는 7월 26일 70대 여성이 폭염에 의해 사망하였고²⁸⁾, 물적 피해로는 312 농가에서 994천여 가축이 폐사되었는데, 7월 10일경 경북 문경에서 닭 13만여 마리가 무더위에 집단 폐사되기도 하였다²⁹⁾.

2015년에는 1,056명의 온열질환자가 발생하였으며 이중 11명이 사망하였고, 가축

20) 강윤주 기자(2011), 숨막히는 폭염... 이틀새 노인 3명 사망(한국일보 7월 20일자).

21) 신동석 기자(2011), 전북서 폭염 속 일터나간 노인 사망·입원 속출(뉴시스 8월 5일자).

22) 이한석 기자(2011), 폭염에 정전 속출...일부 상점 전기 공급 끊겨(sbs뉴스 7월 19일자).

23) 김선진 기자(2012), 노인 안전 초비상...폭염에 7명 사망(MBN 뉴스 8월 2일자).

24) 문석준 기자(2013), 기록적 폭염에 경주서 일사병 사망자 발생(노컷뉴스 8월 13일자).

25) 연합뉴스 정규방송(2013), 전남지역 폭염 사망자·환자 속출(8월 9일자).

26) 김창영 기자(2013), '폭염'이틀새 7명 사망(경향신문 8월 9일자).

27) 김지훈 기자(2013), 폭염에 서해 양식장 초토화...'떼죽음' 100만 마리(MBC NEWS 8월16일자).

28) 한병관 기자(2014), 경남서 올해 첫 폭염 사망자 발생, 질병관리본부 폭염주의 당부(일요신문 7월 30일자).

29) 디지털뉴스부(2014), 문경서 닭 13만마리 무더위에 폐사...환기장치 고장(국제신문 7월 10일자).

857농가 2,533천여 마리가 폐사되기도 하였다. 전북 군산에서는 10대 남자아이가 폭염으로 사망하였으며, 충남 아산에서 30대 남성이, 전남순천에서 80대 노인여성이 사망하는 등³⁰⁾ 전년도와 비교하여 사망자의 수가 폭증하였다. 물적 피해로는 8월 중순, 폭염에 가축 200만 마리가 폐사³¹⁾되었다.

질병관리본부에서는 2016년 5월 23일에서 2016년 9월 18일까지 온열질환자의 수가 2,124명, 그중 17명이 사망한 것으로 추측하고 있다. 물적 피해로는 8월 24일 기준으로 농림축산식품부의 보도자료에 따르면 전체 약 4,180천 마리가 폐사된 것으로 확인하고 있다. 9월 초경에만 폭염에 양식 어패류 643만 마리가 폐사하면서 추산 약 85억 원의 피해를 보았고³²⁾, 9월 중순 한 보도매체에 따르면, 전라북도의 농작물 피해면적만 4409ha로 집계되었다³³⁾.

30) 음상준 기자(2015), 폭염으로 13세 남자아이 숨져…총 사망자 11명(News1 8월 11일자).

31) 남우균 기자(2015), 폭염에 가축 200만마리 폐사(농민신문 8월 14일자).

32) 박석호 기자(2016), 폭염에 양식 어패류 643만 마리 폐사…85억 원 어치(KBS NEWS 인터넷뉴스 9월 2일자).

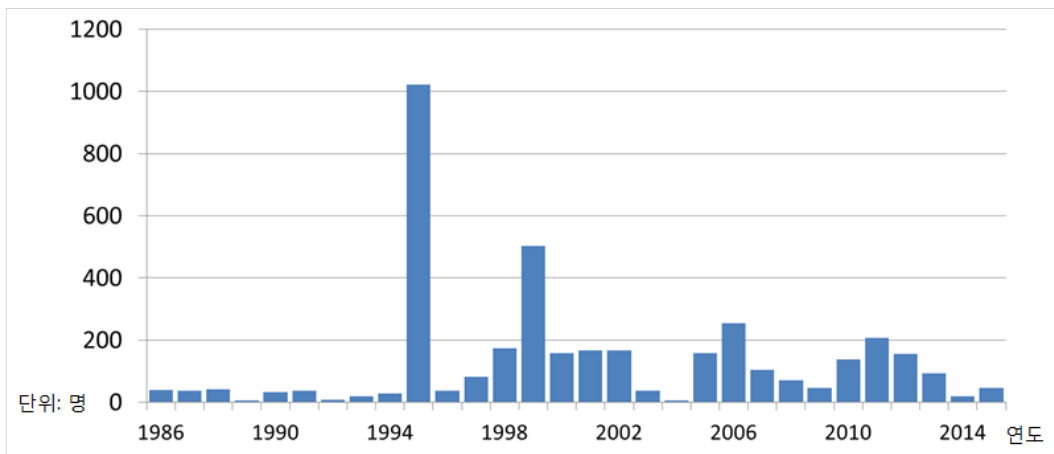
33) 김윤석 기자(2016), 전북도, 폭염으로 농작물 4409ha 피해(농민신문 9월 16일자).

2. 국외

1) 미국

미국에서도 매년 폭염에 의해 많은 사망자가 발생한다. 특히 최근 10년간의 사망자수는 다른 어떤 자연재해보다 높은 사망자수를 기록³⁴⁾한다. 아래사진은 연도에 따른 폭염에 의한 사망자수이다.

1995년 1,021명으로 가장 높은 사망자가 발생되었다. 미국의 중서부지역, 특히 시카고 지역에 많은 피해를 주었다. 7월 16일 미국 시카고 세계 최대 공항인 오헤어 국제공항에서 최고기온 40℃, 최저기온 27.2℃, 평균기온 33.8℃를 기록하였다. 평범함을 넘어서는 수치였으며, 시카고에서만 약 750여명의 사상자가 발생하였다³⁵⁾. 특히 Commonwealth Edison 전력 회사에서는 7월 12에서 14일까지 이례적인 전기 수요량을 기록하였으며, 몇몇 지역에서는 높은 전력 소모로 정전이 되기도 하였다.



[그림 2-4] 미국의 연도별 폭염 사망자 수

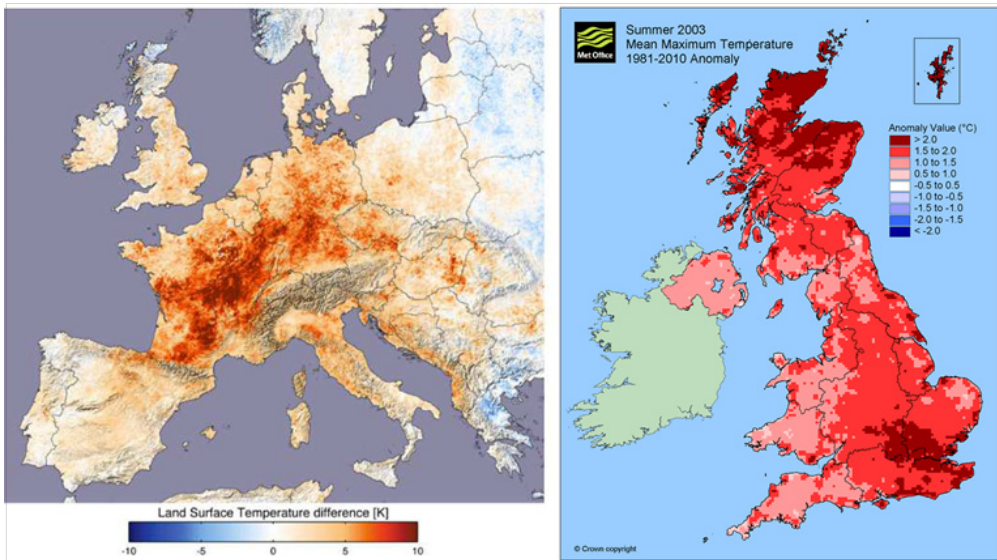
자료 : NOAA에서 제공하는 자료를 참고하여 그래프로 재작성함. (<http://www.nws.noaa.gov/>)

34) NOAA의 사망자 통계(Weather Fatalities) 수치를 살펴보면, 2015년 한해 홍수(Flood)에 의한 사망자가 가장 높았으나 최근 10년간의 평균 사망자수와 30년간의 평균 사망자수에서 폭염(Heat)에 의한 사망자수가 가장 높았다(<http://www.nws.noaa.gov/om/hazstats.shtml>).

35) <https://www.ncdc.noaa.gov/news/climate-history-july-1995-chicago-area-heat-wave>.

다음으로, 1999년 미국 동부지역에 502명이 사망하는 등 최악의 가뭄과 폭염을 경험하였으며, 약 10억 달러 규모의 손실을 초래하였다³⁶⁾. 또한 2006년 발생한 폭염으로 253명이 사망하였으며, 2011년에는 206명이 사망하는 등 폭염으로 인한 피해는 심각하다.

2) 영국



[그림 2-5] 2003년 폭염당시 표면온도 패턴

자료 : Met Office(2014), Too hot, too cold, too wet, too dry: Drivers and impacts of seasonal weather in the UK, p.8. 사진을 참고하였음(오른쪽 사진은 NASA에서 제공한 사진으로 중앙 및 남부 유럽의 폭염의 집중도를 보여주며 평균적인 표면 온도의 차이를 보여줌. 왼쪽은 Met Office, NCIC에서 제공한 사진으로 남동 영국의 폭염을 보여주며 1981년에서 2010년에 걸친 평균 표면 온도의 차이를 보여줌).

36) Lott, N., and T. Ross(2003), A Climatology of 1980-2003 Extreme Weather and Climate Events, Technical Report, p.3.

2003년 유럽 전역에서는 500년간 가장 뜨거운 폭염이 발생하였다. 그 가운데 영국은 전역에서 폭염에 대한 강력한 영향력이 나타났으며, 7월에는 최고 온도인 32°C를 돌파하였으며, 38.5°C는 지금까지도 최고 기록으로 유지되고 있다³⁷⁾.

더불어 2003년 영국의 모든 지역에서 8월 2주간 2,091명의 사망자가 집계되었으며 사망자의 대부분이 75세 이상의 노인들로 이루어졌다.

3) 일본

최근 7년간 일본 총무성 소방청에서 열사병으로 이송된 환자수와 사망자 현황이다. 2010년에는 56,119명이 열사병으로 이송되어 171명이 사망한 것으로 기록 되어 지난 7년간 가장 심각한 폭염으로 유추해볼 수 있다.

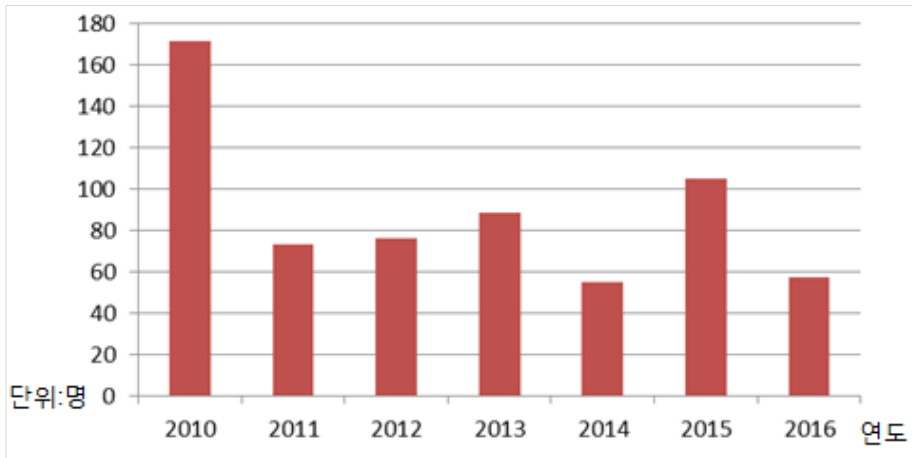
〈표 2-13〉 최근 7년간 열사병으로 이송된 환자수와 사망자 현황³⁸⁾

구분	2016		2015		2014		2013		2012		2011		2010	
	이송 인원	사 망	이송 인원	사 망	이송 인원	사 망	이송 인원	사 망	이송 인원	사 망	이송 인원	사 망	이송 인원	사 망
5월	2,788	1	2,904	3	조사데이터 없음									
6월	3,558	3	3,032	2	4,634	6	4,265	4	1,837	3	6,980	14	2,276	4
7월	18,671	29	24,567	39	18,407	31	23,699	27	21,082	37	17,963	29	17,750	95
8월	21,383	24	23,925	60	15,183	15	27,632	57	18,573	35	17,566	27	28,448	62
9월	/		1,424	1	1,824	3	3,133	0	4,209	1	3,960	3	7,645	10
합계	46,400	57	55,852	105	40,048	55	58,729	88	45,701	76	46,469	73	56,119	171

자료 : 총무성(2016), 8월 열사병에 의한 구급 이송 상황(平成 28 年 8 月の熱中症による救急搬送状況), 보도자료(2016. 9. 13)의 내용을 참조하여 표로 재구성함. 2016년에는 9월에 발생한 이송인원 및 사망인원은 제외하여 작성.

37) Met Office(2014), Too hot, too cold, too wet, too dry: Drivers and impacts of seasonal weather in the UK, p.8.

38) 일본 총무성 소방청(<http://www.fdma.go.jp>).



〔그림 2-6〕 일본 연도별 열사병에 의한 이송환자의 사망자수

자료 : 총무성(2016), 8월 열사병에 의한 구급 이송 상황(平成 28 年 8 月の熱中症による救急搬送状況), 보도자료(2016. 9. 13)의 내용을 참조하여 그래프로 재구성함. 2016년에는 9월에 발생한 이송인원 및 사망인원은 제외하여 작성.

2010년 폭염 당시 일본 정부에서는 매주 화요일마다 폭염에 의한 사망자수를 방 송하기도 하였으며, 일본의 북부현과 도쿄에서는 35℃의 전례 없는 8일간의 폭염을 기록하였다³⁹⁾. 7월 17일부터 9월 5일까지 1898년 기온관측 이래 최악의 폭염으로 열사병으로 총 503명 사망⁴⁰⁾하였다.

2015년에는 이송인원 55,852명과 105명의 사망자가 발생하여 두 번째로 심각한 폭염이 발생하였다. 한 보도 매체에 의하면, 8월 초에만 낮 최고 기온이 40도까지 치솟는 폭염으로 1600여명이 열사병으로 쓰러져 병원에 이송됐으며, 이 가운데 3명 이 사망하였다⁴¹⁾.

39) Nick Wiltgen(2015), Death Toll Reaches 90 in Japan's Record-Setting Heat Wave, The weather Channel(2015. 8. 11).

40) 관계부처(2010), 2010년 이상기후 보고서, p.6.

41) 이정민 기자(2015), 日폭염에 열사병 환자 속출...3명 사망 10여명 중태(TV조선 8월 2일자).

제 3 장

폭염의 미래변화 추이와 온열질환 분석

제1절 폭염에 미치는 요인

제2절 폭염의 미래변화 추이 분석

제3절 폭염과 관련한 영향인자 분석

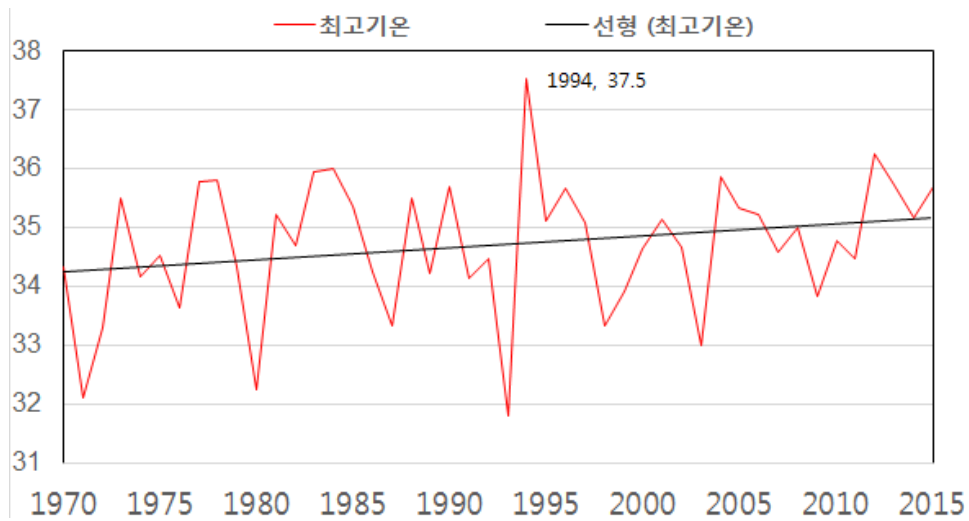
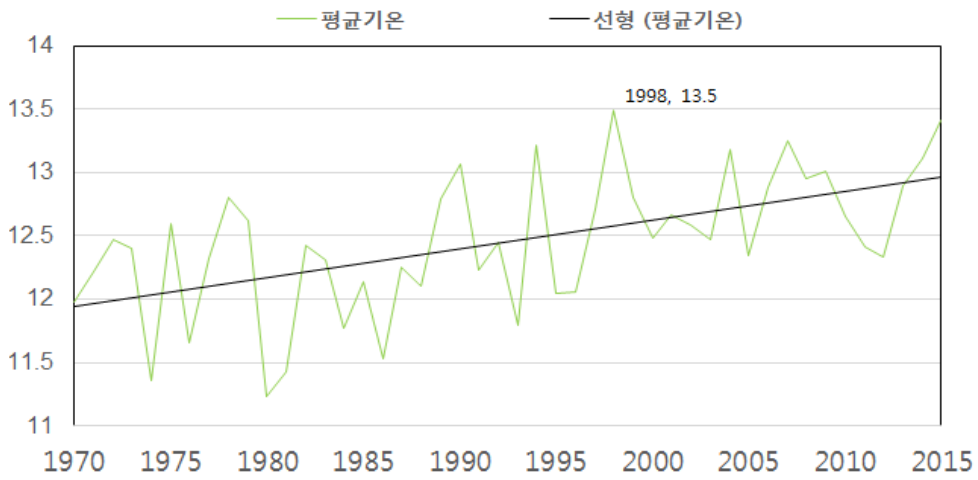
제4절 대전형 폭염대응 정책방향

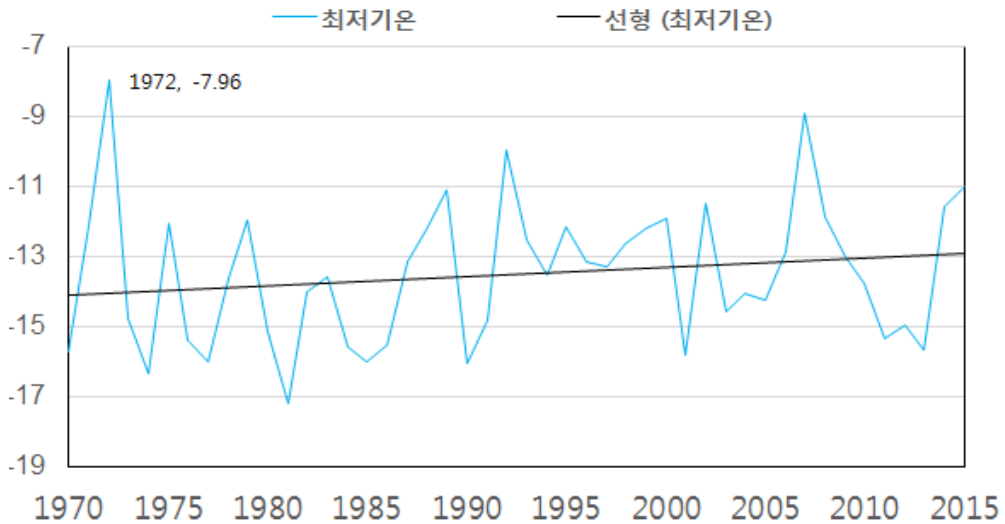
제 3 장 폭염의 미래변화 추이와 온열질환 분석

제1절 폭염에 미치는 요인

1. 기후

1) 전국





[그림 3-1] 전국 기후 변화량(1970년-2015년)

자료 : 기상청 국가기후데이터센터(<http://sts.kma.go.kr>)의 한반도 기후통계를 조회하여 그래프로 재작성함. 전국은 45개 지점의 평균값을 참고하여 작성됨.

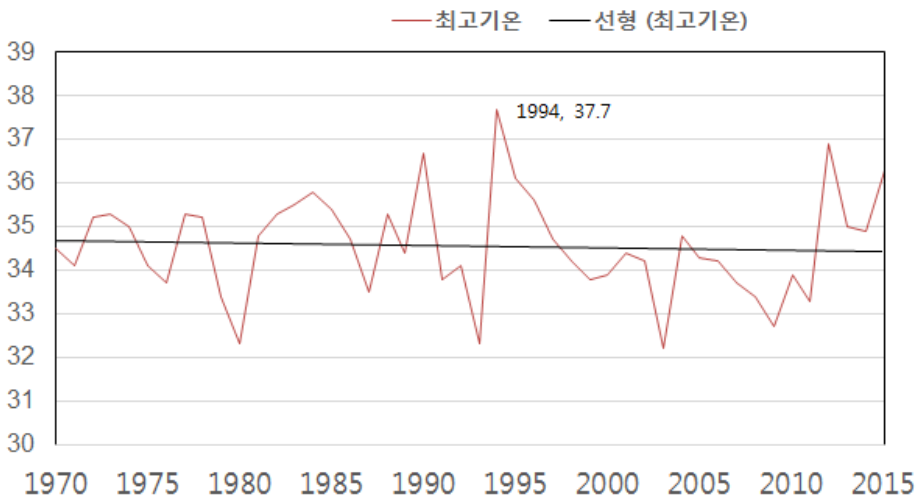
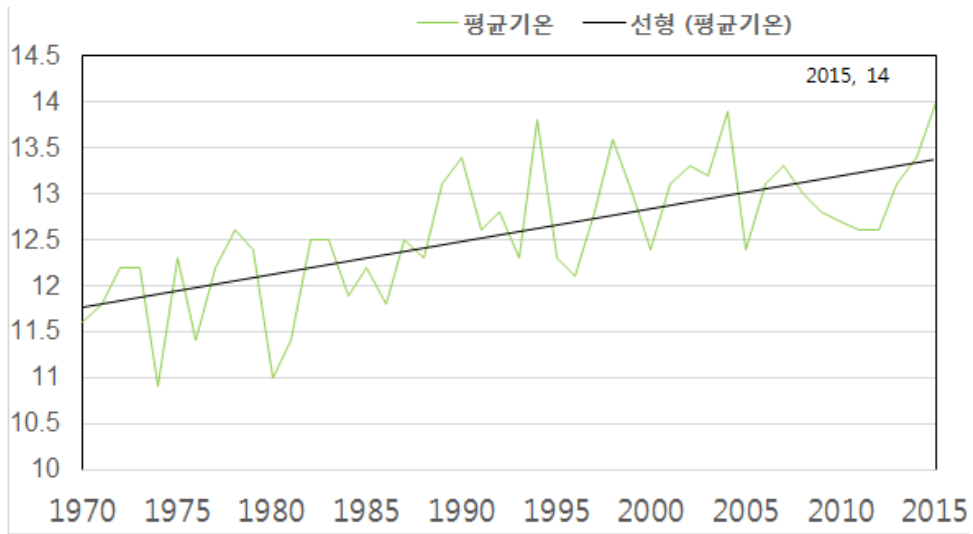
최근 45년간의 연도별 기온 변화를 살펴보았을 때 연평균기온이 꾸준히 상승하고 있다. 연평균최저기온의 상승폭이 평균최고기온의 상승폭보다 높았다. 매년 연평균 최저기온의 변화량이 연평균최고기온의 변화량보다 컸다.

가장 높은 연평균기온은 1998년에 13.5°C를 기록하였으며, 가장 높은 연평균최고기온은 1994년의 37.5°C, 연평균최저기온은 1972년에 -7.96°C로 가장 높았다.

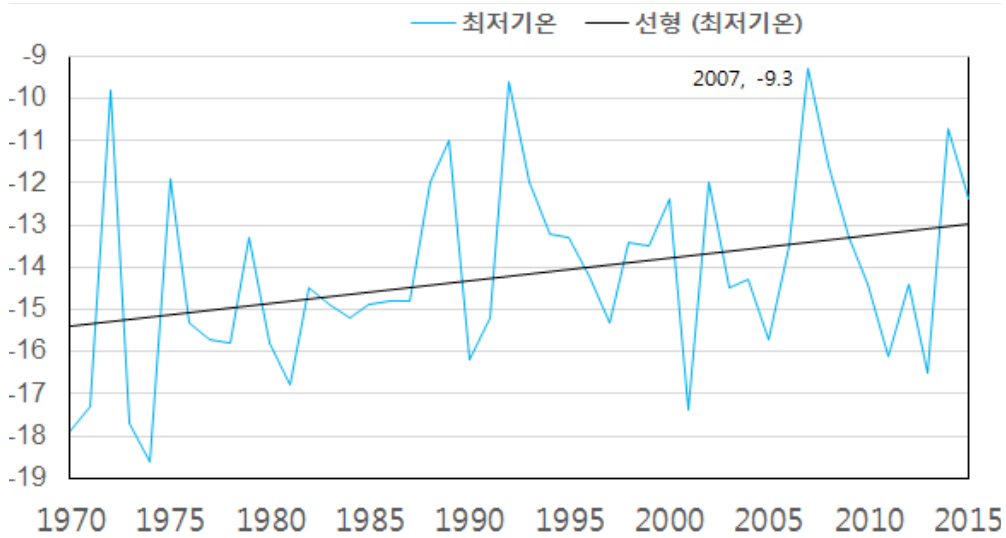
2) 대전

(1) 현황분석

대전시 1970년부터 2015년까지의 평균기온 및 일최고기온, 그리고 최저기온을 분석하였다. 그 결과 최근 45년간 연평균기온은 상승하고 있는 것으로 나타났다. 45년간의 연평균최저기온의 상승폭은 연평균최고기온의 상승폭보다 높았다. 매년 연평균기온의 변화량이 최저기온의 변화량보다 컸다.



한편, 1970년부터 2015년까지의 45년간 가장 높은 연평균기온은 2015년에 14°C 이었으며, 연평균최고기온은 1994년의 37.7°C, 연평균최저기온은 2007년에 -9.3°C로 가장 낮았다.



[그림 3-2] 대전 기후 변화량(1970년-2015년)

자료 : 기상청 국가기후데이터센터(<http://sts.kma.go.kr>)의 한반도 기후통계를 조회하여 그래프로 재작성함.

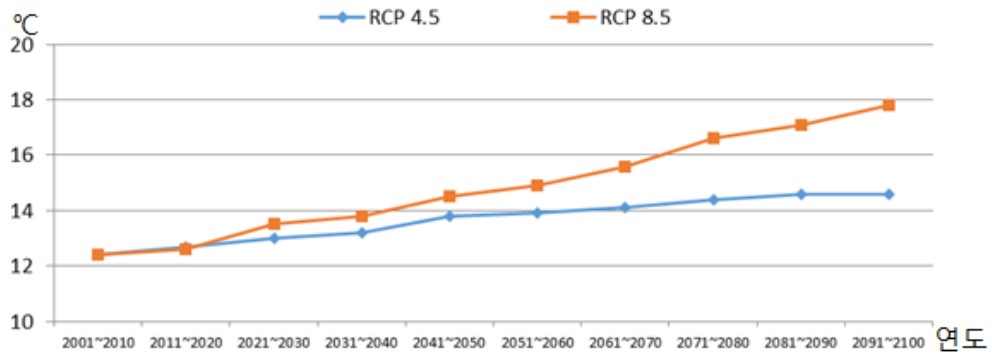
(2) 미래분석

RCP(Representative Concentration Pathways)⁴²시나리오를 기초로 온실가스 저감정책이 상당히 실행되는 경우(RCP 4.5)와 현재추세(저감 없이)로 온실가스가 배출되는 경우(RCP 8.5)를 기준으로 분석하였다.

대전시 미래 평균기온(그림 3-3)에서, 21세기 후반부에는 RCP 4.5에서는 14.6°C, RCP 8.5 시나리오에서는 17.8°C로 나타났다. 이는 현재수준에서 약 2°C에서 5°C 이상 상승하는 것을 알 수 있다.

42) 기상청(2015)의 기상연감에서는 RCP란 IPCC에서 5차 평가보고서를 위해 발표한 미래 온실가스 대표농도 경로이며, 국가기후변화적응센터(<http://ccas.kei.re.kr>)에 따르면 RCP 시나리오란 사회·경제 분야별 온실가스 배출 저감 정책을 결정하기 위하여 온실가스 농도 값을 설정한 후 기후변화 시나리오를 산출하는 것을 의미.

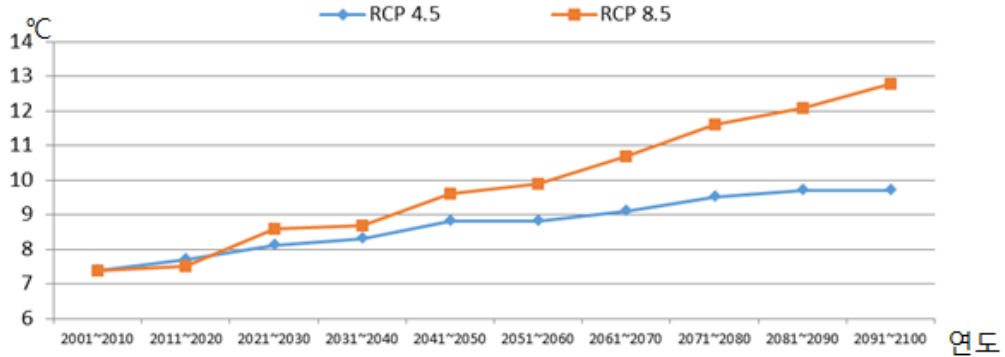
① 평균기온



[그림 3-3] 대전 미래 평균기온 변화량(2001년-2100년)

자료 : 기상청(2011), 대전·충남 기후변화 전망보고서.

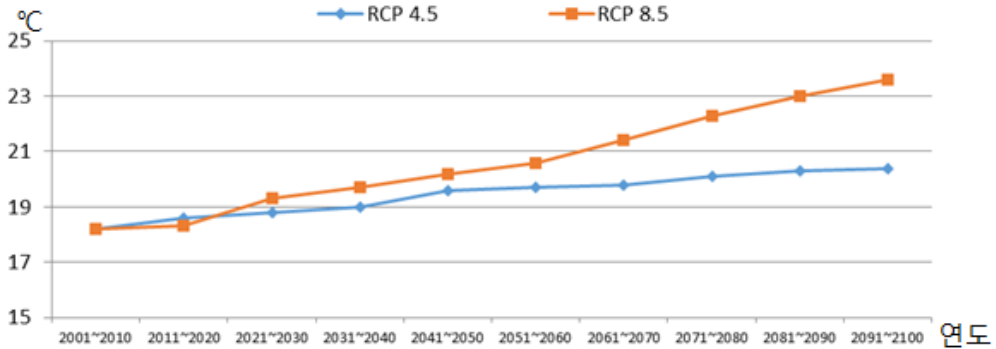
② 최저기온



[그림 3-4] 대전 미래 최저기온 변화량(2001년-2100년)

자료 : 기상청(2011), 대전·충남 기후변화 전망보고서.

③ 최고기온



[그림 3-5] 대전 미래 최고기온 변화량(2001년-2100년)

자료 : 기상청(2011), 대전·충남 기후변화 전망보고서.

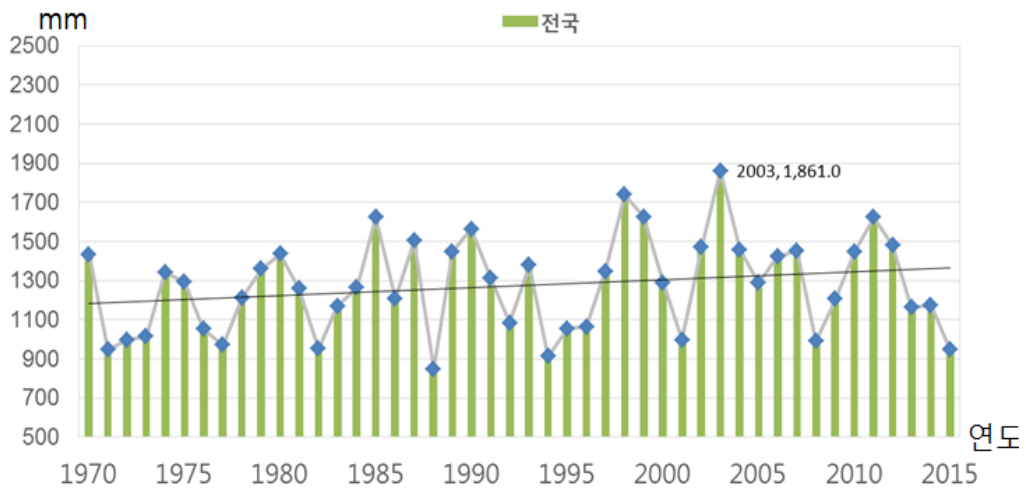
21세기 후반부인 2100년도에서 최저기온변화는 RCP 4.5와 RCP 8.5 시나리오 각각 9.7°C, 12.8°C로 나타났다. 이는 현재수준에서 각각 2.3°C, 5.4°C 상승할 것으로 전망하였다.

최고기온 변화는 RCP 4.5와 RCP 8.5 시나리오 각각 20.4°C, 23.6°C로 나타났다. 이는 현재수준에서 2.2°C, 7.4°C 상승할 것으로 전망하였다.

2. 강수량

1) 전국

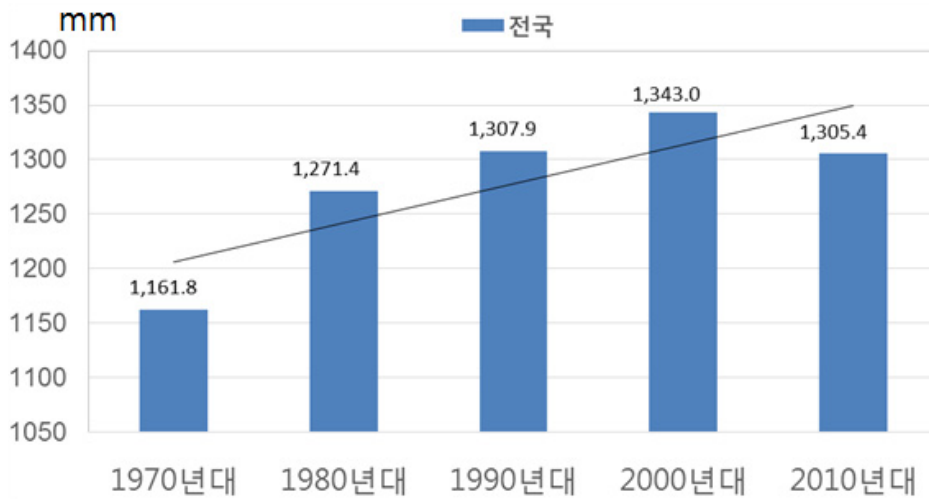
1970년부터 2015년까지 45년간의 평균강수량은 약 1200mm이었으며, 2003년에는 1,861mm로 가장 많은 강수량을 기록하였다. 한편, 연간 강수량 편차는 해마다 그 폭이 다르지만, 작게는 약 100mm에서 크게는 약 1,000mm의 편차가 있는 것으로 나타났다.



[그림 3-6] 전국 강수량의 변화량(1970년-2015년)

자료 : 기상청 국가기후데이터센터(한반도 기후통계).

전국 10년단위 평균 강수량은 1970년 1,161.8mm이었으며, 1980년대에는 1,271.4mm, 1990년대 1,307.9mm, 2000년대 1,323mm으로 증가되었다. 2010년대에는 다소 감소된 1,305.4mm를 기록하였다.



[그림 3-7] 전국 연대별 강수량의 변화량⁴³⁾(1970년-2015년)

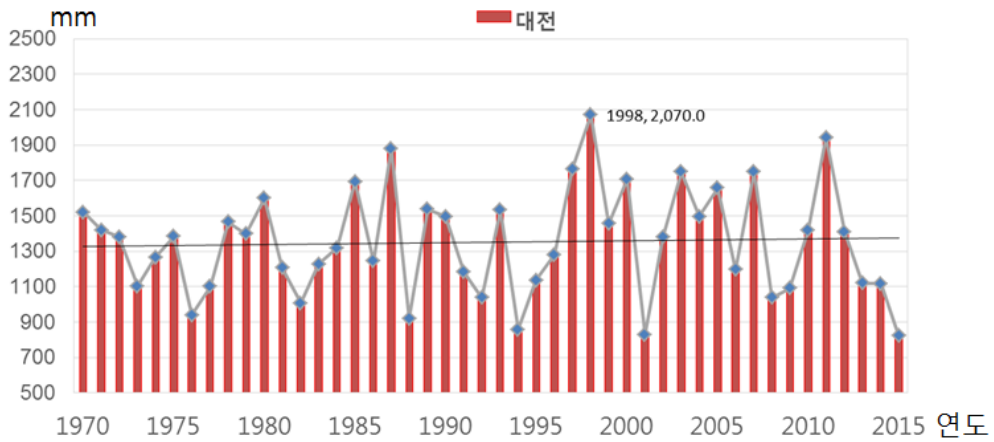
자료 : 기상청 국가기후데이터센터(한반도 기후통계).

2) 대전

(1) 현황분석

대전시 1970년부터 2015년까지 강수량변화에서 1998년도에 2,070mm로 가장 많은 강수량을 기록하였다. 최근 강수량의 패턴은 연평균 강수량에 비하여 하향추세를 나타내고 있으며, 2012년부터는 연평균강수량보다 훨씬 작은 강수량변화를 나타내고 있다.

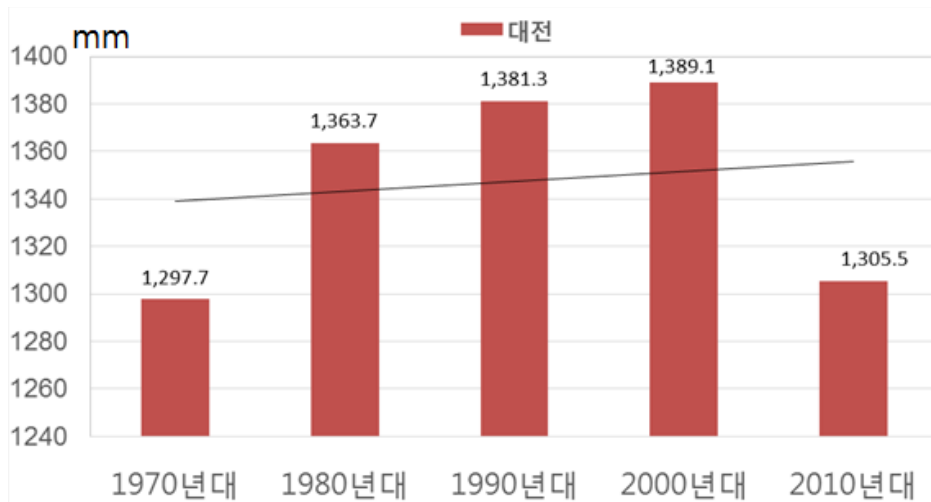
43) 연대별로 1970년대는 1970년~1979년, 1980년대는 1980년~1989년, 1990년대는 1990~1999년, 2000년대는 2000~2009년, 2010년대는 2010년~2015년을 의미함.



[그림 3-8] 대전 강수량의 변화량(1970년-2015년)

자료 : 기상청 국가기후데이터센터(한반도 기후통계).

전국 평균 강수량은 1970년 1,297.7mm이었으며, 1980년대에는 1,363.7mm, 1990년대 1,381.3mm, 2000년대 1,389.1mm으로 증가되었다. 2010년대에는 1970년대와 비슷한 강수량 변화를 나타내었다.

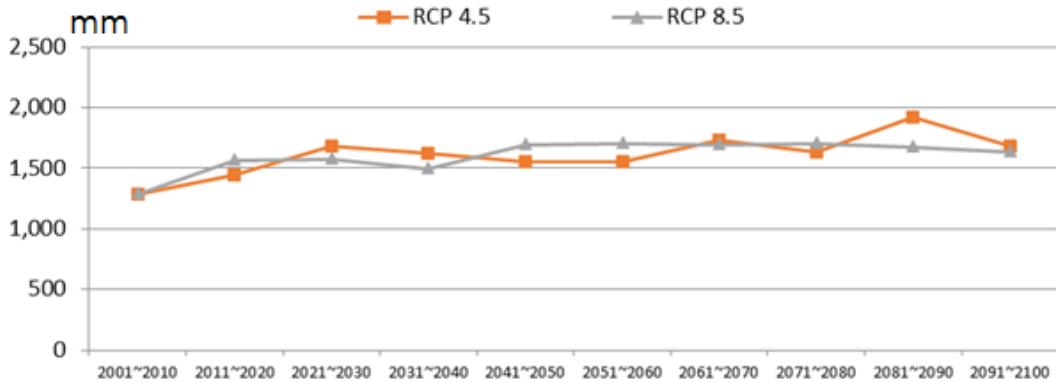


[그림 3-9] 대전 연대별 강수량의 변화량(1970년-2015년)

자료 : 기상청 국가기후데이터센터(한반도 기후통계).

(2) 미래분석

대전시 미래 강수량변화는 2100년대까지 전체적으로 조금 증가하는 경향으로 나타났다. RCP 4.5 시나리오는 2080년대에 비교적 많은 강수량으로 나타나지만, RCP 8.5 시나리오와 함께 전체적으로는 현재시점보다 강수량이 조금 증가하는 경향으로 보여진다.



[그림 3-10] 대전 미래 강수량의 변화량(2001년-2100년)

자료 : 기상청(2011), 대전·충남 기후변화 전망보고서.

<표 3-1> 대전 미래 강수량의 변화 수치(2001년-2100년)

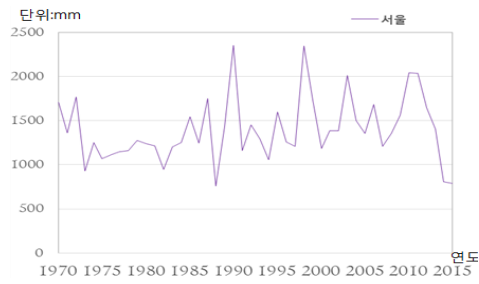
RCP	2001-2010	2011-2020	2021-2030	2031-2040	2041-2050	2051-2060	2061-2070	2071-2080	2081-2090	2091-2100
4.5	1,286.70	1,449.9	1,684.8	1,626.3	1,550.4	1,556.9	1,735.4	1,638.7	1,919.6	1,684.6
8.5	1,286.70	1,563.5	1,578.2	1,499.2	1,688.7	1,702.4	1,696.7	1,701.2	1,669.3	1,634.7

자료 : 기상청(2011), 대전·충남 기후변화 전망보고서.

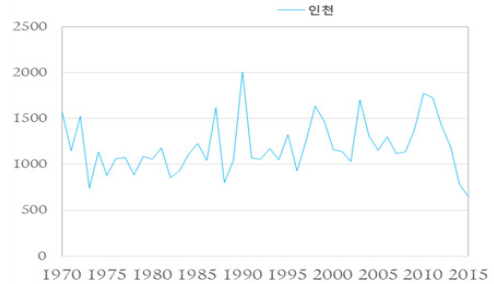
3) 대도시별 비교

1970년부터 2015년까지 7개 도시⁴⁴⁾에 대한 강수량 변화를 분석하였다. 그 결과 특정도시가 특정해에 나타나는 강수량 변화량은 나타나지 않았다. 더불어 좁은 국토면적에서 도시의 크기 및 지역적 특성에 관계없이 약 45년간 도시별 강수량 변화는 크게 없는 것으로 나타났다.

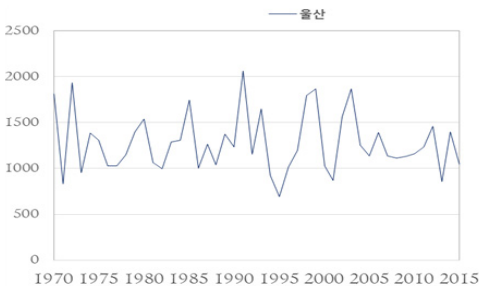
44) 7개의 대도시는 서울특별시를 비롯하여, 광주광역시, 대구광역시, 대전광역시, 부산광역시, 울산광역시, 인천광역시를 말함



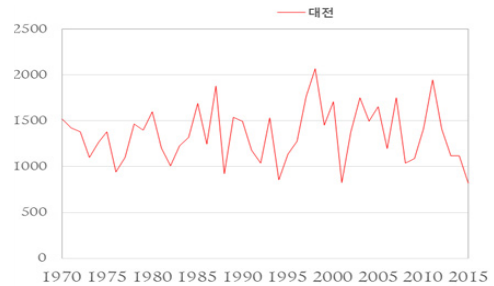
서울특별시



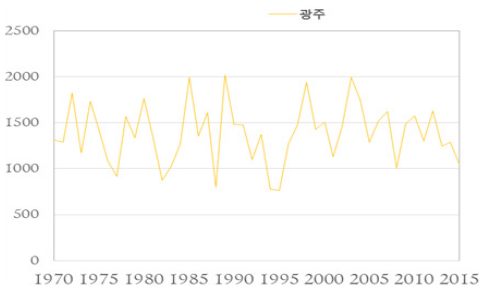
인천광역시



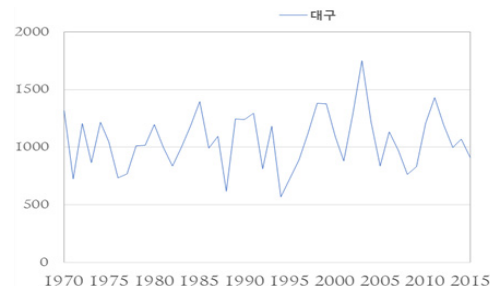
울산광역시



대전광역시



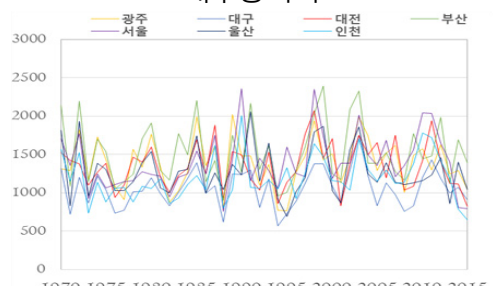
광주광역시



대구광역시



부산광역시

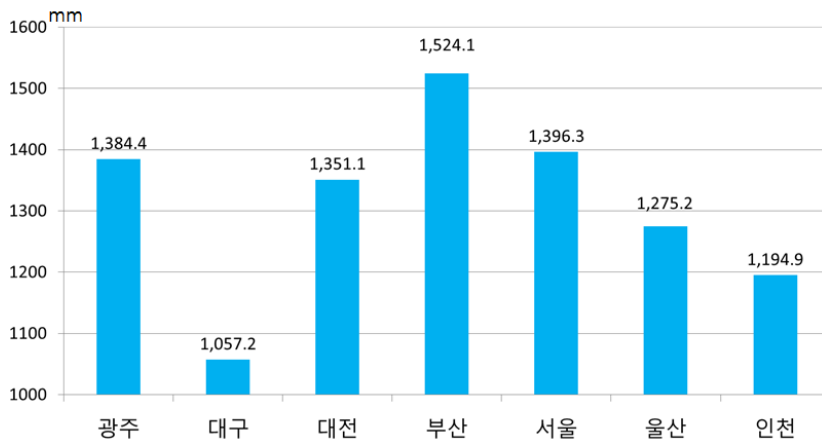


대도시 전체

[그림 3-11] 대도시별 45년간 강수량의 변화량(1973년-2015년)

자료 : 기상청 국가기후데이터센터(한반도 기후통계).

한편, 1970년부터 2015년까지 각 도시별로 평균 강수량을 분석하였다. 부산시가 45년동안 가장 많은 비가 내렸으며, 다음으로 광주 대전 서울은 비슷한 강수량으로 나타났다. 그러나 대구시는 45년 동안 약 1000mm정도의 비만 내렸는 것으로 나타났다.



[그림 3-12] 대도시별 45년간 평균 강수량(1973년-2015년)

자료 : 기상청 국가기후데이터센터(한반도 기후통계).

제2절 폭염의 미래변화 추이 분석

1. 대도시별 미래변화 추이

1) 서울특별시

(1) RCP 4.5 시나리오

21세기 전반기의 기후 값 대비 차이를 보면 현재 기후 값인 11.1일에서 4.0일이 증가된 15.1일, 21세기 중반기에는 13.3일이 증가되어 24.4일, 21세기 후반기에는 20.7일이 증가되어 31.8일로 발생을 전망한다.

(2) RCP 8.5 시나리오

21세기 전반기의 기후 값 대비 차이를 보면 현재 기후 값에서 10.9일이 증가된 22일, 21세기 중반기에는 27.5일이 증가되어 38.6일, 21세기 후반기에는 62.3일이 증가되어 73.4일로 발생을 전망한다.

(3) 10년당 폭염일수 증가율

RCP 4.5 시나리오에 의하면, 10년간 2.53일의 증가율을 보였으며, RCP 8.5 시나리오는 10년간 8.49일의 증가율을 보였다. 이는 RCP 4.5보다 RCP 8.5 시나리오의 증가속도가 약 3.35배 빠른 것을 알 수 있다.

<표 3-2> 서울의 미래 폭염일수 현 기후값 대비 차이(일)와 경향성(일/10년)⁴⁵⁾

현재기후값	시나리오	21세기전반기 (2011-2040)	21세기중반기 (2041-2070)	21세기후반기 (2071-2100)	경향성 (일/10년)
11.1	RCP 4.5	4.0	13.3	20.7	2.53
	RCP 8.5	10.9	27.5	62.3	8.49

자료 : 기상청(2012), 서울·인천·경기도 기후변화전망보고서의 서울시 표 내용을 작성하여 수록.

45) 기상청(2012), 서울·인천·경기도 기후변화전망보고서, p.30.

2) 인천광역시

(1) RCP 4.5 시나리오

21세기 전반기를 보면 현재 기후 값 3.3일에서 2.3일이 증가되어 5.6일, 21세기 중반기는 8.0일이 증가되어 11.3일, 21세기 후반기에는 13.6일이 증가되어 16.9일로 증가될 것이라 전망한다.

(2) RCP 8.5 시나리오

21세기 전반기에는 현재 기후 값 3.3일에서 5.0일이 증가되어 8.3일, 21세기 중반기는 18.9일이 증가되어 21.2일, 21세기 후반기에는 50.4일이 증가되어 53.4일로 전망한다.

(3) 10년당 폭염일수 증가율

경향성을 살펴보면 RCP 4.5 시나리오는 10년간 1.76일이 증가될 것이라 전망하였으며, RCP 8.5일은 7.53일을 전망하였다. RCP 8.5 시나리오가 약 4.27배정도 빠른 것으로 전망한다.

<표 3-3> 인천의 미래 폭염일수 현 기후값 대비 차이(일)와 경향성(일/10년)⁴⁶⁾

현재기후값	시나리오	21세기전반기 (2011-2040)	21세기중반기 (2041-2070)	21세기후반기 (2071-2100)	경향성 (일/10년)
3.3	RCP 4.5	2.3	8.0	13.6	1.76
	RCP 8.5	5.0	18.9	50.4	7.53

자료 : 기상청(2012), 서울·인천·경기도 기후변화전망보고서의 인천시 표 내용을 작성하여 수록.

46) 기상청(2012), 서울·인천·경기도 기후변화전망보고서, p.30.

3) 부산광역시

(1) RCP 4.5 시나리오

현재 기후 값 7.5일에서 21세기 전반기에는 2.2일이 증가된 9.7일로 전망하며, 21세기 중반기는 8.2일이 증가된 15.7일, 21세기 후반기는 14.0일이 증가된 21.5일로 전망한다.

(2) RCP 8.5 시나리오

21세기 전반기에는 현재 기후 값(7.5일)에서 6.8일이 증가된 14.3일, 21세기 중반기에는 21.2일이 증가된 28.7일, 21세기 후반기에는 46.8일이 증가된 54.3일로 전망한다.

(3) 10년당 폭염일수 증가율

RCP 4.5 시나리오는 10년간 1.85일이 증가될 것이라 전망하였으며, RCP 8.5일은 6.40일을 전망하였다. RCP 8.5 시나리오가 약 3.46배정도 빠를 것으로 전망한다.

<표 3-4> 부산의 미래 폭염일수 현 기후값 대비 차이(일)와 경향성(일/10년)⁴⁷⁾

현재기후값	시나리오	21세기전반기 (2011-2040)	21세기중반기 (2041-2070)	21세기후반기 (2071-2100)	경향성 (일/10년)
7.5	RCP 4.5	2.2	8.2	14.0	1.85
	RCP 8.5	6.8	21.2	46.8	6.40

자료 : 기상청(2012), 부산·울산·경상남도 기후변화전망보고서의 부산내용만을 표로 작성함.

47) 기상청(2012), 부산·울산·경상남도 기후변화전망보고서, p.30.

4) 울산광역시

(1) RCP 4.5 시나리오

현재 기후 값 11.8일에서 21세기 전반기를 2.0일이 증가된 13.8일로, 21세기 중반기는 8.0일이 증가된 19.8일, 21세기 후반기 13.4일이 증가된 25.2일로 전망한다.

(2) RCP 8.5 시나리오

21세기 전반기는 7.1일이 증가된 31.9일, 21세기 중반기는 20.1일이 증가된 31.9일, 21세기 후반기에는 43.6일이 증가된 55.4일로 전망한다.

(3) 10년당 폭염일수 증가율

RCP 4.5 시나리오는 10년간 1.76일이 증가될 것이라 전망하였으며, RCP 8.5일은 5.85일을 전망하였다. RCP 8.5 시나리오가 RCP 4.5 시나리오보다 약 3.32배 정도 빠른 증가율을 보일 것이라 예측한다.

<표 3-5> 울산의 미래 폭염일수 현 기후값 대비 차이(일)와 경향성(일/10년)⁴⁸⁾

현재기후값	시나리오	21세기전반기 (2011-2040)	21세기중반기 (2041-2070)	21세기후반기 (2071-2100)	경향성 (일/10년)
11.8	RCP 4.5	2.0	8.0	13.4	1.76
	RCP 8.5	7.1	20.1	43.6	5.85

자료 : 기상청(2012), 부산·울산·경상남도 기후변화전망보고서의 울산내용만을 표로 작성함.

48) 기상청(2012), 부산·울산·경상남도 기후변화전망보고서, p.30.

5) 광주광역시

(1) RCP 4.5 시나리오

21세기 전반기는 0.9일이 감소되어 15.1일로 전망, 21세기 중반기에는 9.4일 증가되어 25.4일, 21세기 후반기에는 16.6일이 증가되어 37.2일로 전망한다.

(2) RCP 8.5 시나리오

현재 기후 값 16.0일에서 21세기 전반기에는 8.0일이 증가된 21일, 21세기 중반기에는 26.0일이 증가된 42일, 21세기 후반기에는 61.3일이 증가된 77.3일로 전망한다.

(3) 10년당 폭염일수 증가율

RCP 4.5 시나리오는 10년간 2.69일이 증가될 것이라 전망하였으며, RCP 8.5일은 8.78일을 전망하였다. RCP 8.5 시나리오가 RCP 4.5 시나리오보다 약 3.26배 정도 빠를 것으로 전망한다.

<표 3-6> 광주의 미래 폭염일수 현 기후값 대비 차이(일)와 경향성(일/10년)⁴⁹⁾

현재기후값	시나리오	21세기전반기 (2011-2040)	21세기중반기 (2041-2070)	21세기후반기 (2071-2100)	경향성 (일/10년)
16.0	RCP 4.5	-0.9	9.4	16.6	2.69
	RCP 8.5	8.0	26.0	61.3	8.78

자료 : 기상청(2012), 광주·전라남도 기후변화전망보고서의 광주시 내용을 표로 작성

49) 기상청(2012), 광주·전라남도 기후변화전망보고서, p.30.

2. 대전광역시 미래변화 추이

1) RCP 4.5 시나리오

21세기 후반기에 현재 기후 값이 11.9일보다 17.1일 증가하여 연간 29일 이상으로 발생한다고 전망하였다.

2) RCP 8.5 시나리오

21세기 후반기에 현재 기후 값보다 59.7일 증가하여 연간 71.6일이 발생 할 것으로 전망한다. RCP 4.5에 비해 발생일수가 약 2배 이상의 증가 수치로 전망한다.

3) 10년당 폭염일수 증가율

RCP 4.5와 8.5 시나리오 상으로는 각각 2.45, 8.36일 증가할 것으로 전망하며 이 수치로 RCP 8.5는 RCP 4.5에 비해 증가속도가 약 3배 이상 빠를 것으로 전망하였다.

<표 3-7> 미래 폭염일수의 현 기후값 대비 차이(일)와 경향성(일/10년)⁵⁰⁾

현재기후값	시나리오	21세기전반기 (2011-2040)	21세기중반기 (2041-2070)	21세기후반기 (2071-2100)	경향성 (일/10년)
11.9	RCP 4.5	0.5	10.1	17.1	2.45
	RCP 8.5	8.6	25.3	59.7	8.36

자료 : 기상청(2012), 대전·충청남도 기후변화전망보고서의 대전부분을 표로 작성함.

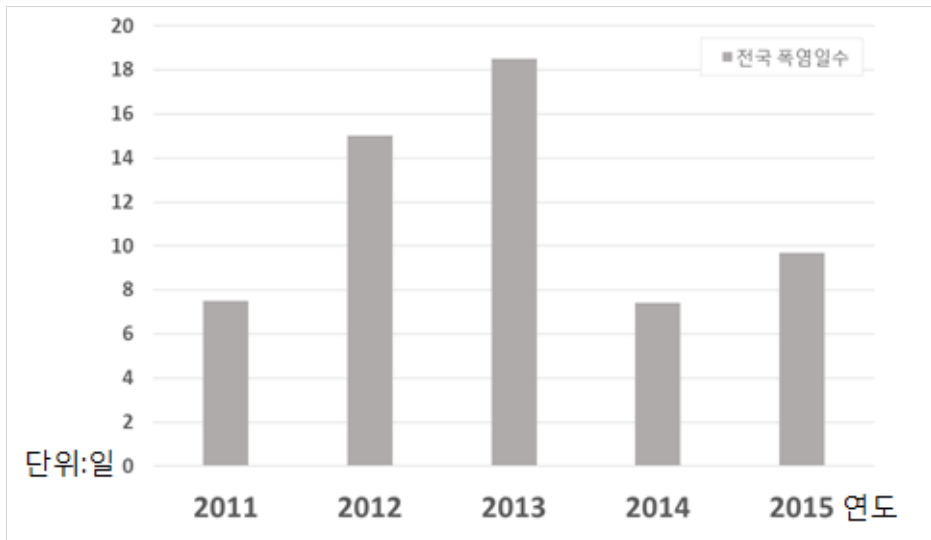
50) 기상청(2012), 대전·충남 기후변화전망보고서, p.30.

제3절 폭염과 관련한 영향인자 분석

1. 폭염일수 분석

1) 전국

최근 5년간 전국 폭염일수를 보면, 연 평균 2011년 7.5일, 2012년 15일, 2013년 18.5일로 꾸준히 증가하는 양상을 보이다가 2014년에는 7.4일로 전년도 대비 5.1일이 감소하였다. 2015년에는 9.7일로 전년도 대비 2.3일이 다시 증가되었다.



[그림 3-13] 최근 5년간 전국 폭염일수 현황(2011년-2015년)⁵¹⁾

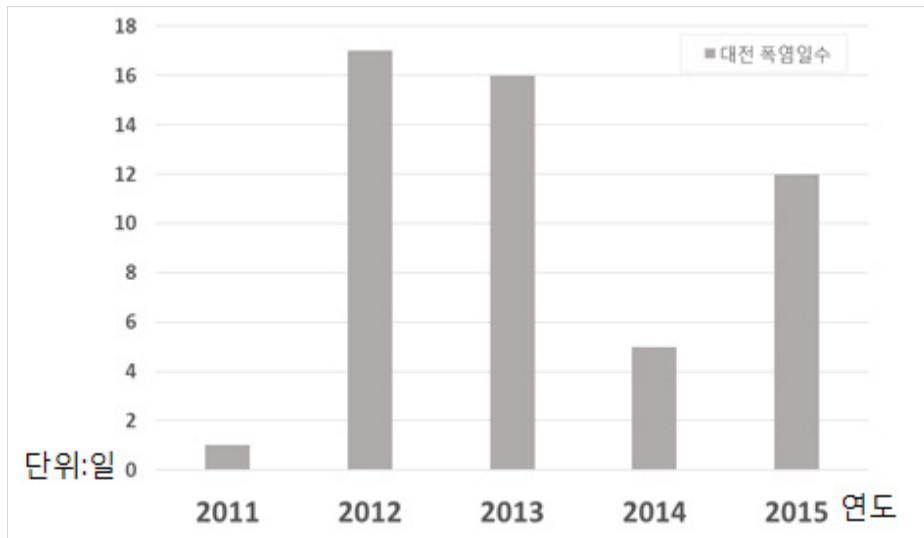
자료 : 질병관리본부에서 발행된 ‘폭염으로 인한 온열질환 신고 현황 연보’의 온열질환자 기관 당 신고건수(2011~2015)를 참고하여 그래프로 재작성함. 폭염일수는 일 최고기온이 33℃이상인 날의 일수로 전국 45개 지점의 평균값을 참고하여 작성됨.

51) 질병관리본부(2015), 폭염으로 인한 온열질환 신고 현황 연보, p.16.

2) 대전

대전시 폭염일수는 2012년에 17일, 2013년에 16일, 2015년도에 12일로 나타났다. 이에 비해 2011년과 2014년 폭염일수는 각각 1일과 5일로 나타났다.

2015년의 경우, 대전시는 12일로 전국평균 9.7일보다 2일정도 많은 것으로 나타났다.



[그림 3-14] 최근 5년간 대전 폭염일수 현황(2011년-2015년)⁵²⁾

자료 : 기상청 국가기후데이터센터에서 지상기상관측 통계조회 서비스를 검색하여 그래프로 제작성함.

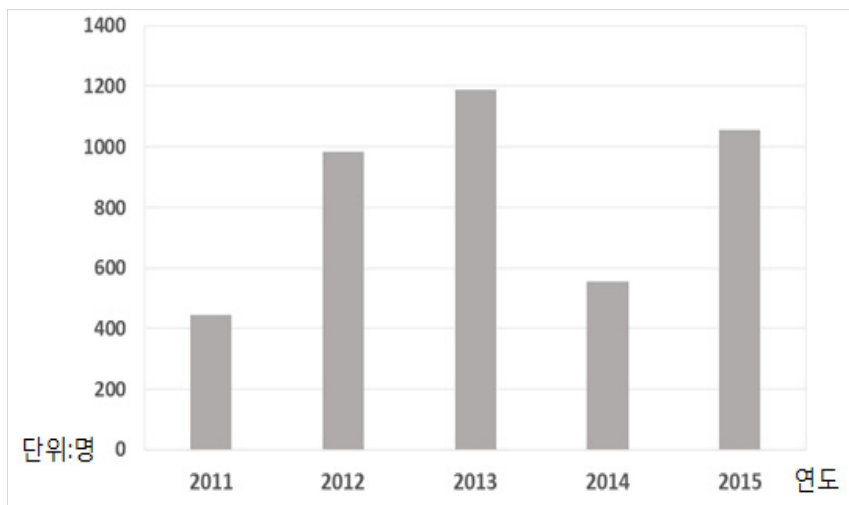
52) 기상청 국가기후데이터센터(<http://sts.kma.go.kr>).

2. 온열질환자수 분석

1) 전국

온열질환자라 함은 무더위로 인해 발생하는 질병환자의 수를 의미한다. 폭염일수가 높거나 혹은 열대야일수가 높은 것은 온열질환자수의 증가와 많은 상관을 가지고 있다.

한편, 전국 온열질환자를 2011년부터 2015년까지 분석하였다. 2011년도에는 443명, 2012년 984명, 2013년 1,189명으로 증가되었으며, 폭염일수와 거의 비슷한 패턴 변화를 보였다. 2014년도에는 633명이 감소되어 556명의 온열질환자가 발생되었으며, 2015년도에는 1,056명으로 집계되었다.



〔그림 3-15〕 전국 온열질환 환자 신고현황(2011년-2015년)⁵³⁾

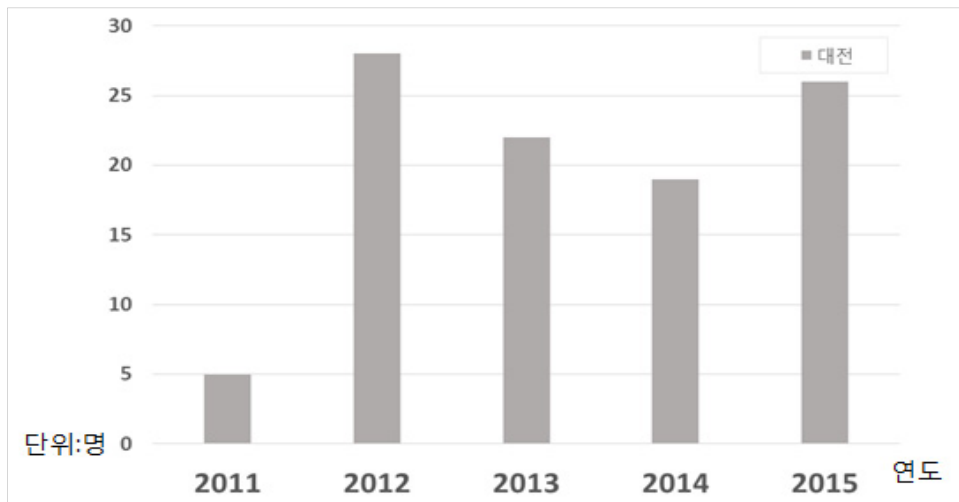
자료 : 질병관리본부에서 발행된 ‘폭염으로 인한 온열질환 신고 현황 연보’의 온열질환 환자 신고현황(2011~2015)을 참고하여 그래프로 재작성함.

53) 질병관리본부(2015), 폭염으로 인한 온열질환 신고 현황 연보, p.16.

2) 대전

한편, 대전시 온열질환자분석은 다음과 같다. 2011년도에는 5명에서 2012년에는 23명이 증가한 28명으로 집계되었으며, 2013년 22명으로 6명 감소, 2014년도에는 3명이 감소되어 19명의 온열질환자가 발생되었다. 이후 2015년도에는 7명 증가되어 26명으로 집계되었다.

대전시 온열질환자의 발생경향은 상술한 대전시 폭염일수와 비슷한 경향으로 나타났다.



(그림 3-16) 대전시 온열질환 환자 신고현황(2011년-2015년)

자료 : 질병관리본부에서 발행된 ‘폭염으로 인한 온열질환 신고 현황 연보’의 온열질환 환자 신고현황(2011~2015)을 참고하여 그래프로 재작성함.

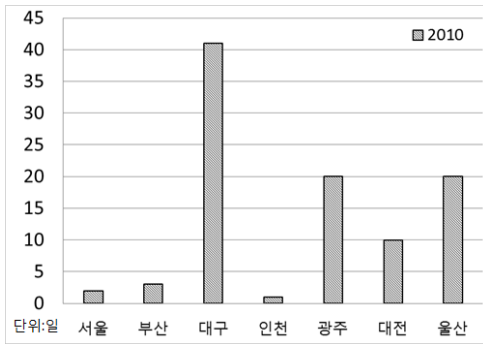
3. 대도시별 폭염일수와 온열질환 특성 비교

1) 폭염일수 비교

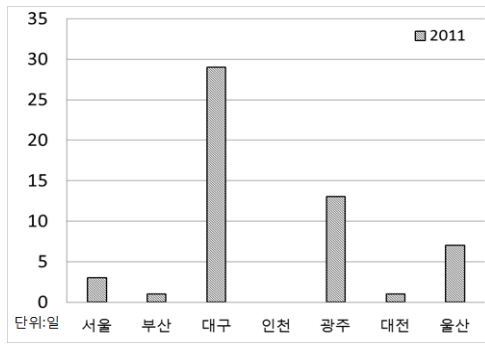
대도시별 폭염일수를 비교하였다. 서울시를 비롯한 부산, 대구, 인천, 대전, 광주, 울산의 경우 대도시임에도 불구하고 지리적 특성과 도시가 가지는 공간구조 등에 의해 폭염일수는 각 도시별로 큰 변화는 나타나지 않았다. 예컨대 대구시의 경우, 각 년도별로 폭염일수는 비록 다르게 나타나지만, 해마다 다른 도시에 비해 폭염일수는 많은 것으로 나타났다. 이것은 폭염일수는 과거에서부터 도시의 일최고기온 및 평균기온 등이 높은 도시와 밀접한 상관이 있는 것으로 보여진다.

한편, 2010년도에는 대구가 41일로 가장 높은 일수를 기록하였으며 광주와 울산이 20일, 대전 10일, 부산 3일, 서울 2일, 인천 1일로 집계되었다. 2011년도에 대구가 29일로 가장 높았으며 그다음은 광주 13일, 울산 7일, 서울 3일, 부산과 대전이 1일로 집계되었다. 2012년에 역시 대구가 30일로 가장 높았으며, 광주가 25일, 대전이 17일, 울산 16일, 서울 14일, 인천 9일, 부산이 7일을 기록하였다. 2013년도에 대구가 54일로 가장 높았으며, 울산이 37일, 광주 22일, 대전 16일, 부산 13일, 서울이 2일을 기록하였다. 2014년도에 대구가 22일로 가장 높았으며, 울산과 서울이 10일, 광주가 8일, 대전이 5일, 인천이 2일을 기록하였다. 2015년도에 대구가 21일로 가장 높았으며, 울산이 16일, 광주 14일, 대전 12일, 서울이 8일, 부산과 인천이 각각 1일을 기록하였다.

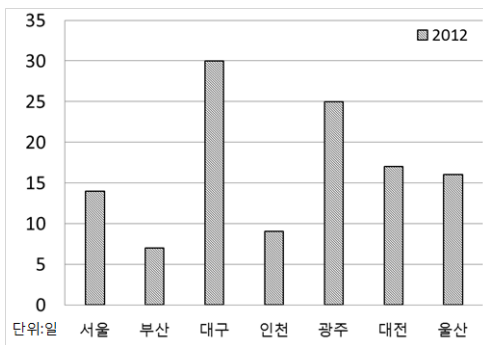
전체적으로 대구지역에서 폭염일수가 가장 높았으며, 광주와 울산 및 서울과 대전은 매년 폭염에 노출되었다. 인천과 부산의 경우는 폭염이 없던 해도 존재하였다.



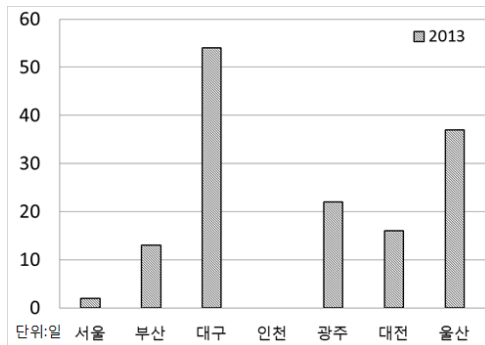
2010년



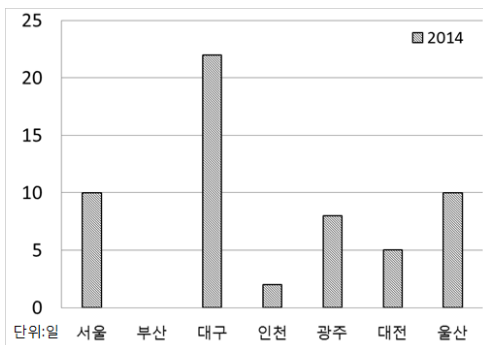
2011년



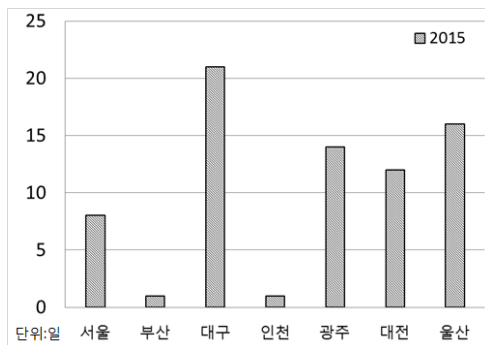
2012년



2013년



2014년



2015년

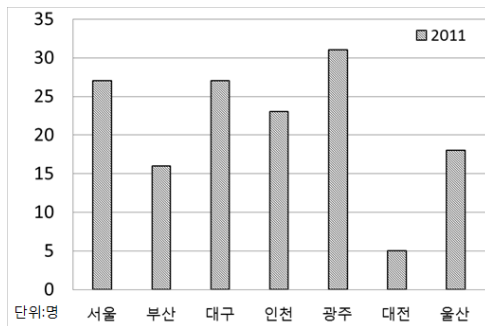
[그림 3-17] 전국 폭염일수 현황(2011년-2015년)

자료 : 기상청 국가기후데이터센터(<http://sts.kma.go.kr>) 지상기상관측으로 통계를 조회하여 작성.

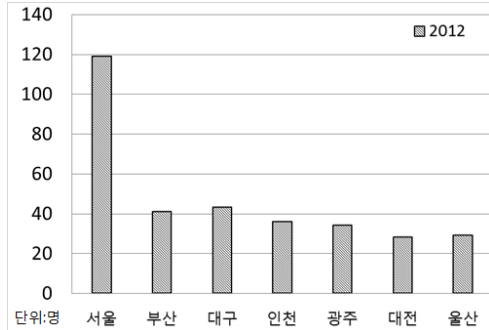
2) 온열질환 환자수 비교

대도시별로 온열질환자수를 비교하였다. 온열질환자는 매년 발생환자수가 다르게 나타났다.

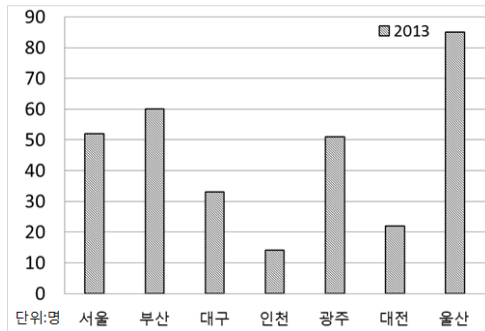
2011년도에는 다른 도시에 비해 대전시가 가장 낮은 환자발생수로 나타났다. 2012년에는 서울시만 특별하게 많이 발생하였으며, 기타 도시에서는 비슷한 경향으로 나타났다. 2014년도에는 서울과 울산이 비슷한 경향으로 나타났으며, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전이 비슷한 경향으로 나타났다.



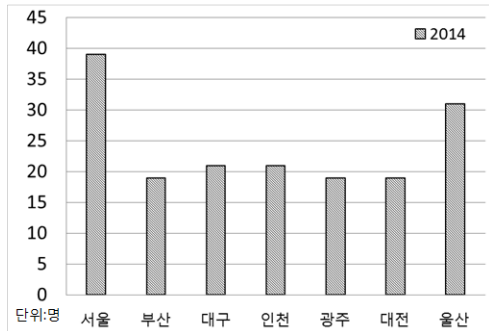
2011년



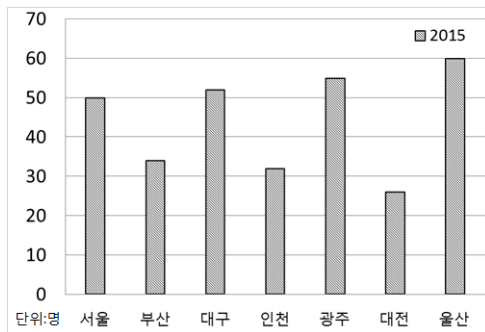
2012년



2013년



2014년



2015년

(그림 3-18) 전국 온열질환 환자 신고현황(2011년-2015년)⁵⁴⁾

자료 : 질병관리본부에서 발행한 폭염으로 인한 온열질환 신고 현황 연보를 참고하여 그래프로 재작성함.

54) 질병관리본부(2015), 폭염으로 인한 온열질환 신고 현황 연보, p.16.

4. 대도시별 열대야일수 비교

대도시별 열대야 일수를 1973년부터 2016년까지 비교 분석하였다. 1994년은 연평균 33.7일, 2016년은 연평균 22.4일로 나타났으며, 다른 년도보다 많은 열대야 일수를 기록하였다. 한편, 1994년 부산의 경우 44일, 광주 36일, 서울 34일 등 매우 기록적인 열대야일수로 나타났다. 2016년 올해도 대도시별 열대야일수는 대전이 20일 이상을 기록하는 등 일최저기온이 25°C 이상인 날이 많은 것으로 나타났다.

〈표 3-8〉 대도시별 열대야일수 비교

	서울	인천	대전	대구	울산	광주	부산	연도	서울	인천	대전	대구	울산	광주	부산
1973	6	3	4	14	8	6	17	1995	15	9	10	19	17	21	13
1974	1	1	1	2	0	1	0	1996	11	5	10	14	11	16	22
1975	8	2	3	7	5	8	12	1997	14	8	5	8	6	11	11
1976	0	0	1	4	2	3	8	1998	1	0	5	9	14	14	10
1977	7	1	0	9	3	4	9	1999	7	2	2	5	5	4	3
1978	12	11	4	18	10	22	21	2000	9	9	2	11	7	5	14
1979	2	1	3	5	4	2	9	2001	7	10	5	26	13	10	24
1980	0	0	0	0	1	1	0	2002	3	3	7	10	5	3	5
1981	7	1	2	9	9	8	14	2003	1	0	4	1	2	1	0
1982	2	2	1	6	9	5	6	2004	12	1	7	11	10	6	1
1983	7	4	5	11	8	12	11	2005	11	1	2	16	11	13	6
1984	10	7	4	19	12	11	20	2006	9	2	2	20	9	15	15
1985	8	5	1	10	11	5	18	2007	12	5	2	20	13	13	17
1986	1	2	0	1	2	4	7	2008	7	2	1	24	6	18	10
1987	0	0	0	1	2	2	2	2009	2	2	0	2	3	7	3
1988	6	5	2	4	1	5	2	2010	14	12	10	23	10	27	35
1989	2	3	2	3	1	7	2	2011	1	1	5	8	1	11	15
1990	3	1	7	15	18	16	28	2012	17	15	15	25	17	18	28
1991	2	0	5	7	5	7	3	2013	20	16	17	32	30	30	26
1992	2	0	6	12	9	7	6	2014	5	3	4	9	8	3	4
1993	0	0	0	0	0	0	0	2015	9	9	7	10	13	10	9
1994	34	27	30	33	32	36	44	2016	32	31	20	12	11	23	28

자료 : 기상청 국가기후데이터센터(<http://sts.kma.go.kr>)의 한반도 기후통계에서 '서울, 인천, 부산, 울산, 광주, 대전, 대구' 1973년에서 2016년 까지 최저기온이 25이상인 날을 조회하여 작성함(2016년의 자료는 2016.10월말 기준으로 작성함)

제4절 대전형 폭염대응 정책방향

1. 폭염대응을 위한 제도 및 시스템 정비

□ 폭염 대응 매뉴얼의 정기적 수정 및 점검

폭염은 과거에도 존재 및 피해가 있었으나, 현재에 이르러 폭염에 대한 심각성과 도시문제 및 사회적/국가적 문제로 증가되고 있다. 따라서 폭염의 빈도 및 강도가 매년 다르게 발생함에 따라 폭염과 관련한 주무부처 및 관련부처에서 폭염대응 매뉴얼의 정기적(매년단위 등)인 수정 및 점검이 필요하다.

한편, 폭염은 정부의 정책 및 실행동 매뉴얼도 매우 중요하지만, 산하기관 및 유관기관의 실시계획과 관련한 대응 매뉴얼이 매우 중요하다.

이에 정부는 물론, 대전시뿐 아니라, 산하기관과 유관기관의 신속한 대응매뉴얼의 정기적 수정 등이 필요할 것이다.

□ 매뉴얼에 따른 부정기적 대응점검

폭염은 매년 정해진 월에 발생하는 것은 아니다. 그러나 일반적으로 여름철에 발생하는 것이기 때문에 매년 여름철을 전후로 하여, 예비적 혹은 사전적 의미에서의 폭염에 대한 비상상황 대응점검이 필요하다. 이때, 국민안전처를 중심으로 각 산하기관과 유관기관, 그리고 지방자치단체까지 포함하는 비상상황 대응점검이 이루어져야 할 것이다. 특히 대전시의 경우 기상청 및 5개 기초자치단체에 있어 매뉴얼의 철저가 요구시 된다.

□ 현장중심적 대응점검

폭염 대응 매뉴얼도 매우 중요하지만, 현장중심형 대응점검이 필요하다. 예컨대, 우리나라에서 일반적으로 폭염에 대한 폭염경보가 발령되면 SNS를 통한 대외활동

주의 등의 문자등이 수신된다. 국민 개인적으로 주의를 요망하는 내용이다. 그러나, 정부 및 대전시 혹은 각 기관에서는 일최고기온이 가장 높은 오후시간에 특정지역에서 폭염으로 인한 특별한 사태(다수의 인원이 폭염으로 인하여 쓰러지는 등)에 대응할 수 있는 훈련도 필요할 것이다. 예컨대 모의 가상훈련으로 일종의 소방서에서 실시하는 소방훈련 등과 같은 개념이다.

□ 기관별 폭염 대응 매뉴얼의 차별적 최적화 필요

폭염 대응 매뉴얼은 성격이 비슷한 기관에서는 그 대응하는 절차 및 내용 등이 비슷할 수 있을 것이다. 그러나, 중앙정부 및 대전시, 그리고 유관기관마다 기관의 성격과 지리적여건 등이 획일적이지는 않을 것이다.

이에, 기관별로 비슷한 폭염대응 매뉴얼이 아닌, 현장중심적이고 보다 체계적인 매뉴얼작성이 필요할 것이다.

□ 폭염관련 예산확보 및 중앙정부와의 유기적 협조체제

폭염은 자연재해대책법에서 홍수, 가뭄, 황사 등 이에 준하는 자연재해의 하나의 유형으로 간주하여, 재정지원은 일차적으로 자연재해인 폭염피해에 대한 보상차원에서 접근하는 경우가 많다. 한편, 대전시와 같이 광역시단위에서는 나름대로 폭염 피해 관련 예산을 수립확보하여 중앙정부만 바라보지 않고, 지역차원에서 일정부분 지원시스템 마련도 경우에 따라서는 필요할 것이다.

또한 폭염은 폭염발생후 복구 등의 사후처방적 예산뿐만 아니라, 폭염방지와 관련한 사전예방적 차원에서의 예산도 적극적 마케팅을 통하여, 중앙정부로부터 일정부분 지원 혹은 자체적 예산수립이 필요할 것이란.

2. 대전형 폭염전문(연구)센터 설립

□ 대전형 폭염전문센터 신설

폭염이 매년 빈도 및 영향력이 달라 기술적으로 대응하는 어려움이 있다. 또한 수동적 폭염대응에서 현장중심적이고 능동적인 대응, 그리고 현재보다 진보하는 체계시스템 구축 등을 위해서는 폭염전문센터 신설이 필요하다.

이에, 인구 153만명이 거주하는 거대도시 대전시에서는 대전형 폭염전문센터를 설립하여, 중앙정부 및 지방정부의 예산확보 및 운영에 의해, 폭염으로부터 안전한 대전만들기를 창출해야 한다. 특히 폭염은 현재 진행중으로 발생하는 사안에 대응하고 준비하는 것도 매우 중요하다.

그러나 폭염이란 재난의 특성상, 현재의 시점에서 대응도 중요하지만, 미래지향적으로 폭염발생에 대한 강도를 조절할 수 있는 지역형 폭염연구도 매우 중요하다. 예컨대 대전시는 분지형 도시로서 이에 상응하는 폭염대책, 동구 증구 등의 저밀형 도시공간구조에서의 폭염대책과 서구 유성구등은 중고밀형 도시공간구조에서의 폭염대책이 서로 다를 것이기 때문에 세분화되고 권역특화적인 폭염정책 등이다.

한편, 대전형 폭염전문센터는 연구중심형 기능강화가 필요하다. 예컨대 연구중심형 기능은 폭염 혹은 기상재해 및 기후변화에 관한 연구를 중심으로 진행하면서, 폭염과 관련한 매뉴얼, 제도, DB, 전문인력풀, 연구조사 등을 1수행한다. 더불어, 현장중심적이고 시민만족적인 기능인 지능형시스템도 필요하다. 이것은 대전시가 현재 준비운영중인 스마트재난안전상황관리시스템 및 유관기관(소방서, 병원, 기상청 등등)과의 지능형 시스템을 구축 운영하는 것이다.

더불어 대전형 폭염전문센터는 세종시를 비롯한 충청권을 포함하는 대상으로 공간적 구조 만들기도 필요할 것이다.

□ 지역별 폭염전문센터 설립의 움직임 고조

현재, 동남권을 중심으로 하는 동남권 폭염대응센터 설립 움직임이 있다(국제신

문, 2016.8.16.). 인제대, 부산대, 울산대와 상호 MOU를 맺고 폭염과 관련한 폭넓은 연구 및 학술적교류, 제도적 정비 등 위한연구기틀 마련을 도모하고 있다.

뿐만아니라, 대구국제폭염대응포럼조직위원회에서는 2016년 8월 19일 대구국제폭염대응포럼을 개최하여, 폭염의 심각성을 알리고 효율적인 폭염대응 등의 논의를 도모하고 있다.(에너지신문, 2016.8.12.)

3. 법률에 의한 피해보상의 근거필요

정부는 자연재해 등으로 인한 피해보상을 보험가입을 통하여 지원하고 있는 것으로 나타났다. 정부에서 농업재해보험을 시행하고 있다. 농업재해보험은 농작물 재해보험과 가축재해보험으로 구분하고, 재해발생시 보험금을 지급하여 피해보상을 하고 있다. 또한 가을 동상해 관련 농작물재해보험도 이 범위에 포함된다.

이러한 풍수해관련 보험은 2001년부터 2년간 시범을 거쳐 2008년부터 본격적으로 자연재해로 인한 피해를 보상하고 있다.

한편, 농어업재해대책법 시행령 제3조 재해농가 및 어가에 대한 지원범위는 가뭄, 해일태풍강풍에 의한 피래 및 우박과 한파, 유해야생동물, 적조현상, 그밖에 농림축산식품부장관 및 해양수산부장관이 필요하다고 인정되는 범위이다.

또한 자연재해대책법 제2조에서는 자연재해를 태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 해일, 조소, 대설, 그밖에 이에 준하는 자연현상으로 정의하고 있다.

지진의 경우, 지진화산재해대책법이 있어, 지진에 의한 피해보상적 근거마련이 되어있다.

따라서, 자연재해에 대한 피해보상 범위에서 폭염을 포함하는 필요성이 제기된다.

제 4 장

결 론

제 4 장 결론

□ 연구의 결과

자연재해 그 대부분은 이상적 기상현상에 의해 발생하는 기상재해라 할 수 있으며, 발생 원인은 태풍, 호우, 대설 등으로 기상재해의 95%이상은 수해로 발생된다.

그러나, 역대 최고의 인명피해를 일으킨 기상재해는 수해가 아니라 폭염에 기인한다. 1994년에 발생한 폭염으로 사망자 수만 3천명을 넘어서는 등, 그 영향력은 매우 위력적이다. 이에 국민안전처에서는 폭염종합대책을 수립하는 하는 등 능동적으로 대응하고 있다.

본 연구에서는 현재까지의 대도시별 폭염일수비교, 21세기 후반기에 대도시별 폭염일수 미래변화추이(RCP 8.5시나리오)를 시도하였다.

먼저 대도시별 폭염일수를 비교분석하였다. 2010년도에 대구시는 41일로 가장 높은 일수를 기록하였으며 광주와 울산이 20일, 대전 10일, 부산 3일, 서울 2일, 인천 1일로 집계되었다. 2011년에도 대구가 29일로 가장 높았으며 그다음은 광주 13일, 울산 7일, 서울 3일, 부산과 대전이 1일로 집계되었다. 2012년에 역시 대구가 30일로 가장 높았으며, 광주가 25일, 대전이 17일, 울산 16일, 서울 14일, 인천 9일, 부산이 7일을 기록하였다. 2013년에도 대구가 54일로 가장 높았으며, 울산이 37일, 광주 22일, 대전 16일, 부산 13일, 서울이 2일을 기록하였다. 2014년에도 대구가 22일로 가장 높았으며, 울산과 서울이 10일, 광주가 8일, 대전이 5일, 인천이 2일을 기록하였다. 2015년에도 대구가 21일로 가장 높았으며, 울산이 16일, 광주 14일, 대전 12일, 서울이 8일, 부산과 인천이 각각 1일을 기록하였다.

전체적으로 대구지역에서 폭염일수가 가장 높았으며, 광주와 울산 및 서울과 대전은 매년 폭염에 노출되었다. 인천과 부산의 경우는 폭염이 없던 해도 존재하였다.

한편, 대전시는 21세기 후반기의 폭염일수는 현재보다 59.7일 증가하여 연간 71.6일이 발생 할 것으로 전망하였다. 서울시는 21세기 후반에 현재보다 62.3일이 증가

되어 73.4일로 발생을 전망하였다. 인천시는 21세기 후반에 현재보다 50.4일이 증가되어 53.4일로 전망하였다. 부산시는 21세기 후반에 현재보다 46.8일이 증가된 54.3일로 전망하였다. 울산시는 21세기 후반에 현재보다 43.6일이 증가된 55.4일로 전망하였다. 광주시는 21세기 후반에 현재보다 61.3일이 증가된 77.3일로 전망하였다.

다음으로 대도시별 열대야일수를 1973년부터 2016년까지 비교 분석하였다. 1994년은 연평균 33.7일, 2016년은 연평균 22.4일로 나타났으며, 다른 년도보다 많은 열대야 일수를 기록하였다. 한편, 1994년 부산의 경우 44일, 광주 36일, 서울 34일 등 매우 기록적인 열대야일수로 나타났다. 2016년 올해도 대도시별 열대야일수는 대전이 20일이상을 기록하는 등 일최저기온이 25°C 이상인 날이 많은 것으로 나타났다.

□ 정책의 방향

한편, 폭염의 위험으로부터 안전한 대전만들기를 위해서는 종합적 대책도 중요하지만 폭염과 관련된 지능형시스템정비 및 대전형 폭염센터 설립도 필요할 것이다. 구체적으로 폭염 대응 매뉴얼의 정기적 수정 및 점검이다. 폭염은 정부의 정책 및 실시행동 매뉴얼도 매우 중요하지만, 산하기관 및 유관기관의 실시계획과 관련한 대응 매뉴얼이 매우 중요하다. 이에 정부부처 뿐 아니라, 산하기관과 유관기관의 신속한 대응매뉴얼의 정기적 수정 등이 필요할 것이다.

다음으로, 매뉴얼에 따른 부정기적 대응점검이다. 폭염에 대한 점검은 예비적 혹은 사전적 의미에서의 폭염에 대한 비상상황 대응점검이 필요하다. 이때, 국민안전처를 중심으로 각 산하기관과 유관기관, 그리고 지방자치단체까지 포함하는 비상상황 대응점검이 이루어져야 할 것이다.

다음으로, 현장중심적 대응점검이다. 예컨대 일최고기온이 가장 높은 오후시간에 특정지역에서 폭염으로 인한 특별한 사태(다수의 인원이 폭염으로 인하여 쓰러지는 등)에 대응할 수 있는 훈련도 필요할 것이다. 예컨대 모의 가상훈련으로 일종의 소방서에서 실시하는 소방훈련 등과 같은 개념이다.

다음으로, 기관별 폭염 대응 매뉴얼의 차별적 최적화가 필요하다. 폭염 대응 매뉴얼은 기관의 성격과 지리적/현장여건 등이 서로 달라서 매뉴얼의 내용이 다를 것

이다. 이에 기관별로 지역적으로 특화되고, 현장중심적인 매뉴얼 작성이 필요할 것이다.

다음으로, 대전형 폭염전문(연구)센터 설립이다. 폭염이 매년 빈도 및 영향력이 달라 기술적으로 대응하는 어려움이 있다. 인구 153만명이 거주하는 거대도시 대전시에서는 대전형 폭염전문센터를 설립하여, 중앙정부 및 지방정부의 예산확보 및 운영에 의해, 폭염으로부터 안전한 대전만들기를 창출해야 한다. 대전형 폭염전문센터는 연구중심형 기능강화가 필요하다. 예컨대 연구중심형 기능은 폭염 혹은 기상재해 및 기후변화에 관한 연구를 중심으로 진행하면서, 폭염과 관련한 매뉴얼, 제도, DB, 전문인력풀, 연구조사 등을 1수행한다. 더불어, 현장중심적이고 시민만족적인 기능인 지능형시스템도 필요하다. 이것은 대전시가 현재 준비운영중인 스마트 재난안전상황관리시스템 및 유관기관(소방서, 병원, 기상청 등등)과의 지능형 시스템을 구축 운영하는 것이다.

더불어 대전형 폭염전문센터는 미래지향적으로 세종시를 비롯한 충청권을 포함하는 공간적 구조 만들기도 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- 강윤주 기자(2011), 숨막히는 폭염... 이틀새 노인 3명 사망(한국일보 7월 20일자).
- 기상청(2012), 한반도 기후변화 전망보고서, P.74의 RCP 8.5 시나리오를 바탕으로 작성.
- 기상청(2012), 대전·충남 기후변화 전망보고서, P.74 의 RCP 8.5 시나리오를 바탕으로 작성.
- 기상청(2012), 서울·인천·경기도 기후변화전망보고서, p.30.
- 기상청(2012), 부산·울산·경상남도 기후변화전망보고서, p.30.
- 기상청(2012), 광주·전라남도 기후변화전망보고서, p.30.
- 기상청(2010), 2010 이상기후 특별보고서 p.83.
- 국민안전처 보도자료(2015), 정부합동 폭염피해 방지대책 발표(2015. 6. 18.)
- 국민안전처 보도자료(2016), 2016년 폭염대응 종합대책 수립보고(2016. 5. 19.)
- 김진두 기자(2016), 74년 전 오늘 대구 40℃...1994년 3천 명 사망(YTN 기상센터 8월 1일자).
- 김윤석 기자(2016), 전북도, 폭염으로 농작물 4409ha 피해(농민신문 9월 16일자).
- 김선진 기자(2012), 노인 안전 초비상...폭염에 7명 사망(MBN 뉴스 8월 2일자).
- 김창영 기자(2013), '폭염' 이틀새 7명 사망(경향신문 8월 9일자).
- 김지훈 기자(2013), 폭염에 서해 양식장 초토화...'떼죽음' 100만 마리(MBC NEWS 8월16일자).
- 관계부처합동(2011-2014)의 이상기후 보고서내용과 질병관리본부(2016)
- 국민안전처(2011), 폭염대응 건강관리 업무 가이드북.
- 농림축산식품부(2016), 가축농작물 폭염 피해 및 대응상황 보도자료(8월 26일자).

남우균 기자(2015), 폭염에 가축 200만마리 폐사(농민신문 8월 14일자).

디지털뉴스부(2014), 문경서 닭 13만마리 무더위에 폐사…환기장치 고장(국제신문 7월 10일자).

문석준 기자(2013), 기록적 폭염에 경주서 일사병 사망자 발생(노컷뉴스 8월 13일자).

박석호 기자(2016), 폭염에 양식 어패류 643만 마리 폐사…85억 원 어치(KBS NEWS 인터넷뉴스 9월 2일자).

박덕근·이종철(2001), 우리나라 재해현황과 방재정책, 대한지질공학회 심포지엄자료집, pp.1-22.

신동석 기자(2011), 전북서 폭염 속 일터나간 노인 사망·입원 속출(뉴시스 8월 5일자).

연합뉴스 정규방송(2013), 전남지역 폭염 사망자·환자 속출(8월 9일자).

이정민 기자(2015), 日폭염에 열사병 환자 속출…3명 사망 10여명 중태(TV조선 8월 2일자).

이한석 기자(2011), 폭염에 정전 속출…일부 상점 전기 공급 끊겨(sbs뉴스 7월 19일자).

음상준 기자(2015), 폭염으로 13세 남자아이 숨져…총 사망자 11명(News1 8월 11일자).

질병관리본부(2015), 폭염으로 인한 온열질환 신고 현황 연보, p.16.

질병관리본부(2016), 2016년 온열질환 감시체계운영결과(2016년 5월 23일-2016년 9월 18일)

한병관 기자(2014), 경남서 올해 첫 폭염 사망자 발생, 질병관리본부 폭염주의 당부(일요신문 7월 30일자).

환경부 보도자료(2015), 기후변화대비 범정부 국가적응대책 마련(2015. 12. 22)

한국민족문화대백과, 한국학중앙연구원.

Lott, N., and T. Ross(2003), A Climatology of 1980–2003 Extreme Weather and Climate Events, Technical Report, p.3.

Met Office(2014), Too hot, too cold, too wet, too dry: Drivers and impacts of seasonal weather in the UK, p.8.

Nick Wiltgen(2015), Death Toll Reaches 90 in Japan’s Record-Setting Heat Wave, The weather Channel(2015. 8. 11).

PHE(2015), Heatwave plan for England (Making the case : the impact of heat on health-now and n the future).

기상청(<http://www.kma.go.kr>).

기상청 국가기후데이터센터(<http://sts.kma.go.kr>).

미국 뉴욕 응급부서(<http://www1.nyc.gov>).

미국 Los Angeles 시청(<http://lamayor.org>).

영국 기상청(Met Office), <http://www.metoffice.gov.uk>(2016.9.11. 기준).

일본 환경성(2015.9.13.일 기준), <http://www.wbgt.env.go.jp/wbgt.php>.

일본 총무성 소방청(<http://www.fdma.go.jp>).

EPA사이트(<https://www.epa.gov>).

National Oceanic and Atmospheric Administration(<http://www.nws.noaa.gov/>)

The CITY OF PORTLAND Oregon(<https://www.portlandoregon.gov>)

NOAA(<http://www.nws.noaa.gov/>)

<https://www.ncdc.noaa.gov/news/climate-history-july-1995-chicago-area-heat-wave>.

기본연구보고서 2016-08

환경재난형 폭염에 관한 기초연구

발행인 유 재 일

발행일 2016년 11월

발행처 대전세종연구원

34863 대전광역시 중구 중앙로 85(선화동)

전화: 042-530-3518 팩스: 042-530-3528

홈페이지 : <http://www.djdi.re.kr>

인쇄처 : 영창당인쇄사 TEL 042-626-7888 FAX 042-626-9888

이 보고서의 내용은 연구책임자의 견해로서 대전광역시의 정책적 입장과는 다를 수 있습니다.

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