

기후변화대비 폭염피해 방지를 위한 중장기적 대안

A long-term counterproposal of Heat wave damage
measures for climate change



윤용선
국민안전처 재난관리실
재난대응정책관
yysun111@korea.kr



이상권
국민안전처 재난관리실
자연재난대응과장
E-mail:kwon2765@korea.kr



안흥환
국민안전처 재난관리실
자연재난대응과 방재안전사무관
E-mail:camello@korea.kr

1. 서론

폭염은 극한더위(extreme heat) 또는 열파(heat wave)라고 부르며, 일반적으로 갑작스럽게 찾아오는 심한더위로서 일정 온도 이상의 기온이 수일동안 지속되는 기상현상을 의미한다. 전 세계적 기후변화의 여파로 국내에서도 평균기온과 폭염강도 일수가 점차 증가하고 있는 추세로 기상청의 「한국 기후변화 평가보고서(2014)」에 따르면 전지구 평균 상승보다 한반도 평균기온 상승이 다소 높을 것으로 예상되었고, 그림 1과 같이 기후변화 시나리오별 최대 4℃이상 연평균 기온이 상승할 것으로 추정하였다. (RCP4.5 2℃이상, RCP8.5 4℃이상) 이에 따라 극한기후의 변화는 폭염일수(+5.8일), 열대야 일수(+10.8일)이 증가할 것으로 전망되었다.

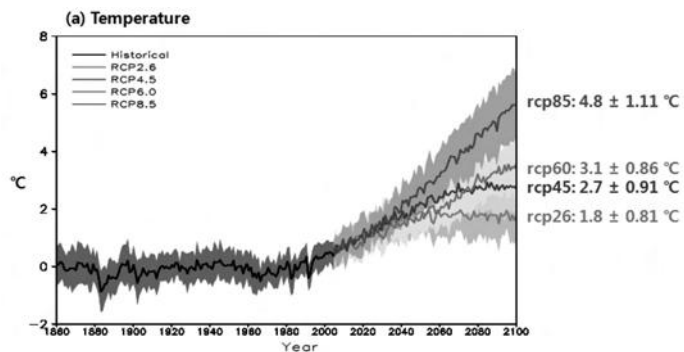


Fig. 1. 한반도 연기온 변화 시계열(1861~2100년) (자료: 기상청, 2014)

실제적으로 국내에서 폭염일수는 과거 20년 대비 최근 10년간 3.5일 증가(8.6일('73~'93년) → 12.1일('94~'15년))하는 등 지속 증가 추세에 있으며, 최근 3년간 5월 폭염특보 발생 건수(14년(1건), 15년(5건), 16년(3건))도 증가하고 있어 발생 시기도 다소 빨라지는 경향을 보이고 있다.

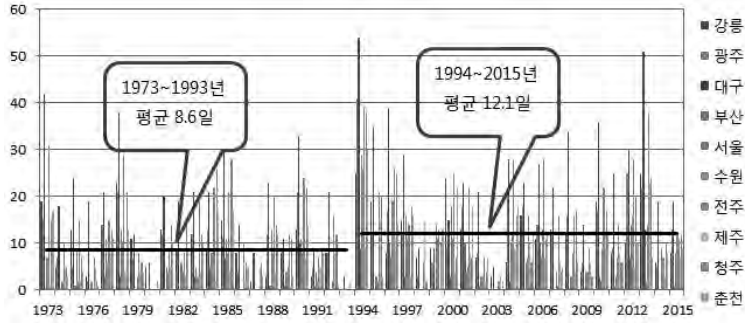


Fig. 2. 국내 주요 10개도시 폭염일수

또한 금년도(8.28일 기준) 폭염발생일수는 1,009일, 평균폭염일수는 22.4일로 과거 35년('80~'15년) 평균대비 222%로 역대 2번째로 높았으며 폭염일수가 점차 증가 추세에 있음을 알 수 있다. 이로 인하여 2011년 질병관리본부에서 온열질환자 통계집계한 이래로 최대의 피해(온열질환자 2,095명, 사망자 17명, 가축폐사 4,224천마리, 어류폐사 3,839천마리)가 발생하였다.

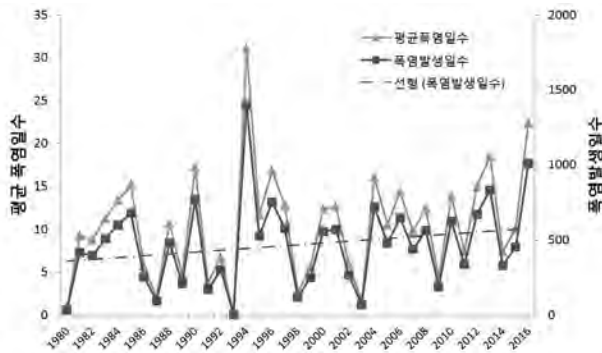


Fig. 3. 국내 폭염일수 변화추세

폭염이 발생할 경우 개인의 건강뿐만 아니라 다양한 산업에 영향을 미치게 되고 이로 인해 사회·경제적 영향 및 피해로 이어질 수 있다. 그림 3의 1994년 여름(8.1~8.31)에 보도되었던 뉴스 기사를 분석 폭염 발생시의 사회적 파급효과를 분석한 내용을 보면, 온열질환자 등 인면피해, 노동력 및 효율저하를 유발하는 간접적 건강영향, 전력수요 폭증에 따른 정전사고, 가축 폐사 및 농식품 수확감 감 등 농축산물 직접피해 등 그 피해가 사회전반에 걸쳐 발생하고 있음을 알 수 있다. (국립재난연구원, 2014)

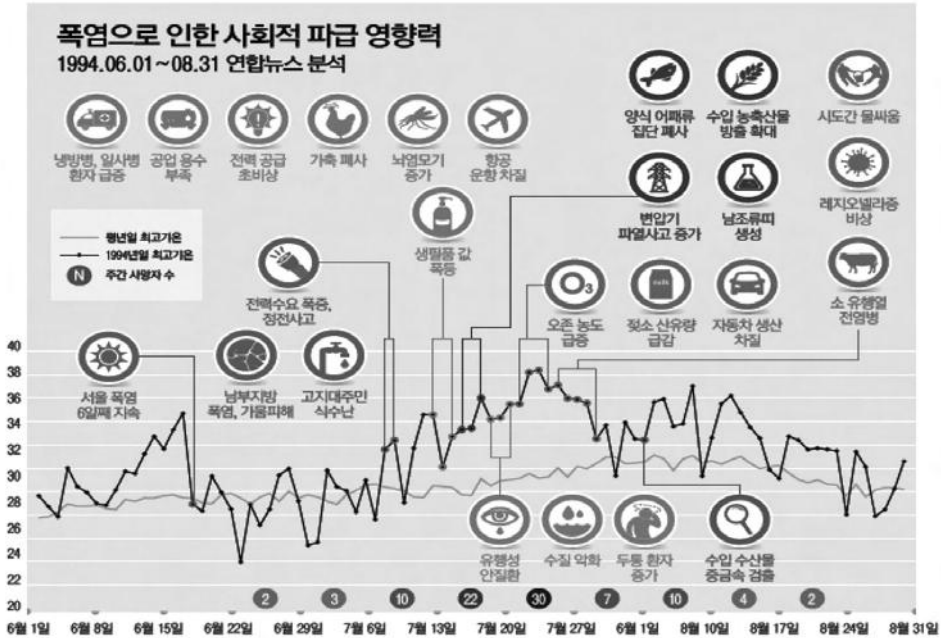


Fig. 4. 폭염으로 인한 사회적 파급사례 (자료: 국립재난안전연구원, 2014)

2. 폭염으로 인한 영향 검토

2.1 인체건강의 영향

폭염으로 인해서 직접적으로 인체의 건강에 영향을 주게 되며, 일차적으로 피부 화상, 자외선에 의한 피부노화 촉진, 열 경련, 일사병, 열에 의한 피로, 뇌일혈, 냉방병 등 보통습도에서 25℃이상이면 무더위를 느끼고 이로 인한 병이 발생할 가능성이 있는 것으로 보고되고 있다(왕순주, 2004).

한국 기후변화 평가보고서(2014)의 RCP4.5와 RCP8.5 시나리오에 따라 2015년까지의 인구추계에측자료를 이용하여 미래 폭염 사망자수 전망을 보면 기하급수적으로 증가할 것으로 예상하고 있다.

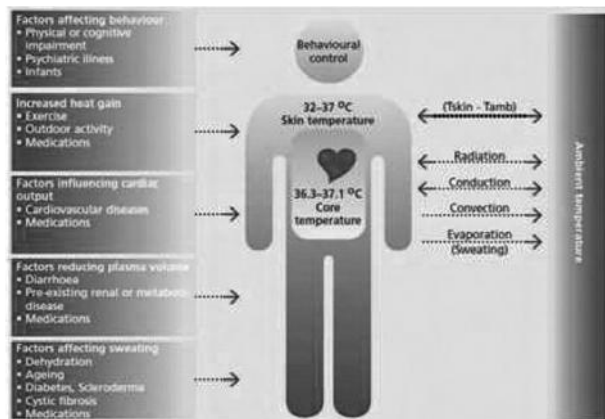


Fig. 5. 폭염의 건강영향 매커니즘 (자료: WHO, 2008)

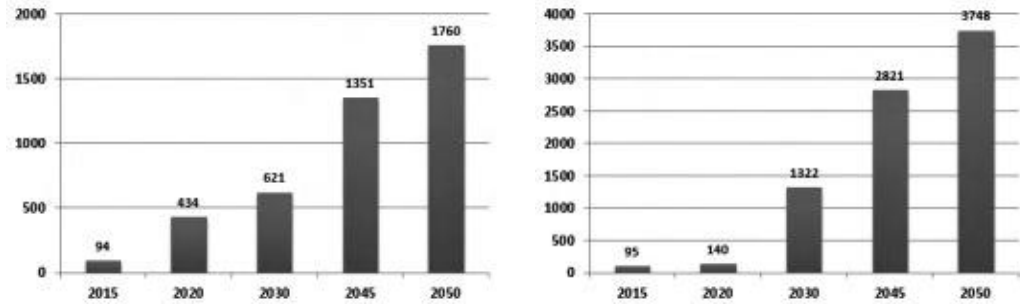


Fig. 6. 미래 폭염 사망자수 전망 (자료: 한반도 기후변화전망보고서, 2012)

실제적으로 한반도의 기후변화에 따라서 최근 5년간 온열질환자의 수는 지속적으로 증가하는 추세에 있어 4,239명의 온열질환자가 발생하였고 이중 47명이 사망하였으며, 16년도(8.26일 현재)에도 온열질환자가 2,095명(전년도 대비 198.4%)이 발생하고 17명(전년도 대비 154.5%)이 사망하였다.

Table 1. 최근 5년간 온열질환자 수(질병관리본부)

구분	2011년	2012년	2013년	2014년	2015년
운영기간	7.1~9.3	6.1~9.6	6.2~9.7	6.1~9.6	5.24~9.6
운영결과	443명 (사망6)	984명 (사망15)	1,195명 (사망14)	561명 (사망1)	1,056명 (사망11)
폭염일수	7.5일	15일	18.5일	7.4일	10.1일

2003년도 환경부 보고서에 의하면 기온이 30~32℃일 때 사망자가 급격히 증가하고, 36℃가 되면 30℃일 때 보다 50% 증가한다고 하였다. 특히 고령자, 노약자 및 어린이 등은 체력적으로 적응이 힘들기 때문에 상대적으로 피해가 더 크며 사망률이 증가하게 된다. 국내에 발생된 사망자 피해 사례를 분석해 보면, 최근 5년간(2011~2015년) 폭염 사망자 47명 중 25건(53.2%)은 농민에게서 발생하였고, 연령별 사망자수로 구분해 보면, 60대 이상의 고령자가 32명(68.1%)를 차지하고 있어 고령자와 야외 활동자에게서 주요 사망사례가 발생

2003년도 환경부 보고서에 의하면 기온이 30~32℃일 때 사망자가 급격히 증가하고, 36℃가 되면 30℃일 때 보다 50% 증가한다고 하였다. 특히 고령자, 노약자 및 어린이 등은 체력적으로 적응이 힘들기 때문에 상대적으로 피해가 더 크며 사망률이 증가하게 된다. 국내에 발생된 사망자 피해 사례를 분석해 보면, 최근 5년간(2011~2015년) 폭염 사망자 47명 중 25건(53.2%)은 농민에게서 발생하였고, 연령별 사망자수로 구분해 보면, 60대 이상의 고령자가 32명(68.1%)를 차지하고 있어 고령자와 야외 활동자에게서 주요 사망사례가 발생

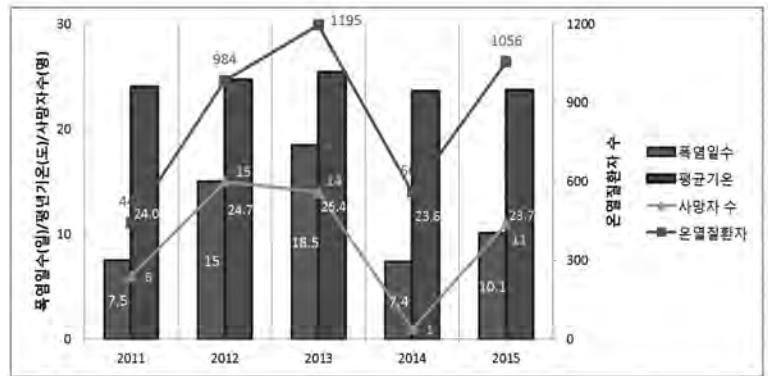


Fig. 7. 최근5년간 폭염과 온열질환자/사망자 수

하고 있음을 알 수 있다.

인체의 직접적인 영향뿐만 아니라 폭염으로 인한 간접적인 영향도 발생되는데 Climate council of Australia(2013)는 폭염으로 인한 노동생산성 및 효율감소로 인한 경제적 손실을 폭염의 간접영향으로 정의하고 이것이 지역경제에 중요한 영향을 미칠 것이라 강조한 바 있으며, Kjellstorm and McMichael(2013)은 2030년까지 폭염의 간접적 건강영향으로 경제적 손실이 전 세계적으로 1조 달러에 달할 것으로 전망하였다.

2.2 사회 · 환경적인 영향

폭염이 발생하게 되면 배출된 오염원을 대기 중에 가두는 대기정체로 인해 지표 오존의 증가를 가져오게 되며, 이로 인해서 오존농도의 증가가 발생하게 된다. 국내에서도 환경부 자료에 따르면, 평균오존농도가 지속적으로 증가하고 있음을 알 수 있으며, 오존농도의 증가는 Emberson et al. (2013)의

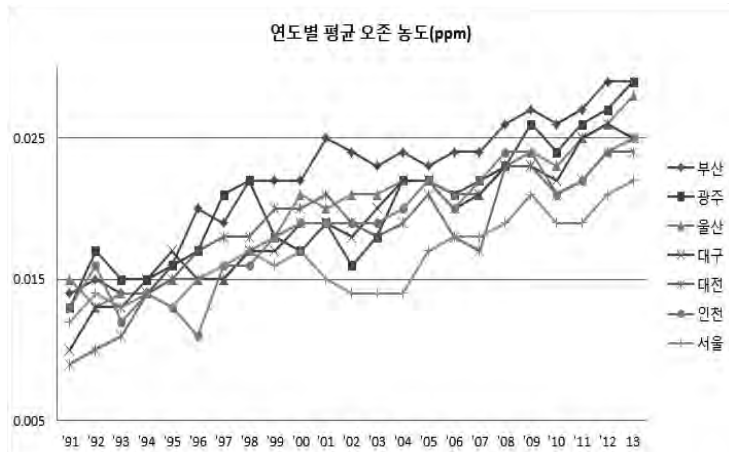


Fig. 8. 연도별 평균 오존농도 (자료: 환경부)

2006년도 영국의 사례를 분석한 결과 일 최고 8시간 평균 오존농도가 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 증가할 때 마다 사망률이 0.3% 증가한다고 보고한 바 있다.

또한 고온의 지속되는 환경에는 병해충, 감염병등의 발생빈도가 높아지게 되며, 해수온도의 상승이 발생할 경우 적조현상의 우려와 가뭄, 산불 등 파생적인 재난의 발생 위험도 높아지게 된다.

폭염으로 인한 기온의 상승은 전력수급에의 영향은 물론 도로, 항만, 빌딩 등 사회기반시설에도 영향을 미치게 되는데, 먼저 폭염일수의 증가는 냉방용 전력수요의 급증으로 대규모 정전사태 등을 초래할 수 있으며, 이로 인해 교통, 수송시설 운행 지연 및 사고 등으로 이어질 수 있다. 하지만 현재는 국내의 원자력발전소가 정상 운영되면서 예비전력율이 10%내외를 유지하고 있어 안정적인 전력을 공급하고 있다. 두 번째로 시설물 등의 사회기반시설분야에서는 대표적으로 도로표면의 손상이나 온도하중으로 인한 철도 궤도의 좌굴나 구조물 등의 장출(Buckling, 좌굴) 또는 균열 등의 피해사례가 발생할 수 있다. 온도의 상승은 물질의 변위(displacement)를 유발하게 되며, 이러한 물질의 변위가 억제된 곳에서는 응력의 집중이 발생하게 된다. 이로 인해서 콘크리트 구조물에서는 균

열(crack)이 유발될 수 있으며, 궤도 구조물과 같은 강구조물에서는 선로의 궤도가 틀어지는 좌굴현상이 발생할 수 있다.



Fig. 9. 온도증가로 인한 기반시설 영향

2.3 산업의 영향

폭염의 발생은 농업, 축산업, 수산업 등 1차 산업에 직접적인 영향을 주며 산림 및 입업의 생산량에도 영향을 준다. 농업의 경우 작물의 생존한계온도를 넘는 고온이 지속되면 작물 생산성에 영향을 미치게 되며 역치온도를 넘는 경우 수량급감과 품질저하에 영향을 미치게 된다. 축산업분야의 경우 고온으로 인한 스트레스와 사료 섭취량 감소 등으로 인한 발육저하, 가축생산성의 저하는 물론 가금류와 같은 축산업의 경우 폐사(‘13년 198만, ‘14년 99만, ‘15년 253만마리 폐사)로 이어지는 경우가 많이 발생된다. 16년도(8.7기준)에도 2,378천마리가 폐사하는 피해가 발생하였다.

Table 2. 가축의 고온한계온도 (농진청)

구분	한육우	젖소	돼지	닭
적온	10~20℃	5~20℃	15~25℃	16~24℃
고온 한계온도	30℃	27℃	27℃	30℃

※ 적온보다 높을 때 : 사료섭취량 감소로 인한 발육저하 고온 한계온도보다 높을 때 : 발육 및 번식 장애, 질병발생, 폐사

3. 폭염대비 중장기 대책

3.1 국내 폭염대응 종합대책

국민안전처에서는 2005년부터 매년 정부 중앙부처와 지자체 및 유관기관과 합동으로 폭염대책기

간(5.20~9.30)을 설정하고 폭염피해 예방과 신속한 대응을 위해 폭염대응 종합대책을 수립하여 운영하고 있다. 종합대책의 주요내용은 총괄상황반, 건강관리지원반, 시설관리반 등으로 구성된 합동 T/F를 통해서 폭염발생시 CBS(재난문자방송)나 방송매체, 비상연락망을 통해 신속한 상황전파와 독거노인, 거동불편자 등의 폭염 취약계층에 대한 관리, 폭염에 취약한 사업장과 시설에 대한 관리 및 국민행동요령 등에 대한 폭염피해 예방 홍보를 주요 내용으로 한다.



Fig. 10. 중앙부처·지자체 폭염대응 T/F (자료: 국민안전처)



Fig. 11. 폭염단계별 상황전파 및 대응체계 (자료: 국민안전처)

중앙부처 및 각 지자체를 중심으로 각 분야별 중점관리대책을 수립하고 유기적으로 폭염에 대처하기 위해 부처별 역할을 구분하여 시행하고 있다.

국민안전처를 중심으로 하는 폭염대책은 매년 개선사항을 포함하여 시행하고 있으며, 주로 단기적 피해예방을 위한 대책이 주를 이루고 있어 중장기적 기후변화와 지역별 특이성을 고려한 대책수립에는 한계가 있다.

Table 3. 2016년 폭염대응종합대책 부처별 역할

구분	주요역할	T/F팀 구성
국민안전처	<ul style="list-style-type: none"> ○ 폭염 종합대책 수립 총괄 및 상황관리체계 운영 ○ 폭염특보 및 행동요령 홍보(CBS 재난문자방송, 주간안전사고 예보 등) ○ 폭염 대비 현장밀착형 응급구급체계 운영(119 구급) ○ 온열질환자 치료 가능 병원 현황 관리·공유(119구급상황관리센터) 	총괄 상황반
보건복지부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 독거노인, 노숙인 등 취약계층 보호대책 추진 - 무더위쉼터(경로당) 냉방비 지원 및 위치 홍보 등 ○ 방문건강관리 전문인력 활용 폭염대비 건강관리 교육·홍보 ○ 전국 응급실 운영 의료기관 기반 온열질환 감시체계 운영 	건강관리 지원반
고용노동부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건설현장 등 폭염 취약사업장 근로자 안전관리, 교육·홍보 ○ 온열질환 예방 3대 수칙 홍보(물, 그늘, 휴식) ○ 민간재해예방기관 협력 및 안전보건지킴이 활용 	시설 관리반
교육부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유치원, 초·중·고, 대학교 학생 폭염 피해 예방, 교육·홍보 ○ 폭염 정도에 따른 단축수업 및 휴교 검토 	
농림축산식품부 해양수산부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농·축·수산 분야 피해 예방 및 관리대책 추진 ○ 농·축·수산 폭염 피해 복구비 지원 ○ 재해보험 가입확대 독려 및 홍보 등 지원강화 	
국토교통부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기차, 지하철, 고속철 등 시설물 안전 대책 마련 	
산업통상자원부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 하계 전력수급 안정대책 수립 및 전력수급대책본부 운영 ○ 하절기 에너지절전 규제 추진시 무더위쉼터 제외 	
방송통신위원회 미래창조과학부 문화체육관광부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 폭염대응 대국민 행동요령 홍보 - 지상파·종합편성채널, 케이블 방송사, 전광판 등을 통한 대국민 폭염 행동요령 홍보 	
국방부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 폭염시 군사 교육·훈련·작업 통제 등 군장병 안전대책 추진 	
기상청	<ul style="list-style-type: none"> ○ 폭염특보 발표 및 기상감시·분석·상황 등 정보 전파 ○ 여름철 생활기상지수 등 대국민 기상정보 서비스 	
경찰청	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역경찰 활용 농어촌 영농작업장 순찰활동 전개 ○ 폭염 관련 피해자 응급처치요령 등 교육 실시 	
지자체	<ul style="list-style-type: none"> ○ 폭염특보시 마을앰프·가두방송 등 대국민 홍보 ○ 무더위쉼터 지정·운영 및 냉방비 지원 ○ 건설현장 등 폭염 취약사업장 근로자 안전관리, 교육·홍보 ○ 재난도우미 활용 폭염 취약계층 보호활동 	

Table 4 정부 주요 추진정책

구분	주요내용
범정부 대응	1. 범정부 대응·상황전파 관리체계 (1) 중앙부처·지자체·유관기관 Hot Line (2) 총괄상황반, 건강관리지원반, 시설관리반 운영
	2. 응급구급체계 구축 (1) 폭염대비 현장밀착형 응급구급체계 구축 (2) 119와 온열질환자 치료가능 병원 연계
	3. 온열질환 감시체계 구축 (1) 전국 541개 의료기관 감시체계 구축 (2) 폭염 연관성 통계 데이터 활용
폭염전파	1. 폭염특보제 실시 (1) 선행기간(2일) 폭염특보(2단계) 실시
	2. 대국민 폭염특보 및 국민행동요령 전파 (1) CBS(재난문자방송), 주간안전사고예보 등 (2) TV, 라디오, 전광판 등 폭염상황전파
취약계층보호	1. 독거노인 등 취약계층 재난도우미 방문관리 (1) 방문건강관리사, 노인돌보미, 자율방재단 등
	2. 무더위 쉼터 운영 (1) 전국 무더위 쉼터 지정 운영 (2) 무더위 쉼터 냉방비 지원
	3. 폭염취약사업장, 농어업인 안전관리 (1) 근로자/농어업인 건강관리 대책 수립 (2) 현장방문 지도관리 홍보·계도 (2) 휴식시간제 실시
	4. 학교 등 교육시설 안전관리 (1) 수업시간 조절 (2) 야외활동 자제 권고
취약시설보호	1. 기반시설 보호 (1) 고온 취약시설(계도, 구조물 등) 관리 (2) 중점 감시원 운영, 점검실시
	2. 산업현장 피해 관리 (1) 농어민 대상 수해보험 실시 (2) 전력공급 대책 수립운영
교육홍보	1. 홍보 및 교육활동 (1) 실무자별 맞춤형 교육 (2) 대국민 건강피해 예방 자료 배포 (3) 농어민, 학생 등 현장 계도·교육 실시

3.2 중장기적 개선 대안

현재 「재난 및 안전관리 기본법」상에 폭염을 자연재난에 포함하고자 몇 번의 시도가 있었으나 포함되지는 않았다. 다만, 범정부 차원에서 폭염을 자연재난에 준하는 자연현상으로 관리하고 있다. 이는 폭염이 타 자연재난과의 특성을 비교해 볼 때 비교적 발생 예상이 가능하고 급진성이 낮고, 취약계층 위주의 인명피해 발생으로 사회기능 마비 등의 심각성은 낮은 수준으로 판단하고 있기 때문이다. 그러나 중장기적으로 폭염으로 인한 피해가 점차 커지게 된다면 법령개정까지도 고려해 보아야 할 것이다.

중장기적으로 기후변화에 따른 폭염대책은 기존의 취약계층보호와 범정부 대응체계 등 정부 위주의 단기적 대책과 함께 국민 개개인이 폭염에 대응하고 참여할 수 있도록 하는 보완책이 더해질 수 있도록 할 필요가 있다.

Table 5. 전지구 및 한반도 기온과 강수량 전망

시나리오		A1B (1차보고서)	한반도기후변화보고서 (기상청, 2012)	
			RCP 4.5	RCP 8.5
전지구	기온	1.8~3.0°C증가	2.5°C증가	4.6°C증가
	강수	2.3~3.0%증가	4.1%증가	5.9%증가
한반도	기온	4°C증가	3°C증가	5.7°C증가
	강수	17%증가	16%증가	17.6%증가

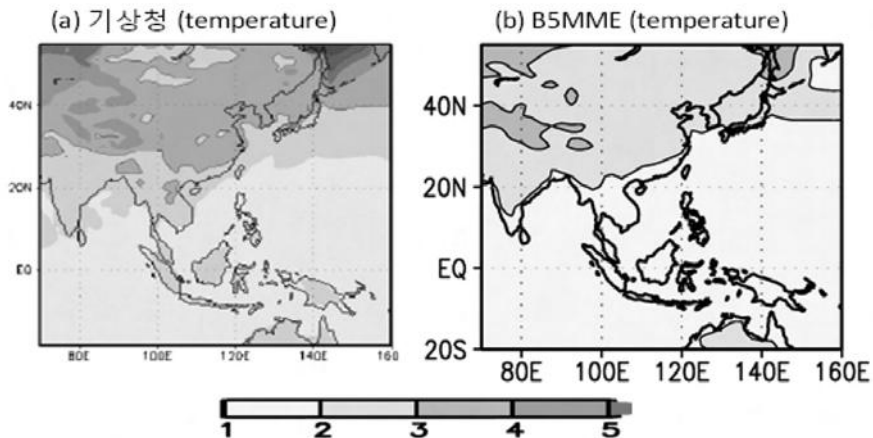


Fig. 12. 현재대비 장기 연평균 기온변화 (자료: 한국기후변화평가보고서, 2014)

Table.5에서와 같이 IPCC 4차 평가보고서와 5차 평가보고서 결과 평가보고서의 A1B 시나리오에서 21세기 후반(2080~2099년) 전 지구 지표기온은 현재('80~'99년) 대비 1.8~3.0℃ 상승할 것으로 예측하였다. IPCC 5차 보고서에서는 RCP4.5(RCP8.5)시나리오에서 21세기 후반(2071~2100년) 기온이 현재('81~'10) 대비 2.5(4.6)℃상승할 것으로 전망하고 있다. 이러한 장기적 기온변화 예고는 앞으로의 폭염대책을 단기적 대책은 물론 중장기적으로도 대비책을 마련해야 할 당위성을 말해준다.

중장기적 대책은 기존의 대책에서 보다 세밀하고 정밀하게 국민 개개인의 맞춤형 대책을 제시할 수 있도록 해야 할 것이다. 기상의 특성도 과거와는 달리 국지적인 특성이 강해지고 있고, 개인별로 기온에 대해 반응하는 특성이 달라지고 있기 때문에 개별적, 지역별로 맞춤형 정보를 제시할 수 있는 것이 중요하다.

미래의 중장기 폭염에 대응하기 위해서 다음의 ①세분화된 폭염정보 전달체계, ②취약시설·계층 지원방안, ③그룹내 자립예방 대책, ④홍보 및 교육 방안을 위주로 다음의 대안을 제시하고자 한다.

Table 6 중장기 폭염대응 개선사항

구분		내용
	예경보 체계	1. 폭염특보기준 세분화 (1) 폭염특보 기준 세분화 (2) 폭염예보 선행시간 확보 (3) 대국민 폭염 대응 알림서비스
		2. 취약계층별 특보별 대응기준 세분화 (1) 통계자료 등 바탕 대응기준 마련 (2) 단계별 재난도우미 등 활동구분
①	지역 맞춤형 대책	1. 온열질환자 통계관리 (1) 정책활용을 위한 통계 Data DB화 (2) 온열질환자 신고 의료기관 확대(의무화) (3) 온열질환자 발생시 조사내용 세분화
		2. 지역별 폭염취약등급도 작성 (1) 통계기반 매개변수 고려 폭염취약 등급도 작성 (2) 기상관측지점 확대로 지역대표 지점 선정
		3. 지역별 맞춤형 대책 (1) 통계기반 매개변수 고려 폭염취약 등급도 작성 (2) 기상관측지점 확대로 지역대표 지점 선정

②	취약계층지원	1. 냉방시설 보급/ 냉방비 지원 (1) 냉방시설 보급사업 (2) 에너지바우처, 무더위쉼터 등 냉방비지원 (3) 태양열시설 보급
	예방시설확보	1. 도시지역 (1) 지역녹화 시설 설치 (2) 담수시설 확보 2. 농어촌지역 (1) 거주민 쉼터 (2) 이동형 그늘막 설치
③	지역 자립 방안	1. 지역민간 유대강화 (1) 老-老 케어(Buddy System) (2) 마을이장, 자율방재단 활용 폭염감시원
		2. 쉼터 거점 방문유도, 행동요령 교육 (1) 취약시간대 문화교육실시, 쉼터방문 유도 (2) 응급조치, 행동요령 교육
④	합동 홍보	1. 민간-기업-정부 합동 홍보 (1) 민간 주도의 홍보활동 강화 (2) 재해구호기업 등 기업활동 장려

(1) 폭염특보기준 및 취약계층별 대응 세분화

먼저 개인의 폭염피해 예방을 위해서는 정확한 정보의 전달체계마련이 필요하다. 현재 국내의 폭염특보는 2단계(폭염주의보, 폭염경보)로 선행시간 2일을 기준으로 구분되어 있으며, 전국 45개 대표지점의 일최고 기온을 기준으로 폭염일수를 산정하고 있다.

Table 7. 국내 폭염특보 기준

구분	발령기준
주의보	일최고 기온이 33°C이상인 상태가 2일이상 지속될 것으로 예상될 때
경보	일최고 기온이 35°C이상인 상태가 2일이상 지속될 것으로 예상될 때

해외의 경우 일부 국가를 제외하고는 대부분 3~4단계의 폭염 예경보를 시행하고 있으며, 선행시간도 3일 이상을 적용하고 있다.

Table 8. 국외 폭염 예경보 시스템

나라	감시요소	특보단계	선행시간
벨기에	최고, 최저온도	3단계	3일
프랑스	최고, 최저온도	3단계	5일
독일	인지, 최저온도	3단계	2일
헝가리	평균온도	3단계	3일
마케도니아	최고온도	4단계	2일
네덜란드	최고온도	3단계	1일
포르투갈	최고, 최저온도	2단계	3일
루마니아	최고온도	3단계	2일
스페인	최고, 최저온도	2단계	5일
영국	최고, 최저온도	4단계	3일
스위스	Heat Index	4단계	1일
미국	Heat Index	3단계	3~7일
중국	최고온도	3단계	2일
한국	최고온도	2단계	2일

국내 폭염기준은 단순화되어 국민들이 폭염상황을 이해하기 쉽다는 장점이 있으나 고온에 대한 세부적인 기준이 없어 극고온 발생시 대처가 어려우며, 선행시간 2일을 기준으로 발령하고 있는 특보는 선행시간을 충분히 확보할 수 없어 사전 준비가 어려울 수 있다. 이를 보완하기 위해서 현재의 폭염특보기준을 국가위기관리매뉴얼 체계와 동일하게 4단계(관심·주의·경계·심각)으로 구분하고 각각의 단계의 기준은 온열질환자와 극한온도 또는 온열지수(Wet-Bulb Globe Temperature: WBGT)간의 상관관계를 통해서 결정하는 등의 세분화가 필요하다. 또한 사전예보를 통해 산업피해 등을 예방할 수 있도록 예보선행일수를 5~7일로 확대할 필요가 있다.

Table 9. 국내 폭염특보 세분화(안)

구분	발령기준
관심	폭염 피해발생기간(정부 폭염대책기간 5.20~9.30)
주의	온열질환자 발생확률 온도(최고온도 또는 WBGT)
경계	국지적 온열질환자 사망 발생온도(최고온도 또는 WBGT)
심각	전국적 온열질환자 사망 발생온도(최고온도 또는 WBGT)

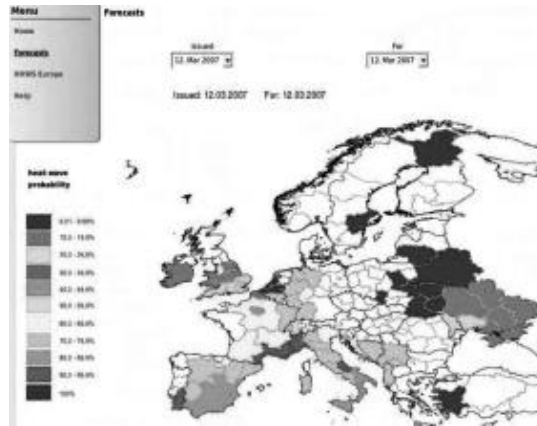


Fig. 13. 유럽의 5일 폭염발생 확률예보 (자료: <http://www.euroheat-project.org>)

Table 10. 일본 폭염경보발령기준

단계	경보발령기준(°C)		단계별 대응방안
안전	21미만 (WBGt값, °C)	24미만 (기온, °C)	열사병의 위험 적음 수분보충 필요
주의	21~25	24~28	열사병에 의한 사고 발생가능, 운동 시 충분한 수분 섭취
경계	25~28	28~31	열사병에 의한 사고 위험 증가, 운동 시 30분 간격으로 휴식
매우경계	28~31	31~35	열사병 위험 높음, 심한 운동이나 오래건기 지양, 운동 시 적절한 휴식과 수분공급 필요
운동중지	31이상	35이상	피부온도 보다 기온이 높아짐, 야외활동 중지

객관적 특보나 폭염 예보 지표이외에도 국민 개개인의 폭염영향을 고려한 행동요령 등 맞춤형 예경보체계를 수립하는 것도 점차 필요할 것이다. 폭염에 취약한 고령자(65세 이상)와 기저질환자(심장질환자, 혈관질환자)별 한계온도에 대한 연구를 통해서 한계온도와 온열질환자간의 상관관계를 규정하고 각 한계온도별 행동요령 등 맞춤형 예경보 체계를 수립해 놓을 필요가 있다.

Table 11. 고온건강경보시스템과 폭염특보제 비교

구분	고온건강경보시스템 (미국, 유럽)	폭염특보제 (국내)
정의	폭염에 의해 예상되는 초과사망자수 수준에 따라 안전, 감시, 주의보, 경보 등을 발효	기온(33°C, 35°C)을 기준으로 주의보와 경보 발령
고려인자	사망자 통계자료, 기상자료(기온, 상대습도, 바람, 하늘상태)	일 최고기온
장점	도시별 기후 및 인구 특성을 고려 실제 기상과 건강과의 관계에 기반	간단한 기준에 따라 대중의 인지도 높음
단점	지역별 폭염 초과사망자 수 예측에 따른 정서적 반감 우려	지역별 폭염피해특성 미반영 극한폭염 경보단계 부재

미국이나 유럽의 경우 고온건강경보시스템을 통해서 폭염으로 인한 사망자 통계, 기상자료기상자료(기온, 상대습도, 바람, 하늘상태 등) 등을 기준으로 폭염에 의해 예상되는 초과사망자수 수준에 따라 안전, 감시, 주의보, 경보 등의 4단계로 구분하고 단계별로 행동을 구체화·세분화하는 등 도시별 인구 특성별 건강과의 관계에 따라 예·경보를 운영하고 있는데, 국내에서도 온열질환자의 통계자료의 축적과 이를 기반으로 한 기상자료, 질병간의 상관관계 분석 등의 기초연구가 단계적으로 시행하여 점차 개인별 특성에 맞는 구체적인 예경보체계를 갖추는 것이 필요할 것이다.

국내에서 폭염발생시에는 CBS(Cell Broadcasting System)을 통해 재난문자방송을 지역단위별로 발송하도록 하고 있다. 또한 미국(FEMA) 앱에서 제공하는 폭염정보와 유사하게 무더위 쉼터, 대피소, 행동요령 등은 안전디딤돌 앱을 통해 정보를 공개하고 있으며, 앞선 연구결과에 따라서 고온건강경보시스템이나 폭염취약계층간의 구체적 상관관계에 따른 예경보체계 보완 등을 통해 좀 더 세분화된 정보제공이 가능할 것으로 기대된다.



Fig. 14. CBS방송과 안전디딤돌 앱

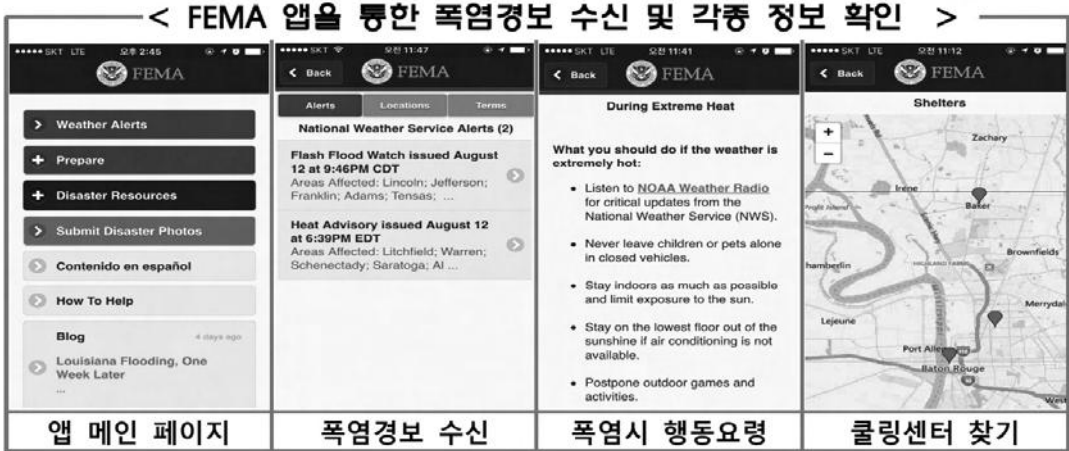


Fig. 15. 미국 FEMA 폭염정보 공개

(2) 중장기개선을 위한 통계 DB관리

현재 국내의 온열질환자의 통계자료는 보건복지부소속의 질병관리본부에서 운영하는 온열질환 감시체계에 따라 2011년부터 관리되고 있다. 전국의 781개의 병원, 보건소를 통해 발생여부를 시도 및 보건소를 통해서 전일 발생내용을 취합하고 있다. 그러나 온열질환자의 통계자료는 병원 소재지를 기준으로 통계관리가 되고 있고, 전국 의료기관을 대상으로 하지 않고 있어 통계관리에 누락된 사항이 발생될 수 있다. 또한 병원위주의 통계관리로 인하여 사망자 이외의 온열질환자의 구체적인 발생사유나 조사 등의 역학조사 자료는 부족한 부분이 많아 정책활용을 위한 DB로 활용을 위해 개선이 필요하다. 예를 들어 통계관리를 도심지, 농어촌, 산간지역, 내륙지역 등으로 구분하여 실내(작업장, 운동장, 논/밭, 산, 강가 등)나 실외(집, 건물, 작업장, 비닐하우스 등)로 증상발생지역을 구분하고 기존의 병력이 여부를 확인할 수 있도록 하는 등 보다 다양한 통계관리가 가능하도록 할 필요가 있다. 현재는 질병관리본부에서 보고되는 자료는 온열질환자의 지역구분과 발생시간, 나이, 발생장소 등에 대한 데이터는 제공되고 있으나 각 지역별로 발생시간, 나이, 발생장소는 구분되어 있지 않아 지역별 대책에 적용하기에는 데이터가 미흡한 부분이 있다.

(3) 지역별 폭염취약성 고려

폭염의 발생은 지역별로도 큰 차이가 발생한다. 16년(8.27일 현재) 기준 전국 평균 폭염일수는 22.4일이나 지역별로 보면 폭염특보 발표일수는 대구 41일, 인천 22일, 서울 37일로 지역별 차이가 확연하게 발생하고 있어 국민들이 체감하는 폭염일수와는 차이가 발생되고 있어 지역별로 폭염특보일수를 구분하여 산정하는 것이 필요하다.

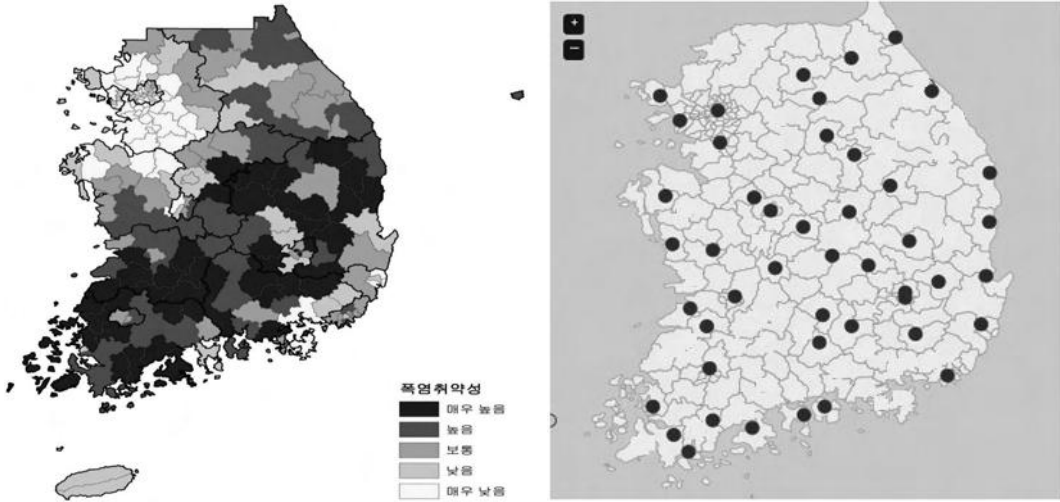


Fig. 16. 전국 폭염취약등급도 및 기상관측지점

또한 폭염에 취약한 인구의 비율, 재정자립도 등에서 지역별로 차이가 발생한다. 이러한 지역별 요소를 감안하여 「기후변화 대응 폭염피해 경감대책 발굴 연구(2014)」에서는 연평균 폭염일수, 재정자립도, 65세 이상 인구비율, 독거노인 인구비율, 기초생활수급자 비율, 1만명당 무더위 쉼터 분포 현황의 6가지 폭염취약성 지표의 순위를 고려하여 5가지 등급의 전국 폭염취약성 등급도를 제시한 바 있다.

그러나 폭염취약성 등급의 산정시에는 폭염으로 인한 온열질환자의 발생수나 비율이 누락되어 있어 지역 피해에 대한 지속적인 통계관리가 필요하며, 기상청에서 운영하는 기상관측 지점이 45개로 전국 17개 시도 228개 시군구의 지역특성을 모두 대표하기에는 한계가 있어 관측지점에 대한 확대도 필요할 것이다.

(4) 지역별 맞춤형 대책마련

(2), (3)의 온열질환 DB관리 및 폭염등급도의 작성은 지역별 특성에 맞는 맞춤형 대책 마련을 위한 기초데이터로 활용될 수 있다. 전국 시군구를 지역 특성에 따라 도심지역, 농촌지역, 해안지역, 산간지역, 내륙지역 등으로 구분하고, 각각의 지역을 온열질환자 발생 등의 매개변수를 고려한 지역 폭염취약도에 따라 구분하여 권역을 구분하고, 주요 지역별로 주요 피해 원인에 대한 역학조사를 통해 해결방안을 제시할 수 있을 것으로 기대할 수 있다.

Table 12. 지역별 구분에 따른 폭염 대응(예시)

위험지수	도심	농촌	해안	산간	내륙
I(매우높음)	대구
II(높음)	..	고창
III(보통)	영암
IV(낮음)	정선	..
V(매우낮음)	서산

구체적인 예를 들면, ‘16년(8.27기준) 온열질환자 2,102명중 광역시(서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 울산)에서 29.6%가 발생하였으며, 그 외 시도지역에서 70.4%가 발생하였다. 지역별로는 경기 355명(16.9%), 경남 223명(10.6%), 전남 184명(8.8%) 순으로 발생하였으며, 인구 10만명당 발생건수로 비교하면 제주(17.07), 전남(9.66), 충남(6.91)순으로 발생하였다. 또한 온열질환자의 78.9%는 실외에서 발생하였으며 주로 피해가 발생한 실외 발생장소의 경우 작업장(601명, 28.6%), 논/밭(329명, 15.7%), 길가(225명, 10.7%)에서 주로 발생하였다. 이 중 온열질환발생 후 고온 노출시간이 높은 비닐하우스(1명, 사망확률 3.8%), 길가(8명, 사망확률 3.6%)가 사망으로 이어지는 확률이 높게 나타났다. 특히 금년도에는 고온이 지속된 7월(679명, 41.2%)과 8월(1,286명, 52.9%)에 온열질환 피해가 많이 발생하였으며, 지역별로도 최고기온이 35℃에 근접해 갈수록 피해율이 높아졌다.

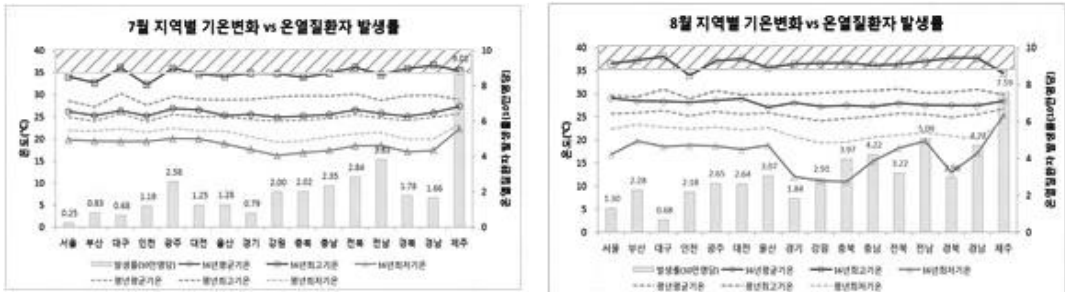


Fig. 17. 지역별 기온변화와 온열질환자발생률

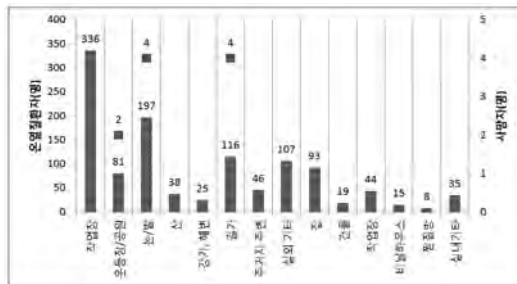


Fig. 18. 16년 온열질환자 발생장소(8.7기준) (자료: 질병관리본부)

온열질환자의 통계가 지역별(시군구 등)로 구분 관리되어진다면 도심지역의 경우 주로 발생장소는 운동장/공원, 길가, 주거지 주변으로 우선순위가 다르게 나타날 수 있으며, 농촌지역의 경우 논/밭가 어촌지역의 경우 강가/해변이 산간지역의 경우 산 등으로 발생순위가 다르게 나타날 것을 예상할 수 있다.

지역별 발생장소 등에 대한 분석을 토대로 도심지역의 경우 공원에 그늘길 조성이나 쿨링포그(Cooling fog)시스템 설치, 길가에 가로수길 조성이나 자동살수시스템 설치, 도서관, 은행, 관공서 등 공공시설에 무더위 쉼터를 다양화 지정 등의 대책을 마련할 수 있을 것이다. 농촌의 경우 논/밭, 비닐하우스 등에서 발생하는 피해예방을 위해 사전 온도예고를 통해 무더위 시간대(12시~16시)에 작업을 자제하도록 유도하고, 폭염감시원 등의 제도를 도입하여 지역 순찰활동, 그늘이 없는 논/밭에 이동형 그늘막 지원/임대 사업 등의 다양한 대책방안을 마련할 수 있을 것으로 기대할 수 있다.

Table 13. 지역별 주요정책 예시

구분	주요 추진 정책 순위 (예시)
도심	① 그늘길 조성 ② 무더위쉼터(공공시설)확대 ③ 자동살수시스템 ④ 도시녹화 ⑤ 야외 미스트 선풍기
농어촌	① 사전 온도예고제 ② 폭염감시원 등 순찰 ③ 이동형 그늘막/차광막 ④ 휴식시간제 ⑤ 마을앰프방송 ⑥ 축사 등 스프링클러 설치

(5) 지역녹화 및 담수시설 등 예방시설 설치

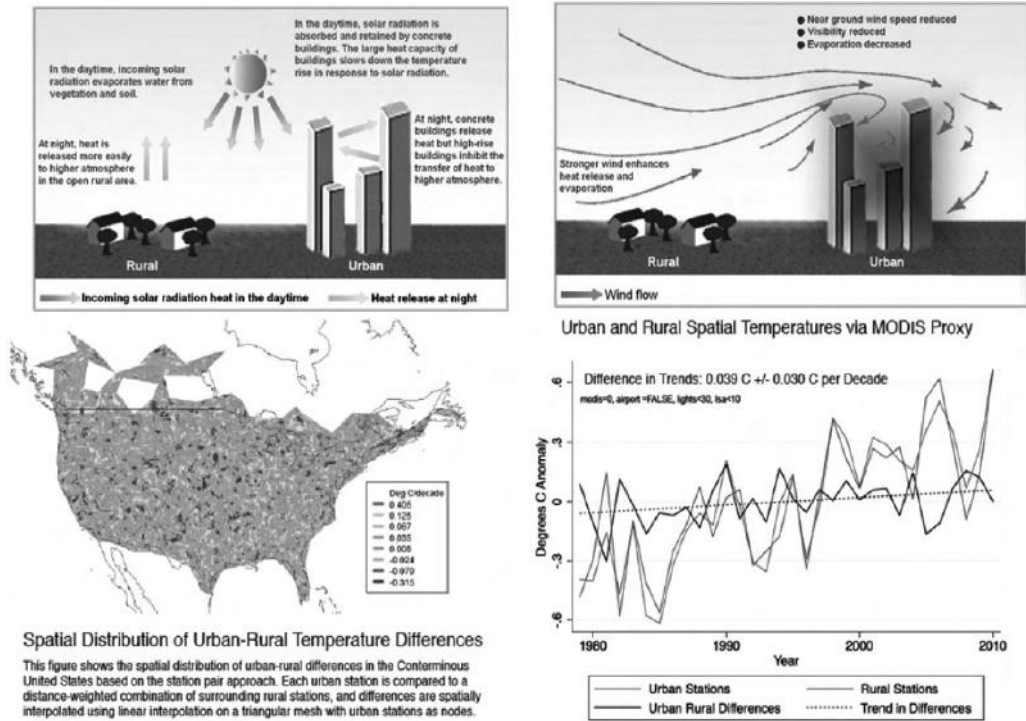
폭염대응 종합대책 중 시설물을 활용한 계획은 전국 무더위 쉼터(41,569개소)운영이 주요 대책이나 노인시설(73.2%), 마을회관(15.4%), 주민센터(3.3%), 복지회관(3.2%), 기타(4.9%)로 시설의 편중이 커져 자유로운 이용이 제한되는 한계가 있다. 또한 폭염의 강도가 증가될 것으로 예상되는 중장기적으로는 지역의 기온 저감 방안이나 직사광선을 피할 수 있는 시설의 확충이 향후 더 중요할 것으로 예상된다. 직사광선의 차단이나



Fig. 19. 도시숲조성사업 (자료 : 산림청)

지면 반사율의 차단을 통한 지면온도 저하를 유도할 수 있다면 그 피해를 줄일 수 있을 것이다. 산림청에서 시행하는 도시 숲 조성사업이나 국토교통부에서 시행하는 저영향개발(LID, Low Impact Development)같은 사업이 이에 해당할 것이다.

폭염에 대응하기 위한 중장기적 대책으로 이러한 녹화사업이나 담수시설 확보 등의 방안을 통해 지역의 기온을 낮추려는 시도가 지속되어야 한다. 일반적으로 도심지와 농어촌 지역간에도 온도가 발생의 차이가 있다. 1980-2010년간 미국의 도시와 농촌간의 온도변화를 보면 농촌지역의 온도는 크게 변화하지 않는데 비해 도시지역은 산업의 발달과 개발로 지속적으로 증가하는 추세를 보이는 것을 알 수 있다. 도시지역은 바람길의 폐쇄, 불투수층의 증가, 대기열의 정체 등이 주된 원인 일 것이다.



Zeke Hausfather, Steven Moshier, Matthew Menne, Claude Williams, and Nick Stokes(2011), The Impact of Urbanization on Land Temperature Trends, Anthony Watts

Fig. 20. 농촌과 도시지역의 온도차이

그러나 도심지내에서도 기온차이가 발생하는데 국내의 기후변화연구소에서 '15년 7~8월 평균 일최고 기온 34.4도 이상을 1급으로 설정하고 0.2도 낮아질 때마다 한 단계씩 낮은 등급으로 구분한 열환경 분포도를 보면 서울시 내에서도 도심 내 조성된 녹지 면적 규모가 많은 송파구(녹지면적

249ha), 서초구(248.5ha), 강남구(278.7ha))가 에너지 사용량이 많음에도 불구하고, 녹지면적을 확보하고 있어 종로구(113.6ha), 성북구(135.7ha), 노원구(157.2ha)보다 열환경이 상대적으로 우위에 있어 도심지내에서도 녹지면적에 따라 온도차이가 다르게 나타날 수 있음을 보여주었다.

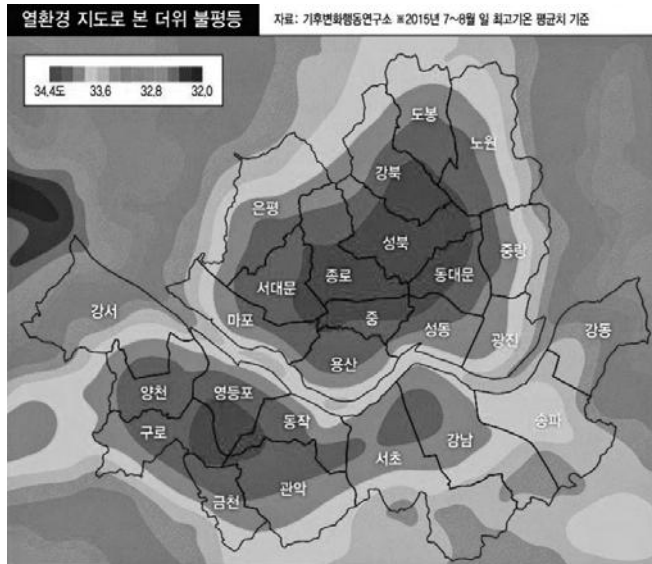


Fig. 21. 서울시 열환경지도 (자료 : 한계레신문, 8.12)

따라서 지역녹화와 담수시설의 확보는 이러한 특성을 반영하여 도시와 농어촌 지역을 구분해서 적용할 필요가 있다.

도시지역 녹화, 담수시설		
		
공원시설 확보	가로수길 조성	Cooling Fog
		
지붕녹화	차열성 포장 ·아스팔트 포장 → 56℃ ·차열성 포장 → 46℃	자동살수시스템

		
물순환시스템	도로변 생태수로	도로 집수시설
농촌지역 그늘막 설치시설		
		
지역민 쉼터	이동식 캐노피	이동식 텐트
		
이동식 그늘막	임시 쉼터	하우스분사시스템
		
냉각제 착용조끼	방온 작업복	목 냉각기

Fig. 22. 도시/농촌지역 예방시설

반사열의 저감을 위해 공원 등 녹지확보, 지붕녹화 등의 방안이나 가로수 등을 활용하여 그늘 길을 조성하거나 차열성 아스팔트 포장이나 도로 자동살수시스템 등을 도입하는 방안, 빗물활용한 물순환시스템 등이 도시지역에 적합할 것이며, 농촌지역은 논/밭 등 주요 피해사례가 발생하는 곳에 지역민 쉼터를 조성하거나 일하면서 휴식을 취할 수 있는 이동형 그늘막, 휴대용 냉각제나 체온 저감을 위한 생활용품 등의 보급 등의 방안이 더 적합할 것이다. 이러한

(6) 주민간 유대 및 케어활동 강화

국내 인구의 노령화로 인해 자연재해로 인한 간접피해를 받는 재난취약자는 점차 증가추세에 있다. 우리나라도 고령화사회(10, 65세 이상인구비율 7%)를 지나 고령사회(19, 65세 이상인구비율 14%)를 향하고 있다.

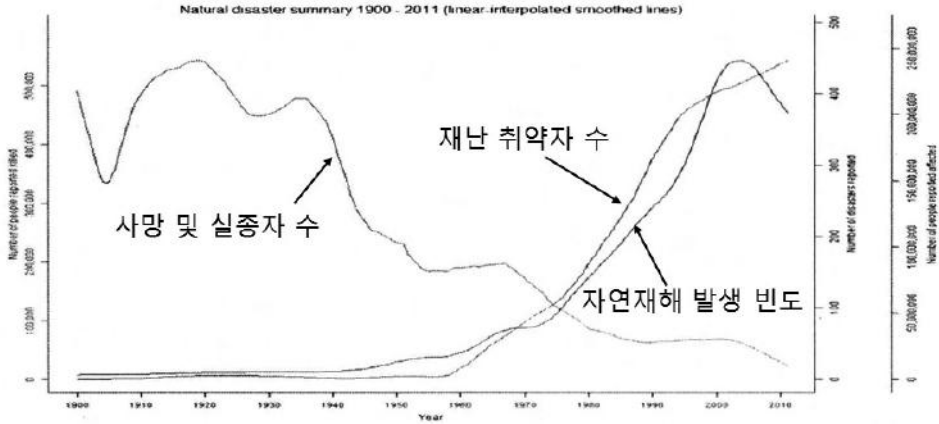


Fig. 23. 최근 110년간 재해발생 특성 (자료 : EMDAT)

방문간호사나 노인돌보미 활동 등을 통해 정부가 노령층의 건강관리 등을 체크하며 폭염에 피해를 줄이기 위해 노력하고는 있으나 폭염발생시 동시다발적 수시로 확인하는 것은 한계가 있다. 이를 중장기적으로 보완하기 위해서 주민들간, 유사계층간의 유대강화를 통해서 서로를 케어할 수 있도록 유도한다면 그 피해를 줄일 수 있을 것이다. 65세이상의 고령층 등 폭염 취약 계층간 하루 2번 이상 전화로 건강상태를 확인하는 老-老케어(Buddy System)나 지역의 자율방재단, 마을 이통장 등을 활용하여 취약시간대(12시~4시)에 차량이동방송이나 순찰활동 등을 집중적으로 시행할 수 있도록 폭염감시원 제도 등이 하나의 대안이 될 수 있을 것이다. 이런 제도의 활성화를 위해서는 예산 지원 등의 정책 뒷받침이 필요할 것이다.

Table 14. 지역별 주요정책 예시

구분	주요내용
老-老케어	65세이상의 고령층 등 폭염 취약 계층간 하루 2번 이상 전화로 건강상태를 확인 ※ 유사사례 : 미국의 Buddy System
폭염감시원	지역의 자율방재단, 마을 이통장 등이 취약시간대 차량이동방송, 순찰활동 실시 ※ 유사사례 : 산림청 산불감시원

기존의 지역주민의 안전활성화를 위해서 활용중인 무더위쉼터의 활성화 대책도 하나의 대안으로 제시될 수 있다. 경로당이나 마을회관 등 지역주민들이 이용하는 무더위 쉼터를 중심으로 문화활동, 서예, 컴퓨터 교육 등을 무더운 시간대를 활용하여 교육하는 등 지역주민들을 쉼터로 방문토록 유도하고, 응급조치요령이나 폭염행동요령 등에 대한 교육활동도 병행한다면 취약계층의 인식개선 등 중장기적인 대안의 하나로 활용될 수 있을 것이다.

(7) 국민과 함께하는 홍보, 국민 인식개선

현재 정부에서 시행하고 있는 홍보는 TV, 라디오, 유선방송, SNS 등의 방송매체를 활용하여 일방향의 홍보가 주를 이루고 있다. 일부 국민안전처와 재난구호 협약기업의 미디어를 통해 기업에서 참여하고 있으나 그 실적은 저조한 편이다. 국민의 중장기적 인식개선을 위해서는 많이 참여할 수 있는 홍보방안이 필요하며 이를 위해서 국민이 직접제작하는 홍보물 UCC대회, 디자인 공모전 등을 매년 개최하고 국민이 제작한 홍보물을 활용하여 폭염교육 콘텐츠를 개발하는 등 국민의 참여와 관심을 갖을 수 있는 다양한 방안이 필요하다. 기업에서도 사회활동의 일환으로 기존의 CU편의점 멀티미디어나 사옥 전광판 등을 활용한 홍보 참여 등 사회적 기업으로서의 역할을 수행할 수 있는 다양한 채널을 마련할 필요가 있다.

5. 결론

폭염은 세계의 기후변화와 함께 점차 그 강도와 일수가 증가하고 있다. 국내는 물론 해외에서도 이로 인한 피해가 지속적으로 증가하고 있으며, 이에 대한 대비로 단기적보다는 중장기적으로 정부 혼자보다는 국민 모두가 참여할 수 있는 정책방향으로 서서히 변해가야 할 것이다. 국민 모두의 작은 관심과 배려, 그리고 사전 대비가 있다면 폭염으로부터 자유로울 수 있을 것이다.

Reference

- 국민안전처(2016). 폭염대응 종합대책
- 국민안전처(2016). 폭염피해 개선대책
- 국민안전처(2014). 기후변화 대응 폭염피해 경감대책 발굴 용역
- 기상청(2014). 한국기후변화 평가보고서
- 한국환경정책평가연구원(2014). 기후변화 폭염대응을 위한 중장기적 적응대책 수립 연구
- 국립방재연구원(2012). 우리나라 폭염 대응체계 및 제도 개선방안
- 한국토지주택연구원(2015). 평택고덕신도시 저영향개발기법(LID)도입방안에 관한 연구(I)