



**하 종 식**

한국환경정책·평가연구원  
부연구위원  
jsha@kei.re.kr

## 1. 서론

폭염 노출은 경련, 실신, 탈진, 뇌졸중, 심저어 사망과 같은 열 관련 질환을 야기할 수 있다(Kilbourne, 1997). 특히 탈진 현상은 가장 일반적인 폭염 관련 질환으로, 극심한 목마름, 식은땀, 나른함, 창백함, 불안감, 현기증, 메스꺼움, 구토 그리고 두통 등의 증상을 보인다. 이러한 사실과 함께 보건학적 관점에서 전 세계적으로 극심하게 기온이 상승했던 해에 사망자 수가 늘어난 것이 확인되었다. 1994년의 서울, 1995년의 시카고, 그리고 2003년의 프랑스 9개 도시에서 폭염으로 인해 엄청난 수의 사망자가 발생하였다(Kosatsky, 2005; Kaiser et al., 2007; Kysely and Kim, 2009).

Gosling 등은 2000년부터 2007년 사이에 발생한 폭염 발생사례와 그로 인한 사망자수를 정리, 보고하였다(Gosling et al., 2009). 이때 주목할 만한 것은 유럽의 프랑스, 독일, 벨기에 그리고 네덜란드의 경우에 대해서 2003년과 2006년의 폭염 관련한 사망자를 비교해보는 것이다. 프랑스 및 독일은 2003년에 각각 19,490명, 5,250명이 사망하고, 2006년에 각각 1,388명, 12명이 사망하여 급격한 감소를 보였다. 하지만 벨기에 및 네덜란드는 2003년에 각각 150명, 1,200명이 사망하였으며, 2006년에 각각 940명, 1,000명이 사망하였다. 이는 2006년에 프랑스 및 독일의 폭염 정도가 2003

년보다 덜했을 가능성도 있지만, 폭염경보시스템의 작동 등과 같은 폭염에 대비한 대응대책의 편익일 수 있다. 결국 폭염과 건강의 관계를 적절히 평가하고 대응하는 것이 얼마나 중요한 것인지 짐작할 수 있다.

과거 폭염 노출에 따른 사망자 증가가 밝혀졌음에도 불구하고, 미래 폭염 관련한 부정적 건강영향은 기후변화, 도시 열섬효과, 그리고 인구구조 변화로 인해 더 큰 심각성을 가진다(Luber and McGeehin, 2008). 특히 기후변화에 관한 정부간 패널(Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC)에서는 기후변화로 인해 미래에는 폭염일수의 빈도와 강도가 증가할 것으로 보고하였다(IPCC, 2007).

이 자료에서는 폭염으로 인한 국내·외 폭염위기 대응체계, 최근 우리나라 서울의 여름철 기온상승으로 인한 사망영향 변화, 그리고 기후변화로 인한 서울의 미래 폭염 발생 가능성을 설명하였다. 이를 바탕으로 폭염 관련한 부서나 관련 담당자들이 폭염의 건강영향 심각성을 더 잘 이해하며, 향후 폭염 대비한 국가 정책 및 대책 수립에 유용한 자료로 사용되었으면 한다.

## 2. 해외 폭염 대비 건강대책

폭염에 대비한 대책은 전 세계적으로 이루어지고

있다. 본 장에서는 선진 외국의 폭염 대비한 대책에 대해서 정리하였다. 표 1은 폭염에 대비한 외국의 사례 및 각 사례의 주요특징을 정리한 것이다.

표 1. 폭염위기대응체계의 외국사례 및 주요특징 (출처: 아주대학교, 2009 요약)

국가 및 지역	폭염위기대응체계	주요 특징
미국 필라델피아	Excessive Heat Events response plans	- 구역담당자 프로그램 - 공중보건 현장지원팀 - 노숙자들을 보호하기 위한 조항개정 - 폭염대응계획의 일원으로 대중매체 언론기관 참여
미국 캘리포니아	Heat emergency response plans	- Standardized Emergency Management System (SEMS)을 통해 주정부와 지방정부의 협력체계 구축
스페인	Action Plan to prevent the effects of a heat wave on health	- 매년 전년도의 폭염위기대응계획 결과를 평가 보고 - 고온건강경보발령의 내륙지방과 도서 및 해안지방으로 구분하여 시행 - 폭염대응행동 매뉴얼의 일반인구, 보건의료인, 노인가정, 작업장 등으로 구분하여 작성 배포
잉글랜드	Heatwave Plan for England	- 부처간 공조체계가 잘 갖추어짐(부처간 업무가 명확히 구분) - 고위험군을 일반 지역사회와 병원이나 요양시설에 있는 사람으로 구분하여 관리
이탈리아	National project for the Prevention of Heat Health Effects	- 이탈리아는 지역의 현실을 고려한 지역별 경보시스템을 운영 - 실시간 모니터링을 통해 폭염으로 인한 건강영향 파악 및 폭염예보제의 효과도 파악
호주 퀸즈랜드	Heat Wave Response Plan	- 개인 및 지역사회가 스스로 폭염에 대처할 수 있는 능력을 키워주고, 취약인구관리에서 지역사회가 중심적인 역할을 할 수 있도록 지원해줌

각국의 폭염위기대응체계는 각 나라의 특성을 고려하여 개발된 것으로 판단할 수 있다. 예를 들어 대응체계에 대한 담당부서 및 폭염예보제와 관련한 분석 및 예·경보 발령기준은 다소 차이를 보인다. 하지만 실제 폭염 발생 시 행동실행계획을 단계별로 제시하고 취약계층(노인, 어린이, 외부작업자 등)에 대한 행동요령 등을 개별적으로 제시하는 공통점이 있다.

일반적으로 폭염에 대비한 대응체계는 필수적으

로 대응체계를 담당할 부서, 폭염예보, 그리고 관련한 정보의 전달 및 홍보가 포함되어야 한다. 이러한 폭염 대비한 대응체계의 필수요소와 관련하여 아주대학교의 보고서에 따르면 외국의 폭염대응체계는 ‘협력체계 및 책임부서’, ‘폭염예보제’, ‘대국민 정보 및 홍보’, ‘행동 가이드라인’, ‘취약계층 관리’, ‘보건 및 사회복지 준비’, ‘감시 및 평가’에 대한 내용이 비교적 잘 명시되어 있는 것으로 평가하였다(아주대학교, 2009).

기획특집

### 3. 국내 폭염 발생 현황 및 건강대책

국내 폭염 발생에 대한 예·경보는 2008년부터 본격적으로 시행되었다. 폭염주의보는 6~9월 일 최고 33℃ 이상, 일 최고열지수 32℃ 이상이 2일

이상 지속 예상될 때 발령되며, 폭염경보는 6~9월 일최고 35℃ 이상, 일 최고열지수 41℃ 이상이 2일 이상 지속 예상될 때 발령된다. 최근 4년간 우리나라 폭염 예·경보 발령현황은 표 2에 정리하였다.

표 2. 전국 2008년부터 2011년까지 폭염특보 발령현황(출처: 기상청, 2008-2011)

지역	2008		2009		2010		2011	
	주의보	경보	주의보	경보	주의보	경보	주의보	경보
서울, 경기도	11	4	7	2	13	1	5	0
부산, 경상도	29	15	13	0	22	14	20	0
광주, 전라도	20	7	13	0	20	4	21	0
대전, 충청도	14	1	8	1	11	3	5	0
강릉, 강원도	12	1	6	1	11	5	9	0
제주도	7	0	1	0	4	0	4	0
소계	93	28	48	4	81	27	64	0

최근 4년 동안의 폭염 예·경보 발령현황의 시계열적 경향은 확인할 수 없지만, 전국적으로 매년 평균적으로 약 50회의 지역적 발령이 있으며, 폭염 발생 시 관련한 폭염대책이 지역별로 수행되고 있음을 알 수 있다. 이러한 폭염 예·경보 발령기준은 2012년에 오면서 변경되었는데, 기존의 발령 기준에서 열지수 기준이 제외되면서 일최고기온만을 기준으로 발령이 이루어지고 있다.

폭염 예·경보 발령과 관련한 국내 대응대책은 중앙재난안전대책본부에서 담당하고 있다. 해당 본부에서는 폭염피해 예방 및 상황발생시 신속한 대응을 위한 범정부적 종합대책을 2005년부터 수립·추진해왔다. 표 3은 2012년 폭염에 대비한 주요 기관별 종합대책을 정리한 것이다.

표 3. 2012년 주요 기관별 폭염 대비한 종합대책(중앙재난안전대책본부, 2012)

주요 기관	주요 대책
소방방재청, 지자체	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 폭염대비 구급대책                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 구급대원 폭염관련 응급처치 능력제고</li> <li>- 폭염 관련 구급장비 확보 및 정비 철저</li> <li>- 폭염 관계기관 협력체계 구축</li> <li>- 폭염 관련 홍보활동 강화</li> </ul> </li> <li>• '무더위 쉼터' 지정 및 운영 관리</li> <li>• 폭염대비 취약계층에 대한 재난도우미 운영</li> <li>• 폭염정보 전달체계 구축</li> <li>• 무더위 휴식 시간제 운영</li> <li>• 여름철 폭염대비 건강 지키기 집중홍보기간 운영</li> </ul>

보건복지부	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 폭염피해 감시체계 운영</li> <li>• 폭염대비 독거노인 보호대책 강구</li> <li>• 폭염대비 취약계층 방문건강관리 프로그램 운영</li> <li>• 폭염대비 맞춤형 홍보 및 교육 활동 강화</li> </ul>
교육과학기술부	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2012년 폭염대비 종합대책 수립 및 시달</li> <li>• 폭염 피해 방지 관련 유관기관 간 협의체계 구축</li> <li>• 유치원생, 초·중·고등학생 폭염대비 대책 추진</li> <li>• 폭염 기상재해 관련 교육 홍보자료 배포</li> <li>• 폭염특보 시 시도 조치사항 통보(업무연락 및 SMS 문자 발송)</li> </ul>
지식경제부	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 하계 전력수급 대책 마련 및 시행</li> <li>- 6/1일부터 비상대책 조기실시</li> <li>- 산업체 휴가일정 및 조업시간 조정 등 자율참여 유도</li> <li>- 피크전력의 21%를 차지하는 냉방부하 집중관리</li> </ul>
고용노동부	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 하절기 폭염대비 근로자 건강관리 대책 수립</li> <li>• 폭염관련 대국민 홍보 추진</li> <li>• 하절기 건강장애 예방조치 홍보</li> </ul>
국토해양부 (철도분야)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 선로분야 안전관리</li> <li>• 구조물분야 안전관리</li> <li>• 전기설비 안전관리</li> <li>• 기계설비 분야 안전관리</li> <li>• 작업자 안전관리</li> </ul>

2012년 폭염에 대비한 종합대책은 사회 전반적인 내용을 포괄하지만, 대부분이 폭염 발생 시 국민 건강피해 방지에 집중하고 있다. 2012년 폭염 종합대책의 건강부분과 관련하여 현장밀착형 응급 의료체계 구축, 노약자·독거노인 등 취약계층 보호, 무더위 노출이 많은 건설·산업근로자 건강보호, 초·중·고등학교 학생 건강보호, 폭염 건강피해 표본감시, 국민행동요령 적극적 홍보가 특징적이다.

특히, 2012년부터 새롭게 시행되는 폭염 건강피해 표본감시는 전국 458개 응급의료기관 대상 폭염 관련한 건강피해 발생 파악을 위한 감시체계로서 실시간 건강피해 조사 감시 및 대국민 관련정보 제공으로 폭염에 대한 주의 환기를 유도하는 것이

목적이다. 2012년 폭염 건강피해 사례감시체계 운영결과를 보면 6월 1일부터 9월 6일까지 폭염 관련한 온열질환자는 984명이었으며 이중 사망자는 14명으로 집계되었다(질병관리본부, 2012). 하지만 2012년 수치는 2011년 온열질환자 수의 약 2.2배, 사망자수의 약 2.3배 증가한 결과로서, 이와 관련한 부처는 감시체계의 안정성을 위해 지속적인 개선 작업을 수행하고 있다.

#### 4. 최근 15년간 여름철 기온상승으로 인한 사망영향 변화

국내 폭염에 대비한 각종 대응대책들은 2005년부터 수립·시행되고 있다. 특히 폭염 예·경보는 2007년 시범운영과 함께 2008년부터 본격적으로

기 | 획 | 특 | 집

시행되었다. 이러한 각종 대응대책들의 시행과 관련하여 최근 15년간의 서울 여름철 기온상승으로 인한 사망영향 정도의 변화를 살펴보았다. 그림 1은 서울 여름철(6~8월) 동안 일평균기온 노출에

따른 전체 연령에 대한 비사고사(non-accidental death)의 일사망자수 관계를 시계열분석 모형을 활용하여 도식화한 것이다.

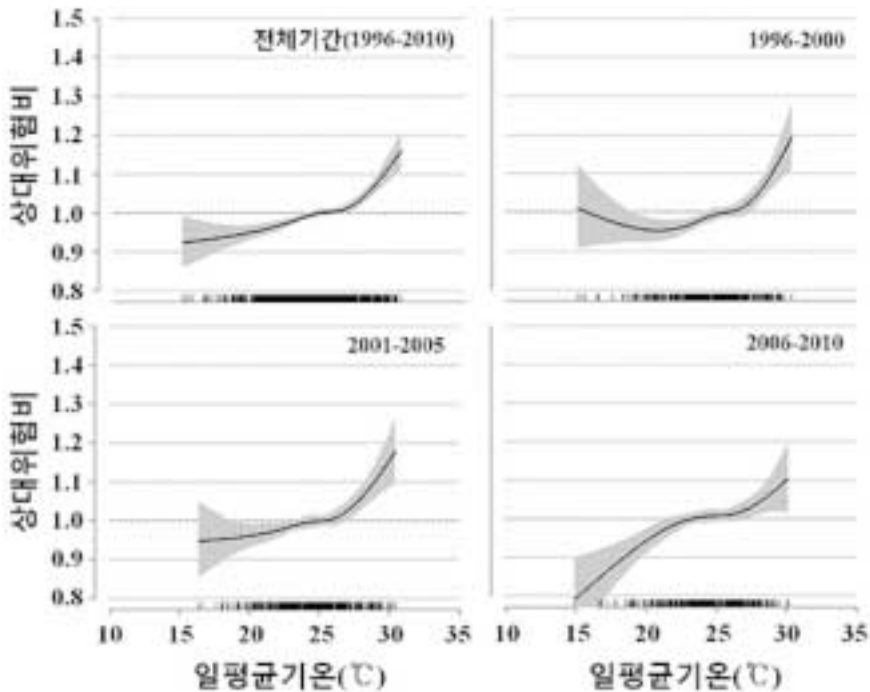


그림 1. 서울 전체연령사망자의 기간별 기온-사망 곡선

그림 1의 4개 일평균기온-일사망자수 곡선 모두에서 일사망자수는 특정 기온수준, 즉 임계온도에서부터 급격히 증가하고 있음을 확인할 수 있다. 또한 이러한 경향은 1996~2000년의 곡선보다는 2001~2005년의 곡선에서 그리고 이보다는 2006~2010년의 곡선에서 그 기울기가 감소하는 것을 볼 수 있다. 표 4는 서울 여름철 임계온도 이상에서 일평균기온 1°C 상승으로 인한 일사망자수 변화를 추정해 놓았다.

이 분석에서는 일평균기온 상승으로 급격한 사망 발생이 나타나는 임계온도를 연구기간 동안의 일평균기온 75%, 80%, 85%로 각각 정의했다. 이러한 임계온도 이상에서의 일평균기온 1°C 상승은 모든 연구기간에서 일사망자수 증가를 야기하는 것으로 추정되었다. 하지만 이러한 일사망자수 증가는 과거에서 최근으로 올수록 그 효과가 급격히 감소함을 확인할 수 있다. 특히 연구기간이 2005~2010년일 때에는 전체 연령 사망자의 경우에 통계적 유의미성이 사라지는 것으로 확인되었다.

표 4. 서울 여름철 임계온도 이상에서 일평균기온 1°C 상승으로 인한 추정된 일사망자수 변화

연구기간 및 임계온도		일사망자수 변화율 (95% 신뢰구간)		
연구기간 및 임계온도 수준	임계온도(°C)	전체연령 사망자	65세 이상 사망자	
75%	전체기간	26.31	2.58 (1.67 - 3.50)	4.08 (2.94 - 5.24)
	1996-2000	26.83	4.17 (2.36 - 6.00)	6.64 (4.29 - 9.05)
	2001-2005	25.91	2.78 (1.36 - 4.22)	4.17 (2.39 - 5.99)
	2006-2010	26.31	1.51 (-0.26 - 3.32)	2.43 (0.31 - 4.61)
80%	전체기간	26.71	2.86 (1.80 - 3.94)	4.55 (3.22 - 5.90)
	1996-2000	27.33	5.09 (2.81 - 7.42)	7.96 (4.98 - 11.02)
	2001-2005	26.29	3.04 (1.45 - 4.65)	4.69 (2.69 - 6.72)
	2006-2010	26.66	1.48 (-0.57 - 3.58)	2.41 (-0.05 - 4.93)
85%	전체기간	27.29	3.65 (2.25 - 5.06)	5.76 (4.00 - 7.54)
	1996-2000	27.81	6.40 (3.39 - 9.50)	10.29 (6.35 - 14.38)
	2001-2005	26.7	3.46 (1.63 - 5.33)	5.44 (3.14 - 7.80)
	2006-2010	27.14	1.78 (-0.83 - 4.46)	2.72 (-0.41 - 5.94)

## 5. 제언

일반적으로 폭염 노출로 인한 건강영향(여기에서는 사망영향) 정도는 크게 3가지 요인인 노출(exposure), 민감도(sensitivity), 그리고 적응능력(adaptive capacity)의 개별요인 및 통합에 의해 결정된다(IPCC, 2007). 최근 15년간 서울의 여름철 기온상승으로 인한 사망영향 변화는 그 원인을 다양한 측면에서 찾을 수 있을 것이다. 하지만 2005년부터 수립·시행된 법정부적 폭염종합대책으로 인한 폭염의 적응능력이 높아짐으로서 나타난 긍정적 현상일 수도 있다.

하지만 최근의 여름철 기온상승으로 인한 사망영향 감소가 미래 기후변화로 인한 폭염의 건강영향 정도가 감소한다는 것을 보장하는 것은 아니다. 국립기상연구소에 따르면 온실가스 시나리오인 대표농도경로(Representative Concentration Pathway; RCP)에 따른 한반도 21세기 말 기후변화 전망에서 1971년에서 2000년 기준기간 대비

미래 30년(2070~2099년) 기온은 3.4~6.0°C 상승할 것으로 보고하였다(국립기상연구소, 2011). 그림 2는 서울의 2000년부터 2010년까지 측정된 여름철 평균기온 및 온실가스 시나리오인 RCP4.5 및 RCP8.5에 의해 예측된 2011년부터 2100년까지의 여름철 평균기온을 도식화한 것이다.

미래 여름철 폭염으로 인한 건강영향 정도는 건강에 영향을 줄 수 있는 잠재적 요인, 인구변화, 사회경제학적인 발전, 기술의 혁신, 그리고 또다른 환경적 요인들과의 상호작용으로 인해 다르게 나타날 수 있다(Ebi, 2008; Frumkin and McMichael, 2008; Kinney et al., 2008). 현 수준의 폭염 대비한 종합대책이 기후변화로 인한 미래 폭염 건강대비를 완벽히 보장할 수는 없을 것이다. 향후에는 폭염 대비 종합대책의 원활한 수립·시행도 중요하지만 기존 종합대책의 효과 평가, 그리고 기후변화로 인한 미래 폭염 발생 가능성을 고려한 장기적 종합대책 수립도 필요할 것으로 판단된다.

기획특집

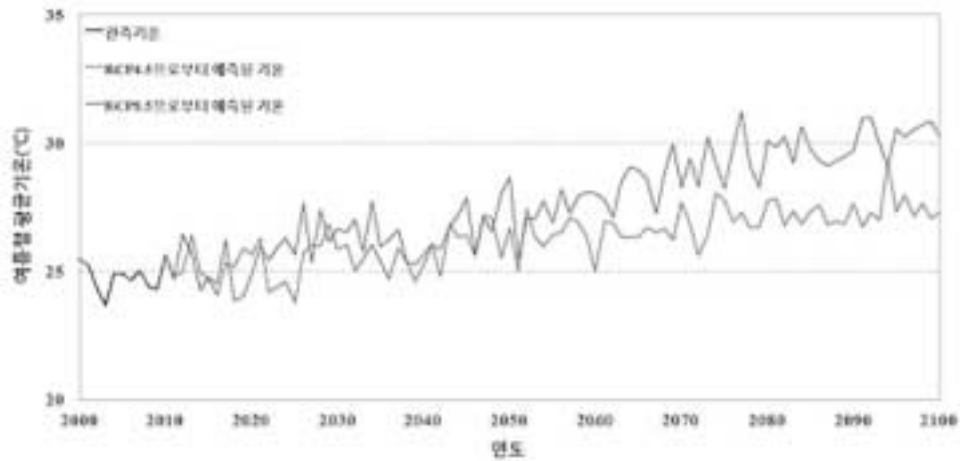


그림 2. 서울의 2000~2100년 여름철 평균기온

〈참고문헌〉

국립기상연구소, 2011 : 기후변화 시나리오 보고서 2011  
 기상청, 2008 : 기상연보  
 기상청, 2009 : 기상연보  
 기상청, 2010 : 기상연보  
 기상청, 2011 : 기상연보  
 중앙재난안전대책본부, 2012 : 올여름 첫 폭염특보! 정부 폭염종합대책 발표(2012.6.25)  
 질병관리본부, 2012 : 전국적 폭염으로 사망자 추가발생, 온열질환자 급증(2012.8.1)  
 아주대학교, 2009 : 폭염에 따른 위기대응 및 건강관리 방안 개발  
 환경부, 2011 : 우리나라 기후변화의 경제학적 분석(Ⅱ)  
 Ebi KL. Healthy people 2100: modeling population health impacts of climate change. *Clim Change* 2008; 88: 5?19.  
 Frumkin H, McMichael AJ. Climate change

and public health: thinking, communicating, acting. *Am J Prev Med* 2008; 35: 403?410.  
 Gosling SN, Lowe JA, McGregor GR et al. Associations between elevated atmospheric temperature and human mortality: a critical review of the literature. *Climate Change* 2009; 92: 299-341.  
 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change). Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 ? impacts, adaptation and vulnerability. 2007. Available: <http://www.ipcc.ch/> [accessed 20 November 2009].  
 Kaiser R, Tertre AL, Schwarta J, et al. The Effect of the 1995 Heat Wave in Chicago on All-Cause and Cause-Specific Mortality. *Am J Public Health*, 2007;97:S158-S162.  
 Kilbourne EM. Heat waves and hot environments. In: Noji EK, ed. The public health consequences of disasters. New York,

New York: Oxford University Press, 1997:245-269.

Kinney PL, O' Neill MS, Bell ML, Schwartz J. 2008. Approaches for estimating effects of climate change on heat-related deaths: challenges and opportunities. *Environ Sci Policy* 2008; 11: 87-96.

Kosatsky T. The 2003 heat wave European heat waves. *Euro Surveill*. 2005; 10: 148-

149.

Kysely J and Kim J. Mortality during heat waves in South Korea, 1991 to 2005: How exceptional was the 1994 heat wave? *Climate Res*. 2009; 38: 105-116.

Luber G and McGeehin M. Climate Change and Extreme Heat Events. *Am J Prev Med*. 2008; 35: 429-435.