기후변화에 의한 폭염 증가와 대책

Countermeasures on Heat Wave related Disasters Increasing due to Climate Change

허보영* · 송재우**

Heo, bo young · Song, Jai Woo

Abstract

According to IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change), the earth temperature is expected to increase 6.4°C from global warming in the 21st and increase average summer temperatures and the frequency and intensity of heat wave. The heat wave of Europe in 2003 caused 35,000 deaths and economy losses of above 13 billion dollars. All countries of the world recognized the importance to response heat wave from 2003 event of Europe. Every country is developing warning system for heat wave response, establishing activities to heat wave plan. In this study we suggested effective methods for heat wave response in Korea through investigating heat wave damage and responses of abroad.

Key words : Heat wave, Warning system, Heat wave response plans

요 지

2007년 기후변화에 대한 정부간 협의체(IPCC)의 4차 보고서에 따르면 지구 온난화로 인해 21세기 말에는 지구온도가 최고 6.4°C 상승하고, 여름철 평균기온의 상승 및 폭염일수의 빈도와 강도가 증가할 것으로 예상된다. 2003년 유럽에서 발생한 폭염으로 인해 프랑스·영국·스위스 등에서 35,000여명이 사망하고 130억 달러 이상의 피해를 초래한 것으로 알려져 있다. 세계 각국은 유럽의 2003년 폭염을 계기로 국가차원에서 폭염대비의 중요성을 인식하고, 폭염경보시스템을 개발하는 등 단계별로 대책을 수립하고 있다. 이에 본 연구에서는 세계 각국의 폭염피해현황과 대책을 조사함으로써 우리나라의 폭염재해 대응방안에 대한 효율적 운영방안을 도출하였다.

핵심용어 : 폭염, 폭염경보시스템, 폭염대응정책

1. 서 론

2012년 5월과 6월의 우리나라 기온은 한 여름 날씨를 방불케 하는 매우 높은 기록을 유지하면서 기후변화에 기인하는 폭염 발생에 대한 경각심을 불러 일으켰다.

지구 온난화에 따른 영향의 가장 큰 현상 가운데 하나는 최근의 폭염과 같은 기상현상의 발생이다. 전 세계적인 폭염 피해경향을 살펴보면, 미국의 경우 80년대 후반부터 2003년까지 기상재해 중 폭염과 가뭄으로 인한 피해가 기상재해 중 91.6%를 차지하였고, 2003년 유럽에서 발생한 폭염으로 인해 프랑스·영국·스위스 등에서 35,000여 명이 사망하고 130억 달러 이상의 피해를 초래한 것으로 알려져 있다. 19세기 이전에는 폭염보다 한파의 영향이 심했지만, 최근에는 지구 온난화의 영향으로 극심한 폭염이 자주 발생하게 되었다.

이에 세계 각국은 유럽의 2003년 폭염을 계기로 국가차원

에서 폭염대비의 중요성을 인식하고 경보시스템을 개발하고 있으며 폭염경보시스템을 바탕으로 단계별로 중앙부처 및 관계 기관의 행동요령을 정하고 있다. 본 연구에서는 폭염으로 인한 피해가 많이 발생했던 미국, 유럽연합의 영국과 프랑스, 일본에서 어떤 폭염 대응 정책을 실시하고 있는지 살펴보고 이를 통해 우리나라에 적용할 수 있는 폭염 대응 정책에 대해 제안하고자 한다.

2. 국내외 주요 폭염피해 사례

주요 폭염 피해 사례를 살펴보면 1980년 6~8월 미국 중~남부에서 발생한 폭염으로 1,700명 이상이 사망했으며, 1987년 7월 그리스 폭염 시, 최고기온 45°C를 기록, 1,000명 이상의 사망자가 발생했다. 1995년에는 시카고 폭염으로 700명 이상 사망, 2007년 유럽을 중심으로 한 폭염 시, 최고기온

*교신저자. 정회원. 국립방재연구원 책임연구원(Tel: +82-2-2078-7861, Fax: +82-2-2078-7849, E-mail: bboo0915@korea.kr)

Corresponding Author: Member. Researcher, National Disaster Management Institute

**정회원. 인천대학교 도시과학대학 석좌교수

Member. Professor, Department of Urban Science, Incheon University

※ 자료출처 : CRED

Fig. 1. Number of deaths by heat wave in the World(1990~2009)

Table 1. Number of deaths by heat wave in Korea

	2011년	2012년
최고기온(°C)	29.3	29.5
온열질환자 수	443명	983명
사망자수	6명	14명

※자료출처 : 2012년 기후변화건강포럼

Table 2 Natural disasters by number of deaths-2010

재해종류	지역(시기)	사망자수 (실종자포함)
지진	아이티(1월)	222,570
폭염	러시아(6~8월)	55,336
지진	중국(4월)	2,968
홍수	파키스탄(7~8월)	1,985
산사태	중국(8월)	1,765
홍수	중국(5~8월)	1,691
지진	칠레(2월)	562
지진	인도네시아(10월)	530
한파	페루(7~12월)	409
산사태	우간다(2~3월)	388

※자료출처 : CRED(Centre for Research on the Epidemiology of disasters, 재난역학연구센터)

51°C, 사망자 26명이 발생했으며, 2010년 7월에는 유럽~서 러시아에서 폭염이 발생하여 러시아에서 15,000명의 사망자가 발생했다. 이것은 2010년 자연재해에 의한 사망자 수 가운데 2위를 차지할 정도 였다(Table 2). 같은 해 일본에서도 열사병으로 약 503명의 사망자가 발생했다. 우리나라에서도 1994년 7월 4일부터 8월 9일까지 33일 동안 폭염으로 약 3,027명의 사망자가 발생했다는 연구가 수행된 바 있으며 (Jiyoung Kim, 2009), 2010년에는 폭염기간 중 8명의 사망자가 발생했다고 보건복지부에서 공식적으로 보도하기도 하였다. 이에 우리나라에서도 폭염으로 인해 인적 물적 피해가 발생할 수 있다는 인식을 가지고 폭염대책을 수립해야 할 것으로 판단된다.

3. 국외의 주요 폭염대책

이하에서는 국외의 주요 폭염대책들을 살펴보았다. 폭염관

련부처와 특보체계, 단계별 대응방안에서는 약간의 차이는 있었으나, 대체로 유사한 형태를 보였다.

또한 대부분의 국가에서 폭염을 재난으로 별도 관리하지는 않는 것으로 나타났으며, 주요대책으로는 폭염의 장기적인 대책으로서 도시열섬현상 완화정책을 실시하고 있었다. 이 외에도 공통적인 대책으로서 고온건강경보시스템 운영, 쿨링센터 운영 등이 이루어지고 있었다.

3.1 미국

미국은 관련된 기관의 협력 하에 폭염대책을 수립하고 있다. 각 기관별 역할에 따라 NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration, 미국대기해양청)에서는 3/4단계로 폭염특보발령기준을 구분하고 그에 따른 위험정도를 나타내고 있으며, 폭염 특보가 발령되면 해당지역의 기상예보에 열지수를 포함해 특별 기상 상황 공개발표, 또는 국민에 대한 정보전달을 실시한다.

FEMA에서는 폭염에 대한 기본 지식과 폭염기간 전중후에 어떻게 해야 하는지에 대한 정보와 관련된 질병에 대해서 설명하고 있다. 또한 NOAA와 CDC(재해관리센터, Centers for disaster control and prevention), FEMA(연방재난관리청, Federal Emergency Management Agency) 등의 관련기관 협력에 의해 폭염관련 가이드북(Excessive Heat Events Guidebook)을 공동제작 하여 활용하고 있다. 이 외에도 자치단체별로 폭염관련 팜플렛을 작성해 배포하고 있으며, 장기적으로는 지구온난화 방지 대책이나 도시열섬현상의 완화를 위해서 옥상 녹화나 고반사율 도료에 의해 건축물의 지붕 등의 표면을 시원하게 하는 Cool roof 정책을 실시하고 있다.

이 외에도 뉴저지주에서는 도시열섬현상을 저감시키기 위해 도시 수목을 이용하는 대책을 수립하고 있다. 연구에 따

Table 3. Criteria of heat wave warning levels in USA

단계	경보 발령 기준
감시	폭염이 3~7일 이내에 발생할 가능성이 있을 때 폭염이 계속 발생할 것이 예상 될 때 발령
주의	폭염이 12~48시간 이내에 발생할 가능성이 있을 때 폭염의 위험이 증가하고 있을 때 발령
경보/비상	폭염이 36시간 이내에 발생할 가능성이 있을 때 폭염이 발생하고 있고, 곧 발생할 것 같을 때 또는 발생 가능성이 매우 높을 때 발령

※자료출처: Heat Island Group(<http://heatisland.lbl.gov>)

Fig. 2. Energy savings by cool roof

※ 자료출처 : <http://www.consumerenergycenter.org/coolroof/>

Fig. 3. Temperature comparison for before and after cool roof

르면 도시지역의 식물이 오염된 공기를 정화시키는데 도움이 될 뿐만 아니라 도시열섬현상을 감소시키기 위해 경제적으로 효율적인 방법이라고 제시하고 있다. 이 밖에도 필라델피아 정부는 미디어를 통해 폭염경보를 발표하고 노인을 방문하는 ‘buddy system(사고나 재해에 대비하기 위해 가까운 이웃을 짝지어 놓는 시스템을 의미)’을 운영하는 등 다양한 측면에서 폭염대책을 수립하고 있는 것으로 파악되었다.

3.2 영국

영국의 경우 지역에 따라 약간의 차이가 있으나, 기상청(Met Office)에서 임계온도(threshold temperature)를 사용해 폭염에 대한 경보를 발령하고 있다. 영국에서는 4단계 정보 또는 정보시스템으로 이루어진 폭염 특보제를 실시하고 있으며, 이 시스템은 6월 1일부터 9월 15일까지 운영된다.

영국에서의 폭염대책은 미국과 마찬가지로 관련기관의 협력 하에 이루어지고 있다. 영국의 기상청, 건강보호청(Health Protection Agency), 국민건강보험(National Health Service) 등은 상호 협력하여 매년 Heatwave Plan for England를 작성하여 폭염피해현황과 단계별 대응방안을 제시하고 있다. 내용을 간략히 설명하면 우선 기상청에서는 폭염의 2단계에 대한 준비를 하기 위해서 지역의 임계온도를 발표한다. 또 국가차원의 적절한 대응을 위해 3일전의 예측기온을 관련 부처에 전달한다. 건강보호청에서는 국민건강보험과 협력하여 폭염에 연관된 질병의 관리를 위한 메커니즘을 규명하고 보건사회복지부에 일별 실시한 자료를 제공한다. 보건사회복지부에서는 국민과 의료종사자들에게 2단계와 3단계에서 무엇을 해야하는지에 대한 상세한 내용을 포함한 일반적인 권고를 전달한다.

폭염의 장기적인 대책으로서 Cool roof, Green roof를 실시하고 있으나, 법으로 규정하기 보다는 권고의 형태를 띠고

Table 4. Criteria of heat wave warning levels and actions in England

단계	경보 발령 기준	단계별 대응방안
감시	초기경계상태로 폭염대책을 계획하기 위해 지속적인 준비	여름을 대비한 준비와 장기 대책수립
주의	3일 예보에서, 한 지역이 임계 온도인 경우나 이를 연속 임계 온도로 80%가 바뀐 경우	피해를 줄이기 위해서 신속하게 행동을 취하고 대비
경보	임계온도가 여러 지역에서 관측	폭염취약계층에 특별한 대비
비상	3단계가 지속되거나 심해져 폭염의 영향으로 전력이나 식수 등의 공급이 부족	전 국민을 위한 대비

있는 것으로 나타났다. 이 외에도 쿨링센터 운영 등의 취약 계층지원을 실시하고 있다.

3.3 프랑스

프랑스에서는 영국과 마찬가지로 4단계로 폭염상황을 나누어 대처하고 있으며, 2003년 폭염 피해 사례를 바탕으로 특히 노인들에게 무더위 대처 요령을 숙지하도록 홍보 및 교육을 실시하고 있다. 또한 자치단체에서는 매년 6월 폭염위원회를 설치, 3/4단계 폭염경보 발동 시, 각 지역 내 냉방시설이 설치된 장소를 지역주민들에게 알리는 등 지역 폭염대책을 직접 지휘하게 된다.

영국에서와 마찬가지로 폭염의 장기적인 대책으로서 Cool roof, Green roof를 실시하고 있으나, 법으로 규정하기 보다는 권고의 형태를 띠고 있는 것으로 나타났다. 특히 영국과 프랑스를 포함한 유럽지역에서는 2003년과 2006년 폭염으로 인한 대규모의 인명피해 발생 이후 유럽연합 차원에서 폭염에 대한 중요성을 인식하고, 대책 수립을 위한 연구를 추진하고 있다.

3.4 일본

일본에서는 기상청에서 고온이 예상되었을 경우 일기예보나 기상 정보에 「○○현에서는 고온이 예상되므로, 열사병 등

Table 5. Criteria of heat wave warning levels and actions in France

단계	경보 발령 기준	단계별 대응방안
감시	여름동안 예방을 위하여 기상학적 조사	예방을 위한 홍보 계절적 조사를 수행
주의	3일 예보에서 한지역이 임계 온도를 1곳의 자치단체에서 3일 연속 초과	지역단위에서부터 국가 규모의 대국민 서비스 체계를 가동
경보	임계온도 초과 지역이 관측 2단계가 다음 2일 동안 지속되는 경우	의학적이고 사회적인 조치를 실시
비상	24시간 예보에서 임계온도 초과가 여러 지역에서 지속되는 경우	연장되거나 지속되는 경우 특별한 조치 수행

Table 6. Criteria of heat wave warning levels and actions in Japan

단계	경보발령기준		단계별 대응방안
안전	21미만 (WBGT값, °C)	24미만 (기온, °C)	열사병의 위험이 적음 수분의 보충이 필요
주의	21~25	24~28	열사병에 의한 사고가 발생할 가능 운동시에 충분한 수분을 섭취
경계	25~28	28~31	열사병의 위험이 증가 수분을 보충 심한 운동은 30분 간격으로 휴식
매우 경계	28~31	31~35	열사병의 위험이 높음 심한 운동이나 오래 걷는 것은 피함 운동시 적절한 휴식을 취하고 수 분을 보충
운동 중지	31이상	35이상	피부온도 보다 기온이 높아짐, 야외활동 중지

건강 관리에 주의」라고 게시하면서 건강 피해에 대한 주의를 국민에게 알리고 있다. 이 외에 폭염에 관련된 정보 즉, 열사병에 대해 지역마다 경계해야 할 상세한 시간대 등에 대

해서는 환경성 열사병 예방 정보 사이트를 참고하도록 권고하고 있다. 이 사이트에서는 폭염정보시스템을 습구흑구(濕球黑球)온도(WBGT; Wet Bulb Globe Temperature)를 사용해 5 단계로 발령하고 있다.

환경성에서는 폭염과 관련해 매년 열사병 환경보건 매뉴얼을 작성하고 있으며, 이 매뉴얼에서는 보건 활동 관계자와 국민들에게 폭염과 관련된 지식과 열사병에 대한 새로운 정보를 소개하고 있다. 이 매뉴얼에 따르면 지금까지는 고온환경에서의 작업이나 운동활동으로 발생했던 열사병이 최근에는 일상생활에서도 발생이 증가하고 있다고 한다.

이 외에도 지방자치단체 차원에서 폭염 재해의 큰 원인이 되는 도시열섬현상 저감대책을 실시하고 있었으며, 그 대표적인 사례로 도쿄의 도시열섬현상대책이 있었다. 2005년 도쿄에서는 도시열섬현상 저감 대책을 실시하기 위해 가이드라인을 작성했다. 공공시설을 중심으로 녹화 사업이나 각종 제도의 실시에 의해 보수성 포장·옥상 녹화·교정 잔디화 등의 각종 대책을 추진하고 있다. 또한 도시열섬현상 저감 대책이 폭넓은 주체와 연관된 과제라는 인식하에 민간 건축물의 대책을 추진하는 것도 중요하다고 판단하여 민간 건축물에 대한 대책도 추진하고 있다.

Table 7. Heat wave countermeasures of foreign country

	미국	영국	프랑스	일본
관련 부처	기상청, 재해관리센터, 연방재난관리청	기상청, 건강보호청, 국민건강보험	기상청, 보건국, 산업부	기상청, 환경성, 총무성, 후생노동성
피해 사례	‘95년 : 약 670명 사망 ‘11년 : 약 206명 사망 ※ 자료출처:CRED	‘03년 : 약 2,045명 사망 ※ 자료출처:CRED	‘03년 : 약 15,000명 사망 ‘06년 : 약 1,388명 사망 ※ 자료출처:CRED	‘94년 : 약 89명 사망 ‘10년 : 약 167명 사망 ※ 자료출처:총무성소방청
특보 체계	- 기간 : 5.1-9.30 - 단계(3) : 감시, 주의, 경보/비상 - 기준 : 열지수	- 기간 : 6.1-9.15 - 단계(4) : 감시, 주의, 경보, 비상 - 기준 : 최고/최저기온(지역별 상이)	- 기간 : 6.1-9.30 - 단계(4) : 감시, 주의, 경보, 비상 - 기준 : 최고/최저기온(지역별 상이)	- 기간 : 6.1-10.31 - 단계(5) : 안전, 주의, 경계, 매우 경계, 운동중지 - 기준 : 습구흑구온도
단계별 대응 방안	① 예측 : 사전 기상정보 입수	① 감시 : 여름을 대비한 준비	① 감시 : 예방을 위한 홍보 및 기상모니터링	① 안전 : 열사병 예방 권고(수분 보충 등)
	② 평가 : 폭염취약계층에 대한 정보 및 대피장소에 대한 정보 확보	② 주의 : 피해를 줄이기 위해서 신속하게 행동을 취하고 대비	② 주의 : 지역단위에서부터 국가 규모의 대국민 서비스 체계를 가동	② 주의 : 열사병 사고 모니터
	③ 대응 : 쿨링센터 이용에 대한 정보 방송 폭염에 대한 정보를 국민에게 전달	③ 경보 : 폭염취약계층에 특별한 대비	③ 경보 : 의료·취약계층 관리 등 사회적 대책	③ 경계 : 열사병 저감을 위한 야외활동 제한 권고
	④ 완화 : 도시열섬현상을 저감시키기 위한 대책	④ 비상 : 전 국민을 위한 대비	④ 비상 : 연장되거나 지속되는 경우 특별한 조치 수행	④ 매우경계 : 열사병 저감을 위한 야외활동 제한
	※특보단계와 대응단계가 일치하지 않음	특보단계와 대응단계가 일치함		
주요 대책	1.법	폭염을 재난으로 별도 관리하지 않음(지역적 비상상태 또는 재해위험요인으로 분류)		
	2.열섬	도시열섬 현상 완화 정책(Cool roof, Green roof) 실시		
	※ 미국 뉴욕, 시애틀, 아틀란타 등에서는 Cool Roof등 Green Building Program을 자치법규로 의무화	권고	권고	※ 도쿄에서는 열환경지도를 활용한 구체적 활용 방안에 대한 가이드라인 제공
	3.지원	Cooling center 운영 등의 취약계층지원(도서관, 정부기관, 노인센터, 교회, 할인매장 등)		
	4.교육	관련부처 협력 하에 교육 및 홍보 자료 작성 및 배포		
	Excessive Heat Events	Heatwave Plan for England	-	열사병 매뉴얼
5.예측	고온 건강경보 시스템(기온별-지역별 초과사망자 예측) 개발 및 활용			-
6.기타	“Buddy system” 운영 ※ 사회 결속 시스템	-		

4. 국내의 주요 폭염대책 및 문제점

우리나라는 기상청에서 폭염특보를 발표하고 있으며, 기준으로는 최고기온을 사용하여 국민 건강 등에 미치는 영향 정도에 따라 주의보와 경보로 나누어 6월 1일부터 9월 30일까지 4개월간 운영·발표한다.

기상청의 폭염정보에 따른 폭염대책은 각 기관별로 담당업무에 따라 수립하고 있다. 환경부에서는 위생관리 강화, 환경기초시설 설비 및 약품관리, 지방상수도 안정급수대책 마련 등을 실시, 보건복지부에서는 응급의료 지원대책, 전염병 관리대책, 식품안전관리대책, 고령자, 독거노인 등의 건강대책을 마련하고 있다. 또한 소방방재청에서는 2005년 폭염종합대책을 수립하고 2006년부터는 이를 수정하고 본격적으로 추진해 오고 있다. 주요내용으로는 폭염대비 「주민준비요령」 작성 배포, 「무더위쉼터」 지정 및 운영관리, 폭염에 취약한 독거노인 보호를 위한 특별대책 강구, 취약계층을 위한 특별보호 대책이 있다.

이와 같은 폭염종합대책은 2005년 이후 매년 추진되어 오고 있으며, 이에 따른 국민행동 지침도 마련하여 활용하고 있다. 다만 폭염관련 국민행동 지침의 내용이 세부단계별로 구성되고, 많은 국민들이 이용할 수 있도록 홍보와 전달에도 좀 더 관심을 기울여야 할 것으로 판단된다.

Table 8. Criteria of heat wave warning levels in Korea

단계	발령기준
폭염 주의보	6~9월 일최고 33°C 이상인 상태가 2일 이상 지속될 것으로 예상
폭염 경보	6~9월 일최고 35°C 이상인 상태가 2일 이상 지속될 것으로 예상

Table 9. Inter-organizational heat wave responses - 2012

기관	주요대책
소방방재청	-폭염대비 구급대책 -「무더위쉼터」 지정운영관리 -폭염대비 취약계층에 대한 재난도우미 운영 -폭염정보 전달체계 구축 -무더위 휴식 시간제(Heat Break) 운영 -여름철 폭염대비 건강 지키기 집중홍보기간 운영
보건복지부	-폭염피해 감시체계 운영 -폭염대비 독거노인 보호대책 강구 -폭염대비 취약계층 방문건강관리 프로그램 운영 -폭염대비 맞춤형 홍보 및 교육 활동강화
교육과학 기술부	-폭염 피해 방지 관련 유관기관 간 협의 체계 구축 -유치원생, 초·중·고등학교 폭염대비 대책 추진 -폭염·기상재해 관련 교육 홍보자료 배포 -폭염특보시 시·도 조치사항 통보
지식경제부	-하계 전력수급 대책
고용노동부	-하절기 폭염대비 근로자 건강관리 대책 시달 -폭염관련 대국민 홍보 추진 -하절기 건강장해 예방조치 홍보
국토해양부	-폭염대비 안전관리 대책

5. 폭염재해 발생 시 효율적 대응방안

앞서 살펴본 국외의 폭염대책을 통해 얻을 수 있었던 시사점을 가지고 다음의 착안사항을 도출하였다.

첫째, 외국의 사례에서 살펴본 바와 같이 폭염 특보에 따른 단계 설정과 구체적인 행동 수칙을 마련해야 할 것으로 판단된다. 현재 우리나라는 기상청에서 폭염특보를 발령하고 있으나 단계에 따라 국가차원의 대응이 이루어지고 있지는 않은 것으로 파악되었다.

둘째, 외국의 폭염 사례에서 나타난 바와 같이 과거 폭염 사례에서 피해를 가장 많이 입었던 계층 즉, 폭염에 특히 취약한 사람들을 위한 특별한 조치를 취하기 위해서는 폭염 취약 계층을 설정해 폭염 경보 발령시 우선적으로 조치를 취해야 한다.

1991년부터 2005년의 기간 동안 우리나라에서 폭염의 영향을 받은 사망자수와 기상조건을 고려한 연구결과에 의하면, 1994년 7월 8일부터 8월 9일까지의 33일 동안의 사망자 수는 약 3,027명으로 분석되었으며, 특히 65세 이상의 사망자 수가 두드러졌던 것으로 나타나 노약자들이 폭염에 더 취약하다는 것을 알 수 있다.

셋째, 폭염 시, 보다 적극적인 홍보와 계도를 통해 행동요령과 주의사항 등에 대한 정보를 전달할 수 있는 체계를 마련해야 한다. 우리나라는 6월~9월까지를 폭염기간으로 설정하고 있다. 그러나 막상 폭염이 발생하면 담당자는 물론이고 주민들도 폭염은 어떤 기상조건에서 발생하며, 인체에 어떤 영향을 주는지 등에 대한 정보는 턱없이 부족한 상황이다.

넷째, 각 부처별 업무 연계를 통한 대응방안을 마련할 필요가 있다. 폭염은 재해특성상 여러 부처와 관련되어 있다. 이에 미국, 영국 등의 외국 사례에서 나타난 바와 같이 관련기관의 협력 하에 가이드라인을 제작하여 활용하는 방안을 마련해야 할 것으로 판단된다.

폭염관련계획에 관한 국외 사례를 통해 향후 우리나라 폭염대책을 제안하기 위해 구조적·비구조적 대책으로 구분하여 현재 시행중인 폭염대책의 보완사항을 제시하고자 한다.

5.1 구조적 대책

첫째, 도시열섬현상을 완화시키기 위한 대책을 수립해야 한다. Cool roof, 옥상 녹화 등은 대표적 도시열섬현상 저감 대책이다. 이러한 대책들은 빌딩 내에 거주하는 사람들의 쾌적함을 증가시키고, 에어컨 사용을 줄임으로써 결과적으로 10~30%의 에너지를 절약할 수 있다. 우리나라에서도 우선적으로 공공기관을 중심으로 시행될 필요가 있으며, 정책적으로 점차 확대시켜 나가야 할 것이다.

또한 도시 수로 물 순환 시스템 및 하천개발은 도시 바람길 형성으로 도시의 온도저감 효과에 의해 폭염에 대비할 수 있는 좋은 수단이 될 수 있다. 이의 좋은 예는 서울의 청계천을 들 수 있다. 청계천 복원으로 인한 효과를 보기 위해 청계천 복원 전후의 실측 데이터를 수집하여 분석한 결과 복원 후 평균 0.4°C, 최고 0.9°C 정도로 청계천으로 인한 온

도 저감효과가 있는 것을 보여주는 연구가 수행된 바 있다.¹⁾

둘째, 열환경지도를 활용하여 지역 특성별 건물 용도별 대책을 실시할 필요가 있다. 외국사례에서와 같이 지역의 열환경에 따라 건물의 신축이나 보수에 열환경지도를 활용하여 유역별 지역특성에 맞는 대책을 실시할 필요가 있을 것으로 판단된다.

5.2 비구조적 대책

첫째, 구체화된 폭염대응단계를 설정할 필요가 있다. 우리나라의 경우 현재의 폭염 특보가 주의보와 경보의 2단계로 구성되어 있지만 외국의 경우와 같이 4단계 혹은 5단계로 설정해야 하는 이유는 폭염이 단지 1~2일의 짧은 기간에 끝나는 현상이 아니라 장기화 될 경우 즉, 폭염으로 인한 피해가 어느 일정 규모 이상으로 증가될 때에는 국가의 재난관리차원에서 대책이 필요하게 되며, 이를 위해서는 극한의 폭염

Table 10. Suggestion of heat wave responses levels

폭염대응단계		단계별대책
1단계	안전	-폭염특보기간(6월1일~9월 30일)동안 폭염종합대책을 수립 -기상데이터를 모니터링하기 위한 준비 -지역별로 폭염취약계층 방문계획 수립 -포스터, 전단지 배포
2단계	감시	-무더위쉼터 운영시간과 위치를 확인 -무더위쉼터의 이동을 위한 운송수단 확보 -규칙적인 기상데이터 모니터링 -취약계층 모니터링(건강상태 확인)
3단계	주의보	-전력제한을 위해 지역시설 조정 -자원봉사자 그룹과 의료기관에 경계대기 -구급대 및 추가인력 배치
4단계	경보	-폭염의 장기화 대비 -24시간 상황관리로 수시점검 -피해에 대한 데이터 수집 -긴급직통전화(Hotline) 가동

Table 11. Comparison of cooling center operation²⁾

	미국	우리나라
매뉴얼	폭염대응행동매뉴얼에 포함	폭염대비국민행동요령에 미 포함 ※재난도우미에 의해 홍보
장소	도서관, 정부기관, 노인센터, 교회, 할인매장 등	지역주민센터, 노인정 등
정보 제공	홈페이지, 직통전화	재난도우미에 의해 홍보
운영 시간	주중: 8:30~5:30 ※도서관 등 경우에 따라 늦은 시간까지 개방	운영시간 규정은 없음 ※ 운영기간 명시 6.1~9.30
비축 물품	간단한 음식, 식수, 상비약 등	구체적 언급 없음
기타	노숙자를 위한 숙식 제공	없음

1) Kim, Y.H. S.B. Rhoo, J.J. Baik, I.S. Park, H.J. Koo, J.C. Nam. 2008. Does the restoration of an inner-city stream in Seoul affect local thermal environment. Theoretical and Applied Climatology. 92:239-248.
2) 미국의 사례는 일반적인 시정부 차원의 지원내용임.

재해에 대한 대책을 마련해 두어야 하기 때문이다.

둘째, 폭염 시 위험 증상과 대처방안을 권고해야 한다. 폭염의 경우 그 영향이 미치는 지역이 광범위하기 때문에 정부 차원의 대응보다는 국민들의 자발적 대비활동이 중요하므로 이를 위하여 발생 전 지속적인 피해유형, 대응방법 등의 교육홍보가 중요하다고 할 수 있다. 또한 폭염 정보가 발령되면 그 전파의 방법이 중요하다. 따라서 재난방송, 각종 미디어 매체를 통한 홍보 등의 대국민 홍보시스템을 구축할 필요가 있다. 외국의 경우 폭염취약계층이나 국민들을 대상으로 한 폭염 정보 전파 방법과 관련된 조사가 실시된 바가 있으며, 이를 근거로 가장 효율적인 방법을 채택하여 정보를 전달하고 있다.

셋째, 폭염 관련 연구 및 기술 개발을 위한 기반이 뒷받침되어야 한다. 폭염에 대한 현재의 대책을 강화하기 위해서는 폭염에 대한 위험도를 정량화하고 폭염에 대한 영향을 평가하는 등의 연구가 수행되어야 하지만, 이러한 연구를 수행하기 위해서는 지역의 기상조건이나 도시계획적 측면의 전문적인 지식이 필요하며 많은 시간이 소요된다. 따라서 지구온난화로 인한 폭염 피해 발생의 급증에 대비하여 사회전반적인 영향을 고려할 때 폭염에 대한 기초 연구와 대책에 대한 연구 개발은 매우 시급한 과제로 국가과학기술위원회에서 국가의 주요 과제로 선정되어야 할 것으로 판단된다.

6. 결 론

최근 세계적으로 기후변화가 대두되고 있는 가운데, 폭염 발생 가능성이 점증하고 있는 현 시점에서 폭염 대책을 좀 더 구체적이고 명확히 할 필요가 있다. 그러나 외국의 폭염 대책에 비해서 우리나라에서는 재난으로서의 폭염에 대한 구체적인 대책이 수립되어 있지 않은 것으로 나타났다.

따라서 본 연구에서는 국외의 폭염 사례와 대책을 조사하여 우리나라의 적용방안을 도출하고자 하였다. 외국의 폭염 대책에 대한 시사점 및 착안사항을 도출하여 가능한 한 우리나라에 적용하고자 하였으나, 폭염 피해에 대한 인식과 그 동안의 연구자료의 부족 등으로 인해 완전히 적용시키기에는 어려움이 따랐다.

또한 폭염의 재해의 특성상 대책을 수립함에 있어서 여러 부처가 연계되어 있기 때문에 종합적으로 운영할 수 있는 대책을 수립하는 것은 어려움이 있음을 알 수 있었다.

앞서 설명한 바와 같이 아직까지는 외국에 비하여 단계별로 구체적인 폭염대책이 수립되어 있지 않지만, 중앙재난안전대책본부에서는 매년 폭염종합대책을 수립하고 관련부처 및 자치단체를 연결하는 폭염상황관리 체계를 구축하는 등 폭염 종합대책을 추진하고 있다. 또한 2011년에는 폭염 발생 시, 일시적으로 대피할 수 있는 무더위쉼터에 대한 지정 및 운영 기준을 마련하여 자치단체에 배포하고 있다.³⁾

우리나라도 폭염에 대한 대책이 점차 구체화 되어 가고 있다고 판단되며, 더불어 본 연구에서 제시한 해외의 폭염 대

3) 2011년 무더위 쉼터 운영 : 37,556개소(2012년 무더위쉼터 운영 : 37,218개소).

처방안을 우리나라에 맞게 수정하여 적용한다면 향후 폭염재해 발생 시, 효율적인 대처방안으로 활용될 수 있을 것이다. 또한 폭염 재해 분야에 대한 체계적인 자료 수집과 기상, 방재, 의학 등 관련 전문가 집단의 학제적 연구가 시급한 실정으로 판단된다.

References

Greensamsung (2004) Climate Change Korea all right(III) Possibility and Responses of Heat wave.
 Jan Kysel'y, Jiyoung Kim (2009) CLIMATE RESEARCH Clim Res, Mortality during heat waves in South Korea, 1991 to 2005: How exceptional was the 1994 heat wave?
 Kim, J.Y. et al. (2007) Journal of The Korean Society of Hazard Mitigation, A Study on Foreign Cases for the Management of Extreme Heat Response Plan in Korea.

Ministry of the Environment (2008) Heat wave Environment Health manual.
 NEMA (2007) A Study on Emergency plan Guideline Development by Disaster types.
 NHS (2008) Heatwave Plan for England.
 NOAA,CDC,FEMA (2006) Excessive Heat Event Guidebook.
 Park, S.Y. et al. (2008) Proceedings of the AUTUMN Meeting of KMS, Comparison on Heat wave Countermeasures of Korea and Foreign in 2008.
 UNEP (2004) Impacts of summer 2003 heat wave in Europe.
 Weather Information Service, Home Page, <http://www.bioweather.net/>
 WHO (2008) Heat-Health Action Plans 2008.

© 논문접수일 : 2012년 08월 28일
 © 심사의뢰일 : 2012년 08월 29일
 © 심사완료일 : 2012년 11월 29일