

고령자 사망에 미치는 날씨의 영향 및 폭염 경고 시스템



류상범 >>
기상청 수원기상대 기상연구관

1. 서론

최근 기후변화로 인해 새로운 기상환경이 형성되고, 잦은 기상이변으로 쾌적한 삶이 방해되고 있다. 특히 인위적 온실기체 방출로 인한 지구온난화는 그동안 우리 주변에서 잊혀졌던 말라리아와 같은 전염성 질병을 다시 창궐하게 하는 등 사람의 건강에 영향을 미칠 수 있는 다양한 위험들을 내재하고 있다(Haines and Patz, 2004). 이로 인해 이미 세계기상기구(WMO)에서는 1999년 세계기상의 날 주제를 '날씨, 기후와 건강'으로 정하고 건강에 기여하는 기상정보의 역할을 강조하였다. 또한 기후변화 문제를 다루는 정부간 패널인 IPCC(Intergovernment Panel on Climate Change)는 지구온난화가 건강에 미칠 수 있는 영향을 주요 주제로 정해 과학적으로 평가하고 있다(IPCC, 2001). 그리고 20세기 말부터 증대된 well-being에 대한 현대인의 관심과 맞물려 새로운 기상환경에 순화, 적응하는 문제가 전문가적 관심을 넘어 사회적 관심으로 발전하고 있다.

특히 프랑스, 독일, 이탈리아, 영국, 스페인 등지에서 수많은 사망자를 초래한 2003년 유럽의 폭염은 이상기후에 대한 정치적 관심을 촉발시켜 기상당국과 보건당국이 협력하여 국가차원의 폭염 경고 시스템을 개발하고 있는 것이 하나의 트렌드가 되었다(Kalkstein, 2005; Becker et al, 2005; Laaidi et al., 2005 등). 우리나라에서도 '이상고온으로 인한 초과사망률 역학연구를 중심으로'라는 부제를 단

「기후변화가 건강에 미치는 영향 및 적응대책 마련」이라는 환경부 용역과제를 한국환경정책·평가연구원이 2005년에 수행한 바 있고, 기상청 기상연구소에서도 폭염과 한파 같은 극한 기후에서 노약자의 초과 사망 가능성을 경고할 수 있는(가칭) “국가생명기상 예측시스템”(Korea Meteorology- Health Warning System, KMHWS)을 개발 중이다. KMHWS의 개발목적은 기상환경 변화에 따른 질병 및 초과 사망 발생 가능성을 사전에 예측하여, 주의보 및 경보를 통해 국민에게 신속히 제공하고 관련 기관(소방방재청 및 의료기관 등)이 적절히 대처할 수 있도록 하는 것이다. 또한 생활건강 관리에 도움이 되는 체감온도·자외선 지수·열파 지수 등 생활기상 콘텐츠를 생산·제공하는 통합 건강-기상 정보시스템이다(류상범과 김정식, 2005).

본고는 방재 관련 업무에 종사하는 관계자에게 사람의 건강, 특히 사망에 미치는 날씨의 영향을 보여주는 우리나라 65세 이상 고령자의 사망 특성을 소개하는 한편, 현재 우리나라를 비롯하여 미국, 프랑스 등 여러 국가에서 개발 중인 폭염 경고 시스템에 대한 이해를 높이기 위해 작성되었다. 우리나라 고령자의 사망 특성과 우리나라의 생명기상예측시스템에 대한 내용은 필자가 기상연구소에서 생명기상기술개발과제를 수행하면서 한국기상학회 학술대회 논문집과 기상연구소 보고서에 소개한 것을 본고를 위해 다시 정리한 것이며, 다른 나라의 폭염 경고 시스템은 필자 역시 참석했던 2005년 독일 Garmisch-Partenkirchen에서 개최된 제 17차 국제생명기상총회에서 소개된 내용들을 간략히 정리한 것이다. 사용된 사망자료는 통계법과 호적법에 따라 제출한 사망신고서를 기초로 작성된 통계청의 사망원인 자료를 수집하여, 1998년부터 2003년까지 6년간 6대 도시(서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전)에서 발생한 65세 이상 고령자의 사망을 기상연구소에서 인구 100만 명당 사망률로 환산하여 정리한 것이다(기상연구소, 2005). 사망원인이 기상환경과 관계가 깊은 것으로 생각되는 노쇠, 호흡기 질환, 순환계 질환 등인 경우와 비교적 관계가 없을 것

이라 보이는 암의 경우로 세분하여 분석하였다.

2. 우리나라 일사망자료에 나타난 특성

2.1 계절 변동

우리나라 65세이상 고령자의 일사망률 변화에 대한 가장 뚜렷한 특징은 계절변동이다. 그림 1은 1998년부터 2003년까지 6년간 전국에서 발생한 월별 65세 이상 고령자의 일사망률에 대한 box-plot로 우리나라 고령자의 일사망률 변화가 뚜렷한 계절변동함을 잘 보여준다. 표 1은 여름(6, 7, 8월)과 겨울(12, 1,

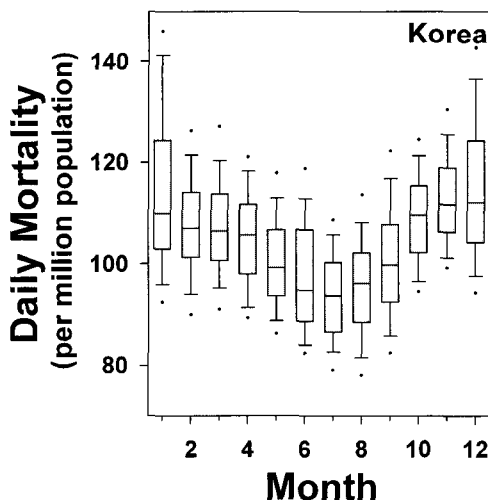


그림 1. 우리나라 65세 이상 고령자의 일사망자수의 월별 분포 (류상범과 김정식(2005)에서 발췌)

표 1. 우리나라 6대도시의 65세이상 고령자 1백만명 당 여름과 겨울의 평균 일사망자수

	여름(6, 7, 8월)	겨울(12, 1, 2월)	겨울/여름
서울	90.0	107.0	1.19
부산	101.4	127.6	1.26
대구	86.0	103.5	1.20
인천	101.2	116.1	1.15
광주	78.3	95.6	1.22
대전	87.2	103.2	1.18
평균	90.7	108.8	1.20

(류상범과 김정식 (2005)에서 발췌)

2월)의 평균 일사망률을 정리한 것으로, 6대 도시 모두에서 겨울철 일사망률이 여름철보다 약 20% 정도 높음을 보여준다. 이러한 일사망률의 계절적 변화는 중위도 지역의 다른 도시에서도 자주 나타나는 보편적 특성이다.

2.2 기온변화와 사망

사람이 일정한 심부온도를 유지하기 위해서는 체내 열 생산이나 방출이 적당히 균형을 이루어야 한다. 고열이나 저온으로 인해 열적스트레스가 증가하면, 주어진 스트레스에 효과적으로 반응하기 위해 체온을 조절하는 심장혈관계에 대한 요구가 많아진다. 심한 열적스트레스에 오래 동안 노출되면 병에 걸리거나 사망할 수 있다. 특히 외부의 열적스트레스에 적응하는 능력이 약한 어린 아이나 노인, 호흡기나 심장 질환을 가진 사람은 쉽게 영향을 받을 수 있다. 하지만 열적 스트레스와 사망률의 관계는 그렇게 단순하지 않으며, 지역에 따라 사회 환경에 따라 다른 특성을 보여 준다. 런던, 리스본, 마드리드 등 유럽 여러 도시에서의 열적 스트레스에 대한 사망률의 차이를 분석

한 Koppe and Jendritzky(2005)의 결과에 의하면, 사망률은 아주 높은 기온(폭염)과 아주 낮은 기온(한파) 모두에서 높아지는 U자형 분포를 나타내고 있다. 하지만 우리나라 6대 도시의 65세 이상 고령자의 사망률은 기온에 반비례하는 선형관계를 보이고 있다(그림 2). 그림 2는 4°C 간격으로 계급을 나눈 사망 전날의 최고기온에 해당하는 6대 도시의 평균 일사망률의 변화를 나타낸 것이다. 그림 내 작은 상자는 혹서와 관련된 사망률의 증가를 조사하기 위해 32°C 이상의 고온 영역에 대해서는 1°C 간격으로 계급을 세분하여 나타낸 평균 일사망률이다. 고온에서는 기온이 높아질수록 사망률이 증가하는 형태를 약하게 보여주고 있으나 경우의 수가 많지 않아 통계적으로 신뢰하기가 어렵다. 노쇠나 호흡기 질환, 순환계 질환 등과 같은 기상현상과 관계가 깊을 것으로 보이는 사망원인에 대해 세분하여 분석한 결과에서도 그림 2와 유사한 선형 관계가 나타났으나, 기상환경과 무관한 암의 경우에는 선형 관계가 나타나지 않았다. 1998년 이전 통계청 사망자료에 포함된 여러 문제점으로 인해 우리나라에서 가장 심한 여름철 폭염이 나타났던 1994년의 사망률을 분석에 포함시키지 못해 고온에

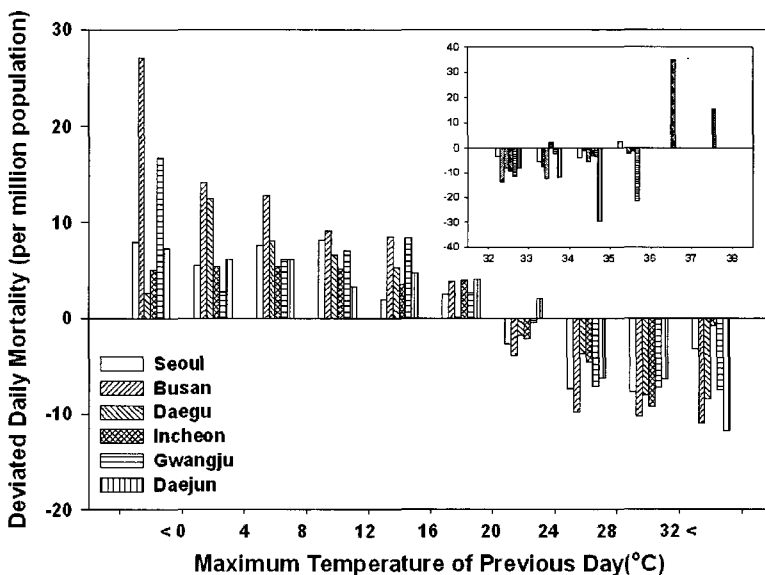


그림 2. 우리나라 6대도시에서 전날 최고기온에 따른 65세 이상 고령자의 사망률 변화

(기상연구소(2005)에서 발췌)

해당하는 표본의 수가 절대적으로 부족하였다. 이로 인해 유럽의 여러 도시에서 나타나고 있는 U자형 분포를 확인할 수 없었다. 하지만 한국환경정책·평가연구원(2005)은 통계청 사망자료의 불연속성을 무시하고 1991년부터 2003년까지의 자료를 사용하여, 심한 폭염이 발생했던 1994년 여름철의 65세이상 고령자 사망자수가 다른 해 여름철에 비해 많음을 보여주었다. 1994년 여름철 평균 기온이 26.3°C로 비정상적으로 평년에 비해 약 2°C정도 높아 우리나라 기상관측 사상 최고값을 기록하였으므로, 통계자료의 불연속에도 불구하고 한국환경정책·평가연구원의 보고서에 제시된 1994년 여름철 폭염에 의한 고령자 사망률 증가 가능성을 완전히 무시할 수는 없다. 따라서 현 상황에서는 우리나라에서 고온으로 인한 사망률 증가 여부를 언급하는 것은 조심스럽다.

3. 폭염 경고 시스템

3.1 개발 배경

2003년 여름, 서유럽은 혹독한 더위를 겪었다. 더위가 절정기에 달했던 8월 3일에서 9일까지 1주일동안 서유럽 국가들의 온도계는 유래가 없는 고온을 기록하였는데, 더위의 중심에 위치한 프랑스의 기온은 평년에 비해 무려 9°C이상 높았다. 독일의 뮌헨 재보험 회사(Munich Reinsurance Company)의 Hoppe 박사가 2005년 제 17차 국제생명기상총회에서 보고한 자료에 따르면 2003년 서유럽 폭염기간에 사망한 사람의 수가 평소 같은 기간에 비해 프랑스에서 1만5천명이상, 독일에서 7천명이상, 이탈리아에서 4천명이상, 영국에서 2천명이상, 스페인에서 4천명 이상, 벨기에에서는 2천명 이상이 많았다. 2003년 서유럽 폭염이 발생했던 기간은 대부분의 사람들이 휴가를 떠나고 거동이 불편한 노약자들만 가정에 남아 애완동물들을 보살피고 있던 유럽의 바캉스철이었다. 이로 인해 유래없는 폭염에 효과적으로 대처하지 못

하고 홀로 남아있던 많은 노약자를 폭염의 희생자로 만들게 되었다. 당시의 AP통신에 의하면, 폭염의 중심지로 가장 많은 희생자를 낸 프랑스의 시라크 대통령 역시 폭염 기간동안 캐나다에서 휴가를 즐기고 있었다. 이로 인해 귀국후 언론과 야당의 비난 속에 대통령은 대국민사과를 하고 보건시스템의 재정비를 약속하였다. 그 후 서유럽 여러 나라에서 폭염 경고 시스템의 개발이 기상당국과 보건당국에 현안 과제로 주어졌다.

3.2 폭염 경고 시스템

2003년 유럽 폭염 이후 서유럽 국가(프랑스, 독일, 이탈리아)와 호주에서 개발하여 시험 중인 폭염 경고 시스템에 대한 발표가 지난 2005년 9월 독일 남부의 휴양도시 Garmisch-Partenkirchen에서 열린 제 17차 국제생명기상총회(ICB 2005)에서 있었다. 총회에서는 미국 NOAA의 NWS에서 현재 사용중인 폭염 경고 시스템과 개발중인 시스템에 대한 소개도 있었다. 표 2는 ICB 2005에서 소개된 독일(Becker et al., 2005), 프랑스(Laaidi et al., 2005), 이탈리아(de'Donate et al., 2005), 호주(Chatman, 2005), 미국(Tew and Young, 2005)의 폭염 특보발령기준 및 경고 단계를 간략히 요약한 것이다.

독일의 경우, 독일기상청이 열환경 조건을 계산하는데 사용하는 표준 방법인 Klima-Michel 모형에서 계산된 지각온도(perceived temperature)를 사용하여 폭염 발생을 경고하고 있다. Klima-Michel 모형은 대기와의 열교환을 나타내는 인체 열수지 모형이다.

이탈리아는 도시에 따라 다른 알고리즘을 사용하여, 해당 도시의 초과 사망률을 예측하여 폭염 경고에 이용하고 있다. 로마와 밀라노, 토리노 등지에서는 미국 델라웨어 대학의 Kalkstein 교수가 개발한 Philadelphia Hot Weather-Health Watch/Warning System(Kalkstein et al., 1996)을 이탈리아 사정에 맞게 변형하여 폭염을 초래하는 위험 기

표 2. 독일, 프랑스, 이탈리아, 호주, 미국의 폭염 특보발령기준 및 경고 단계

국가명	(변수) 및 특보발령기준	운영시기	경고 단계
독일	(지각온도)가 32℃(stage 1)/38℃(stage 2)이상 일 때	4.1~9.30	<i>Heat warning</i> : 36시간 동안 유효 <i>Advance heat information</i> : 6일 이내
프랑스	(최대기온, 최소기온)로 예측한 사망률의 증가 가능성	6.1~8.31	<i>Level 1</i> : 계절 감시 <i>Level 2</i> : 3일 감시 <i>Level 3</i> : 1일 감시 <i>Level 4</i> : 연속되고 국토 대부분으로 확장될 때
이탈리아	(기단분석, 열파지수, AR(1)모형)로 예측한 사망률의 증가 가능성	6.1~9.30	<i>Level 0</i> : 위험없음 <i>Level 1</i> : 사망률이 10~25% 증가 <i>Level 2</i> : 사망률이 25%이상 증가 <i>Level 3</i> : Level 2상황이 3일이상 연속됨
호주	2일이상 (열파지수)가 36℃(<i>Heat warning</i>) / 40℃(<i>Extreme heat warning</i>) 이상일 때	여름	<i>heatplan White alert</i> : 3~4일 경고 <i>heatplan Yellow alert</i> : 48시간 경고 <i>heatplan Red alert</i> : 24시간 경고 <i>Heatwave Commences Trigger point</i> <i>heatplan Green</i> : 복구
미국	2일 이상 낮 최대 (열파지수)가 40.5℃(북부) /43.3℃(남부)이상이고 밤 최소 (열파지수)가 23.9℃이상일 때	5.1~9.30	<i>excessive heat outlook</i> : 다음 3일~7일 사이에 가능성이 있을 때 <i>excessive heat watch</i> : 12시간에서 48시간 내에 조건이 만족될 때 <i>excessive heat warning</i> : 이미 발생했거나 36시간이내에 발생할 가능성이 높고 생명에 위험을 줄 때 <i>heat advisory</i> : 이미 발생했거나 36시간이내에 발생할 가능성이 높고 주의를 하지 않으면 생명이 위협할 때

단을 분석하고 위험 기단 발생일의 초과 사망률을 다중회귀 방정식에 의해 예측하여 폭염 경고에 사용하며, 피렌체와 나폴리, 제노바 등지에서는 최대 열파지수가 임계값을 넘는 날의 초과 사망률을 Kalkstein교수의 다중 회귀 방정식에 의해 예측하여 사용하고 있다. 또한 로마와 밀라노 등지에서는 폭염으로 인한 초과 사망률 예측에 전날의 사망률을 입력 자료로 사용하는 1차 자기회귀(AR(1), Autoregressive) 모형을 보완적으로 사용 중이다.

호주와 미국에서는 열파지수를 사용하여 폭염 발생을 경고한다. 열파지수(heat index)는 미국 콜로라도 대학 섬유의를류학과 교수였던 Steadman(1979)이 다른 조건의 대기 상태(warm-humid와 hot-dry)에서 인체가 실제로 느끼는 상대적 더위를 평가하기 위해 인체 모델을 이용하여 계산한 apparent temperature의 표를 미국 기상청에서 습도와 온도의 다중회귀함수로 변형하여 구한 값으로, 대중이나

관계 당국에 열파의 위험을 효과적으로 경고하는 지수로 사용하고 있다. 즉 열파 지수는 주어진 대기 상태에 대해 사람이 실제로 느끼는 온도이다.

3.3 새로운 개념의 폭염 경고 시스템

다음은 미국 기상청의 홈페이지에 수록된 열파 발생시 안전수칙(heat wave safety tips)을 요약한 것이다.

- 천천히 움직여라
- 여름옷을 입어라
- 음식을 조금만 먹어라(다이어트를 해라)
- 술을 마시지 마라
- 알코올이 들어 있지 않은 음료수나 물을 많이 마셔라
- 의사의 지시가 없는 한 salt tablet를 복용하지 마라

- 냉방 시설이 있는 곳에서 많은 시간을 보내라
- 햇빛에 오래동안 노출되지 마라

앞에서 소개한 안전수칙은 일반 대중이 폭염 발생시 지켜야 될 사항들이지만, 행정 당국이 어떻게 하겠다는 것은 명시되어 있지 않다. 미국에서 1994년부터 2003년까지 10년동안 미국에서 폭염에 희생된 사람의 수는 2300명이상이며, 태풍, 토네이도, 홍수, 낙뢰, 동사 등 다른 자연재해로 인한 희생자의 수와 비교하면 압도적으로 많은 수이다. 1995년 7월 14일에서 20일까지 1주일 동안 465명의 희생자를 낸 시카고 폭염 후, Kalkstein 교수가 제안한 Philadelphia Hot Weather-Health Watch/Warning System(PWWS; Kalkstein et al., 1996)은 행정당국의 간섭을 강제하는 새로운 개념의 폭염 경고 시스템이다. 행정당국은 폭염 발생 예측뿐만 아니라 독거노인과 같이 폭염시 희생 가능성이 높은 주민들을 보호하는 다음과 같은 능동적인 활동을 해야 한다는 것이다.

- 폭염과 관련된 모든 특보와 관련 질병을 피하는 방법을 언론을 통해 전달

- 독거노인을 매일 방문하는 도우미 시스템 가동
- 긴급 구호 전화(핫라인)의 가동
- 더 많은 주의를 요하는 사람들에 대한 공중보건 의들의 가정 방문 실시
- 단전, 단수 등 공공 서비스의 중단 금지
- 응급 의료진의 보충
- 낮시간 동안 노숙자에 대한 보호 강화
- 체육관 등 냉방 설비를 갖춘 시설 가동

3.4 실효성 문제

현재 여러 나라에서 폭염 특보발령에 변수로 사용하고 있는 지각온도, 열파지수, 기단분석, 기온 등 총 9가지 종류의 독립변수와 사망률에 대한 2×2 카테고리 예보를 미국의 보스턴, 필라델피아, 볼티모어, 미네아폴리스 4개 도시에 대해 실시하고 그 예측성을 평가한 Davis et al.(2005)의 연구에 의하면, 3.2절에서 소개한 여러 가지 폭염 경고 시스템의 예측성은 그리 좋은 편은 아니다. 모든 도시에서 변수의 종류에 상관없이 예측성을 나타내는 임계성공지수(최상의

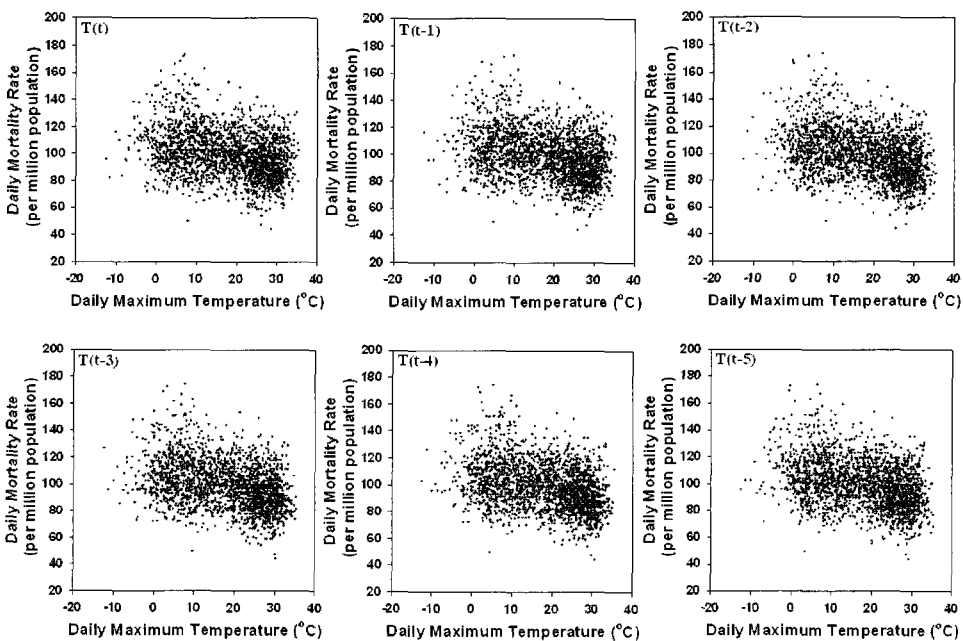


그림 3. 서울의 5일전(t-5)부터 당일(t)까지 최대기온과 65세 이상 고령자 일사망률

경우 100%, 최악은 0%)가 30% 밑으로 나타났다. 낮은 예측성은 지각온도와 같은 예측변수에 대응하는 종속변수 사망률의 분산성이 너무 커, 결정론적 방법에 따른 현재의 폭염 특보발령 기준의 예측성이 좋지 않은 것 같다. 그림 3은 서울의 5일전부터 당일까지 최대기온과 65세 이상 고령자 일사망률의 관계를 나타내는 산포도이다. 독립변수인 최대기온의 선행시간에 관계없이 사망률이 약한 음의 상관관계를 가지며 넓게 흩어져 있는 것을 보여준다. 이러한 독립변수에 대한 종속변수의 큰 분산성이 낮은 예측성을 유발한다.

행정당국의 간섭을 강제하는 새로운 폭염 경고 시스템인 PWWS를 1995년부터 1998년까지 4년 동안 미국 필라델피아에 실제 적용하고 그 비용 및 이익을 평가한 Ebi et al.(2004)의 보고에 의하면, PWWS가 미국 기상청의 폭염 특보발령 방법에 비해 통계적으로 유의하게 폭염에 의한 희생자를 줄였다는 결과를 얻지 못했다. 하지만 한 명의 희생자라도 줄일 수 있다면, PWWS 운영을 위해 투입된 비용에 비해 효율적임을 보여주었다.

4. 결론

우리나라 65세이상 고령자의 일사망률 변화 특성을 간략히 살펴보고, 현재 미국 등 여러 나라에서 운영 중인 폭염 경고시스템을 간략히 소개하였다. 또한 새로운 개념의 폭염 경고 시스템에 대해서도 언급하였다.

고령자 사망률에 나타난 계절적 특성과 기온과의 음의 선형 관계에 의하면, 우리나라에서는 기온이 낮을수록 고령자가 사망할 확률이 높아진다. 하지만 2003년 유럽 폭염과 같이 비정상적으로 기온이 높은(평년에 비해 9℃ 이상 높은) '이상 고온 현상'이 우리나라에서 발생할 경우 고온으로 인한 사망 가능성이 높아질 것이다. 특히 컨테이너, 비닐하우스, 쪽방 등 냉방설비가 전혀 되어 있지 않은 불우한 환경에 처해하고 있는 우리 이웃들의 폭염 희생 가능성은 대

단히 높다. IPCC의 3차 보고서는 21세기 지구 기온이 현재보다 1.4℃에서 5.8℃까지 상승할 것으로 전망하고 있다(IPCC, 2001). 지구기온상승에 대한 이러한 전망은 2003년 유럽 폭염과 같은 고온 현상이 발생할 가능성이 앞으로 증가하고 세기가 훨씬 더 심해질 것을 의미한다.

반갑게도 지난 2005년 6월 22일에 소방방재청은 미국, 프랑스 등 선진국의 폭염대책과 폭염피해현황 연구를 거쳐, 폭염발생시 도우미가 독거노인의 건강을 체크하는 시스템을 구축하는 한편 독거노인들이 매일 1~2시간 이상 냉방설비를 갖춘 주민자치센터 등 공공시설에서 더위를 피할 수 있도록 하는 폭염종합대책을 추진할 계획이라고 발표하였다. 폭염종합대책이 성공리에 추진되어 폭염으로 인한 희생자를 최소로 하기 바란다. 비록 현재 운영중인 폭염 경고 시스템의 예측성이 그렇게 높지 않지만, 인명의 가치가 시스템 운영비용에 비하면 한없이 큼을 이야기하고 싶다.

끝으로 독거노인, 노숙자, 혹은 컨테이너, 비닐하우스, 쪽방과 같이 더위에 취약한 환경에 거주하는 우리 이웃들에 대한 대책이 조속히 그리고 현실성 있게 종합적으로 수립되지 않으면, 현실화되고 있는 지구온난화로 2003년 서유럽 폭염과 같은 고온현상이 우리나라에서 발생할 때 그 피해는 헤아리기 어려울 것임을 한번 더 강조하고 싶다.

참고문헌

기상연구소, 2005: 생명기상기술개발연구(I), pp168.
 류성범과 김정식, 2005: KMHWS 개발과 관련된 자료분석.
 2005년도 한국기상학회 가을 학술대회 논문집. 208-209.
 Becker, P., K. Bucher, G. Jendritzky, and C. Koppe, 2005: Germany's heat-health warning system. 17th International Congress of Biometeorology ICB2005. Volume 1, 279-281.
 Chatman, P. A., 2005: The development of heatwave mitigation in Queensland, Australia. 17th International

- Congress of Biometeorology ICB2005. Volume 1, 282-286.
- Davis, R. E., D. Knight, D. Hondula, and P. C. Knappenberger, 2005: Evaluation of "comfort indices" and summer human mortality in U. S. cities. 7th International Congress of Biometeorology ICB2005, Volume 1, 263-266.
- deDonato, F., P. Michelozzi, L. Kalkstein, M. D'Ovidio, U. Kirchmayer, G. Accetta, and C. A. Perucci, 2005: The Italian project for prevention of heat-health effects during summer, findings from 2005. 17th International Congress of Biometeorology ICB2005 Volume 1, 287-290.
- Ebi, K. L., T. J. Teisberg, L. S. Kalkstein, L. Robinson, and R. F. Weiher, 2004: Heat watch/warning systems save lives. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 85, 1067-1073.
- Haines, A. and J. A. Patz, 2004: Health effects of climate change. *The Journal of the American Medical Association*, 291, 99-103.
- IPCC. 2001: *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press: Cambridge, United Kingdom, 881pp.
- Kalksteing, L. S., P. F. Jamason, J. S. Greene, J. Libby, and L. Robinson, 1996: The Philadelphia Hot Weather-Health Watch/Warning System: Development and application, summer 1995. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 77, 1519-1528.
- Kalkstein, L. S., 2005: The development and implementation of improved heat/health warning systems. 17th International Congress of Biometeorology ICB2005, Volume 1, 276-277.
- Koppe, C. and G. Jendritzky, 2005: HeRATE - a methode for the health related assessment of the thermal environment. 17th International Congress of Biometeorology ICB2005. Volume 1, 272-275.
- Laaidi, K, M. Pascal, M. Ledrans, A. Le Tertre, S. Medina, G. Salines, P. Bessemoulin, J. Manach, B. Strauss, J. C. Cohen, and P. Empeur-Bissonnet, 2005: Relation between meteorology and mortality: the French heat health watchwarning system. 17th International Congress of Biometeorology ICB2005, Volume 1, 291-292.
- Tew, M. A. and D. C. Young, 2005: A national heat/health warning system: improvement over current system. 17th International Congress of Biometeorology ICB2005, Volume 1, 293.