

# 기후변화와 방재



박 종 길  
대기환경 정보연구센터 센터장  
인제대학교 환경공학부 교수

## 1. 서론

기후변화는 단순히 평균기온의 상승만을 의미하는 것은 아니다. 가장 중요한 변화는 극심한 온도, 바람, 그리고 강수량의 변화를 포함한 기후의 다변화이다. 기압변화로 고기압은 더욱 기압이 높아지고 저기압은 더욱 낮아져 두 기압사이에 부는 바람은 강해질 것이며, 강한 폭풍과 태풍이 빈발하여 내륙에 상륙할 경우 해안침식은 심각해질 것이다. 뿐만 아니라 강수량이 줄어들고 초목이 건조해지면 뇌우 발생이 잦아지며, 화재발생도 증가할 것이다<sup>1)</sup>.

한반도 개마고원 이북이나 시베리아 지역 주민들은 기후변화로 기온이 약간 올라가 좋은 점도 있겠지만, 이 지역 역시 가뭄과 홍수가 늘어나 기후변화로 인한 피해를 입게 될 것이며 겨울에 내리는 적설량이 줄어들면서 봄까지 땅속에 저장되는 수분량이 줄어들어 결국 하천의 유량도 줄어드는 악영향을 받게 될 것이다. 겨울이 따뜻해지면서 우리나라 중·북부지역의 호수나 강이 얼지 않아 겨울철에

도 증발이 많아지게 되어 호수의 수위는 낮아지게 된다<sup>2)</sup>.

최근 발간된 기후변화에 대한 정부간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 4차 평가보고서에 의하면, 지구온난화로 21세기 말에는 지구의 온도가 최고 6.4℃ 상승하고 극지방의 빙하가 녹아 해수면은 최고 59 cm 상승하며, 가뭄과 폭염 등 각종 기상재해가 빈발할 것이라고 예측하였다<sup>3)</sup>. 이러한 변화는 약 20,000년 전에 지구에 있었던 마지막 빙하기 이후 현재까지 4℃정도 증가한 것과 비교할 만하다<sup>4)</sup>.

기온상승에 따른 해수면의 수온상승은 폭풍을 일으키는 에너지에 많은 영향을 줄 수 있는데, 태풍은 대개 해수 온도가 26.5℃ 이상에서 주로 발생하여 성장하기 때문에 해수 온도가 상승하게 되면 폭풍은 더욱 강해지고 자주 발생하게 될 것이다. 최근 우리나라의 남해안에 상륙하여 남해 동부해안과 강원도 지역에 많은 인명과 재산피해를 남긴 태풍 루사(Rusa)와 매미(Maemi)가 이에 해당한다.

그림 1은 북대서양에서 발생한 주요 허리케인(Saffir-

Simpson의 강도등급이 3, 4, 5 등급에 해당하는 허리케인의 연간 발생빈도 및 5년 이동평균을 나타내었는데, 주요 허리케인은 1940년대부터 1960년대까지 빈발하였으나, 그 후 감소하였고 1990년대 이후 다시 급격히 증가하기 시작하였다. 이러한 현상은 북서태평양에서 발생하는 태풍의 경우에도 유사하게 나타나 지구온난화로 인한 기후변화에 관련이 있는 것으로 사료된다.

박종길 외<sup>3)</sup>는 한반도에 영향을 주는 태풍의 통계적 특성 변화 연구에서 한반도에 영향을 주는 태풍의 수는 큰 변화는 없었으나, 10년 이동평균에 의하면 1990년대에 증가하고 있는 추세로 주변 해역의 수온상승과 무관하지 않으며, 북서태평양에서 발생한 태풍 가운데 한반도에 영향을 미친 태풍의 비율을 분석한 결과 1994년부터 10년 동안 그 비율이 약 6%나 증가하였다고 하였다.

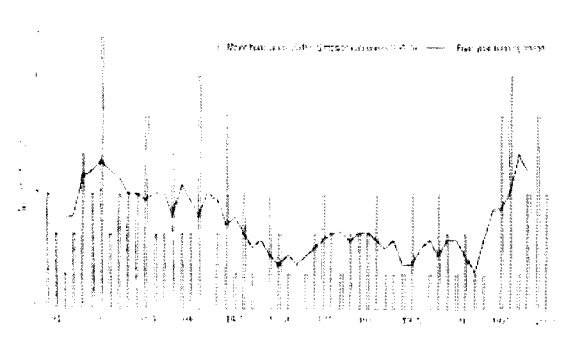
이외에도 IPCC 제2실무그룹에서는 기후변화에 따라 자연계에서 관측된 영향으로는 홍수의 위험에 노출된 빙하호의 증가 및 확장, 산과 영구동토 지반의 불안정 증가 및 산악지역의 눈/산사태 증가, 북극·남극의 동·식물군의 변화 그리고 고위도 해양에서 플랑크톤, 해조류, 어류의 극한 이동 등, 수권과 생물권, 그리고 해양에서 다양하게 나타나고 있다고 하였다.

또한, 기후변화에측 모델을 이용하여 미래의 부문별, 지역별 영향을 전망하였는데, 부문별로는, 수자원의 경우 습윤 지역과 고위도 지역에서 증가하지만, 저·중위도와

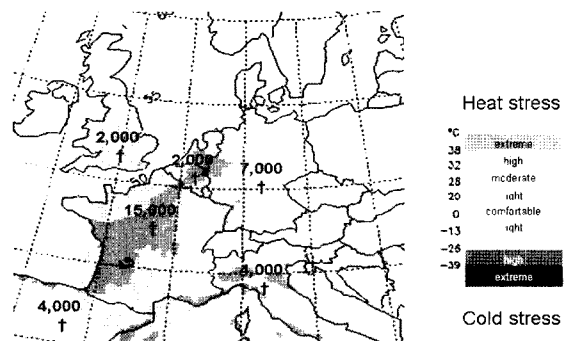
반 건조 지역에서는 감소할 것이며, 전 세계 동·식물의 30%는 멸종 위기에 처하고, 매년 100만 명 이상의 인구가 홍수의 위험에 노출될 것이라 전망하였다. 그리고 해수면 상승으로 전 세계 해안의 30%가 침수 위험에 처할 것이며, 열파, 홍수, 가뭄 등으로 사망자가 증가하고, 질병 매개체 분포가 변화될 것으로 전망하였다. 한편 지역별로는, 작은 섬들이 2040~2080년까지 해수면이 0.1m 상승해서 담수 수위가 25m에서 10m까지 감소할 것으로 전망하였다.

특히 열파와 같은 극한기상현상(extreme weather events)으로 피해가 극심할 것으로 예상하고 있는데, 1995년 7월 12~15일 사이 미국 시카고에서는 일 최고기온이 40.0℃에 이르는 사상 유례없는 무더위로 400여명 이상의 사망자가 발생하였으며, 1980년대부터 2003년까지 10억 달러 이상의 경제적 피해를 일으킨 자연재해 중 열파와 가뭄에 의한 재해 건수는 17.8%에 지나지 않았으나, 인명피해는 91.6%나 되었다. 미국뿐만 아니라 유럽에서도 열파에 의해 큰 피해를 보았는데(그림 2 참조), 2003년 하계 유럽대륙을 휩쓴 40℃를 넘는 열파와 열대야가 이어지면서 프랑스, 독일, 스페인, 이탈리아, 영국 등 8개국에서 35,000여명이 숨졌다<sup>5-7)</sup>.

혹서와 같은 고온 현상은 고온과 관련한 질병을 일으킬 뿐만 아니라 인간의 심혈관계 및 뇌혈관계에 간접적으로 영향을 미치게 된다. 특히 고온에 장시간 노출될 경우 항



〈그림 1〉 북대서양에서 발생하는 주요 허리케인(Saffir-Simpson 등급 3, 4, 5)의 연간 발생빈도수와 5년 이동 평균<sup>4)</sup>



〈그림 2〉 2003년 하계 유럽을 강타한 열파에 의한 사망자 수

상성 유지를 위한 체열조절 능력이 감소하게 되고 이로 인해 열사병(heat stroke), 열탈진(heat exhaustion), 열실신(heat syncope), 열경련(heat cramps) 등의 고온과 관련된 질병이 발생하게 된다<sup>8-11)</sup>.

이와 더불어 기후와 식생이 변화하고 이에 따른 인간의 면역체계 이상으로 급격한 기상변화에 제대로 적응하지 못해 사망하거나 유병율이 늘어나는 현상이 한국에서도 빈번하게 발생하고 있다.

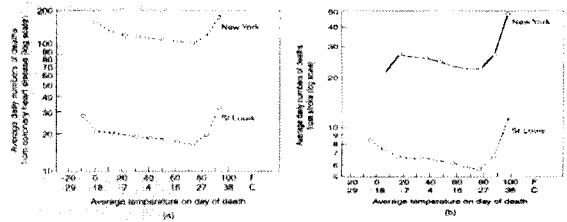
한반도가 위치한 중위도 지역은 열대지역보다 고온 환경에 적응이 잘 되지 않아 최근의 심화된 무더위(폭염)에 취약하며, 이와 더불어 도시화에 따른 열섬효과는 도심지역 기온상승과 열대야 현상을 가속시키고 있다. 여름철에 나타나는 태풍, 집중호우, 장마, 낙뢰 등의 자연재해 이외에도 폭염은 많은 인명피해를 발생시킬 수 있으므로 기후변화와 더불어 사전 방재차원에서 폭염을 다루어야 할 필요가 있다.

## 2. 폭염과 재해

최근 지구온난화와 도시화 현상으로 지구촌 곳곳에서 폭염으로 인한 인명피해 사례가 빈발하고 있으며, 이러한 폭염은 기후변화와 더불어 발생빈도와 지속시간이 계속 증가하고 그 강도도 심화될 것으로 예상된다<sup>12)</sup>.

만약 고온 환경에 신체가 노출될 경우 신체는 열의 방출을 늘려 정상체온(36.5~38℃)을 유지하기 위한 생리작용이 일어나고, 이 결과로 피부혈관의 확장과 혈액 점성의 저하 그리고 혈액 순환의 증가가 이루어진다. 이러한 생리적 변화에 의해 피부 온도가 높아지면서 복사를 통한 체열 방출이 일어난다. 나아가 피부를 통한 열 방출만으로 정상체온의 유지가 어려울 경우 땀을 통한 체온 조절이 이루어진다 하지만 고온에 장시간 노출되어 이러한 체열 조절 능력이 감소하게 되면 열사병과 같은 고온과 관련된 질병이 발생한다.

폭염과 같은 갑작스러운 이상 기온상승은 고온과 관련



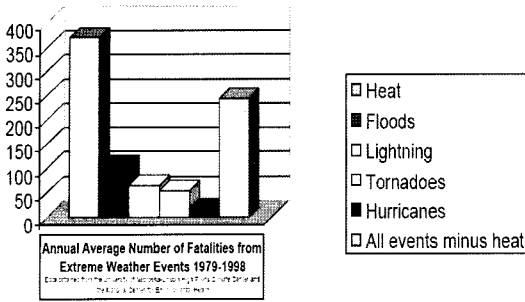
〈그림 3〉 미국 뉴욕과 세인트루이스 지역의 심장질환(왼쪽)과 열사병(오른쪽)에 의한 사망자수와 일평균 기온과의 관계

한 질병을 일으킬 뿐만 아니라 심혈관계 및 뇌혈관계에 간접적으로 영향을 미치게 된다. Listorti<sup>13)</sup>는 지구온난화가 열 관련 morbidity와 mortality를 증가시킨다고 제안하였으며 심장질환과 뇌졸중과 같은 사망률의 발생은 일평균 기온이 27℃ 내지 30℃를 초과할 때 극적으로 증가한다(그림 3). 그리고 도시 지역은 콘크리트와 아스팔트의 포장의 결과로 나타나는 열섬 효과 때문에 폭염이라는 극한 고온현상에 직면해 있다.

우리나라에서도 지난 1994년 여름철 폭염으로 일 최고 180명의 사망자를 기록하였으며, 약 80명/1일(July 25, 1994)의 초과 사망자가 발생하였다<sup>9)</sup>. 2004년도에도 열대야가 10일 이상 지속되었으며, 매년 무더위로 사망하는 사람이 발생함에 따라 언론과 국민들이 무더위에 대한 관심이 고조되고 있다.

Thornbrugh<sup>14)</sup>의 보고에 의하면, 1979년부터 1998년 동안 hurricane, tornado, flood, lightning, heat와 같은 극한 기상현상에 의한 가장 많은 사망자수를 나타낸 것은 heat(고온현상, 폭염)이었으며, heat를 제외한 4가지 극한 기상현상에 의한 사망자수가 폭염에 의한 사망자수보다 적었음을 나타내어 폭염피해의 심각성을 제시하였으며 최근 자연재해로 분류되어 연구 및 폭염예보를 서두르는 나라가 많아지고 있다(그림 4 참조).

최근 IPCC에서는 폭염이 지구온난화와 기후변화의 영향으로 인간에게 나타날 수 있는 피해로 규정짓고 대응책 마련을 요구하고 있는 바, 국제 사회가 기후변화로 인한 영향과 적응(Adaptation)에 대해 논의하기 시작하였으며 상대적으로 기후변화 영향에 취약한 개발도상국 위주로



〈그림 4〉 1979년부터 1988년까지 극한기상현상에 의한 연평균 사망자수<sup>14)</sup>

진행되었다.

그러나 기후변화로 인한 재해가 전 지구적으로 확산됨에 따라 2006년 기후변화협약 당사국총회(COP12)에서 기후변화에 적응하는 문제를 지구의 주요 현안문제로 채택하였다.

### 3. 폭염의 명칭

우리가 사용하고 있는 폭염과 관련된 용어는 국가마다 다소 다르게 사용하고 있으며, 심지어 동일한 국가에서도 기관에 따라 달리 사용하는 경우도 있다. 그 예로 미국의 경우 폭염(안)을 연방재난방재청(Federal Emergency Management Agency, FEMA)에서는 extreme heat으로 명명하고 있으나 기상청에서는 heatwave로 명명하고 있다. 캐나다의 경우는 기상청과 환경부가 같이 extreme heat라고 명명하고 있다. 이처럼 기관마다 조금의 차이를 보이고는 있으나, 전 기관을 살펴보면 90% 이상이 heatwave 또는 extreme heat로 폭염의 명칭을 설정하고 있다는 사실을 확인할 수 있었다(표 1 참조).

heatwave와 extreme heat은 두 가지 모두 고온을 표현하는 유사한 용어이지만, 내부 의미를 자세하게 해석해보면 extreme heat는 단순히 고온이 발생하는 현상을 일컫는 말이지만 heatwave는 고온이 발생하는 현상에서 일정한 기간의 의미를 가지고 있는 명칭이다. 또한 두 가지 용어를 사용하는 기관의 특성을 살펴보다라도 heatwave

(표 1) 국가별 사용하고 있는 폭염의 명칭

국가	기관	명칭
미국	연방 재난 방재청	Extreme heat
	미국기상청	Heat wave
	텍사스 주 달라스 지역	Extreme heat
캐나다	기상청	Extreme heat
	환경부	Extreme heat
프랑스	기상청	Extreme heat
네덜란드	Royal Meteorological Institute	Heat wave
남아프리카공화국	기상청	Heat wave
스페인	남부 안달루시아	Extreme heat

를 주로 사용하는 곳이 대부분 각국의 기상청임을 감안한다면 외국에서 사용되는 폭염의 명칭 중에서 heatwave가 적합하다고 판단된다.

그러나 전문적인 용어와는 달리 실제 일반적으로 사용되는 폭염 명칭은 대중적으로 친숙하면서 의미를 잘 전달할 수 있어야 한다. 따라서 표 1에서 제시되는 외국의 폭염 명칭을 대체할 수 있으면서 용어자체가 고온현상과 관련된 의미를 잘 나타낼 수 있는 명칭 선정을 위해서 추가적인 용어 조사를 실시하였다.

#### 3.1. 선정될 명칭 검토

특보의 명칭을 설정하기 위해서 현재 사용 중인 무더위와 관련된 용어의 사전적 의미를 살펴본 결과 혹서(酷暑, intense/severe, torrid heat)는 더할 수 없이 심한 더위를 의미하는 용어로 혹열 또는 혹염(酷炎)으로 일컬어진다. 이와 유사하게 보통 정도를 훨씬 넘는 심한 더위라는 의미를 지니는 폭서(暴暑, intense/severe, torrid heat) 또는 폭염(暴炎)이라는 용어가 있다.

혹서나 폭염의 경우에는 그 용어자체가 지니는 의미가 매우 유사하나 그 외 무더위를 나타내는 용어는 위에서 살펴본 용어와는 다른 의미를 지니고 있다. 먼저 무더위라는 용어는 순수 한글용어로서 습도와 온도가 매우 높아 찌는 듯 견디기 어려운 더위라는 의미를 지니며 위의 용어들에 습도의 개념이 포함된 용어임을 알 수 있다.

열파(熱波, heat wave)는 온대지방의 따뜻한 시기 또는 열대지방에서 나타나는 혹서라는 의미로 앞서 살펴본 혹서, 폭서와는 조금 다르게 기간의 개념까지 포함된 용어이다. 또한 현재 기상청에서 주로 여름철 무더위를 표현할 때 지표로 사용하는 열대야(熱帶夜, the tropical nights)는 야간의 최저 기온이 25℃ 이상인 무더운 밤이라는 의미를 지닌 용어이다.

위의 용어들을 정리해보자면, 하루에 걸쳐 나타난 갑작스러운 더위를 의미하는 용어에는 혹서, 혹염, 폭서, 폭염의 단어가 있고 이와는 다른 의미의 기간의 의미까지 내포하는 열파라는 용어가 있다.

따라서 용어의 확실한 정의를 위해서 기간의 개념이 포함되지 않는 무더위가 발생한 하루를 의미하는 혹서, 혹염, 폭서, 폭염 중 하나의 용어와 이에 기간의 개념이 첨부되는 열파(heat wave)라는 용어를 선정하는 것이 옳다고 판단된다.

### 3.2. 여름철 고온에 대한 특보 명칭 설문조사

#### 3.2.1. 설문조사방향

1994년 우리나라는 보름이상 지속된 무더위로 65세 이상의 많은 사망자가 나타났으며, 지구 기후변화로 인해 해마다 여름이 되면 무더위가 기승을 부릴 것으로 예상됨에 따라 국민의 건강과 생명을 보호하기 위해 폭염관련 지수를 개발할 필요가 있다.

여름철 발생하는 강한 더위를 폭염, 폭서, 혹은 혹서라는 용어를 사용하여 정의하며, 이러한 현상이 일정기간 지속될 경우 열파라 한다. 향후 우리나라에서 발생하는 매우 심한 무더위에 대한 위험성과 경각심을 국민에게 알리기 위해 그 명칭에 대해 다음과 같이 제안하였다.

- 무더위 지수 : 여름철 발생하는 고온현상과 높은 습도에 의한 현상을 강도에 따라 지수화하여 예보함.
- 혹서 지수 : 더할 수 없이 심한 더위를 일컫는 말로 혹

열, 혹염이라고도 한다. 이의 강도를 지수화하여 예보하고자 함.

- 폭염 지수 : 혹서지수와 유사한 말로 대단히 심한 더위를 지수화하여 예보하고자 함.
- 열파 지수 : 온대지방에서 나타나는 따뜻한 시기 또는 열대지방에 나타는 혹기로 일정기간의 무더위(폭염) 강도를 지수화하여 예보함.

위의 문항을 대상으로 실시된 설문조사는 2006년 11월 21일부터 11월 30일까지 10일간 실시되었다. 또한 설문조사 실시 방법은 기상청 홈페이지 내 국민 참여 설문조사를 이용하였다.

[표 2] 여름철 고온에 대한 특보 명칭 설문조사

설문제목	여름철 고온에 대한 특보 명칭 설문조사 【배경 및 목적】 · 지구온난화로 인해 고온의 발생빈도가 계속 증가하고 고온의 강도도 심화될 것으로 예상되며, 또한 도시화에 따른 열섬효과로 도심지역은 기온상승과 열대야 현상이 가속되고 있는 추세입니다. · 우리나라에서도 고온과 무더위로 인한 사망자가 늘어남에 따라 이에 대한 대책을 수립하고자 하오니 여러분의 의견을 부탁드립니다. ※ 설문에 참여해 주신 분 중에 6명을 추첨하여 소정의 기념품(50,000원 상당의 상품)을 우송해 드리겠습니다. 감사합니다.
설문기간	2006-11-21 ~ 2006-11-30

#### 3.2.2. 설문조사 결과

선정된 명칭에 대하여 설문조사를 실시한 결과 총 235명이 설문에 응답하였다(표 3 참조). 응답한 참여자의 63%인 150명이 남성이었고 37%에 해당되는 85명이 여성이었다. 참여자의 연령대를 20대와 30대가 각각 31%로 가장 높게 나왔고 다음으로 4,50대가 20%, 10대가 12%로 나와 전 연령대에 걸쳐서 고른 분포를 나타내고 있었다. 직업은 회사원/교원이 27%로 가장 높았으며 다음으로 학생, 공무원 순으로 나타나 아직은 주로 인터넷을 잘 접할 수 있는 직업이 많음을 알 수 있었다.

[표 3] 여름철 고온에 대한 특보 명칭 설문조사 결과

Q1. 우리나라에서 발생되는 극심한 무더위의 위험성과 심각성을 국민에게 알리기 위해 사용할 특보 명칭으로 가장 적절한 것을 아래 설명자료에 참조하여 선택하여 주십시오(기상정보에서는 모든 특보란 주의보와 경보로 구분하여 운영되고 있습니다)

X 사전설명의 의미는 본 용어해설

- 무더위 : 매우 높은 습도와 온도로 끈적기 어린듯 더위
- 폭서 : 더할 수 없이 심한 더위로 폭염, 폭염이라고도 함
- 폭염 : 대단히 심한 더위로 불볕더위, 워더위라고도 함
- 열파 : 온대지방의 따뜻한 시기나 영대지방의 일정한 기간의 무더위 강도

1 무더위주의보/무더위경보	9명
2 폭서주의보/폭서경보	16명
3 폭염주의보/폭염경보	15명
4 열파주의보/열파경보	4명
5 기타	3명

Q2. 귀하의 설명은 무엇입니까?

1. 예	15명
2. 아	3명

Q3. 귀하의 설명은 어떻게 되십니까?

1. 예	2명
2. 아	7명
3. 예/아	7명
4. 예/아/예	3명
5. 기타/이상	1명

Q4. 귀하의 직업은 무엇입니까?

1. 공무원(군인/경찰/소방관 포함)	3명
2. 학생	6명
3. 자영업/고용	6명
4. 영/주/주업업	6명
5. 전업업	1명
6. 무부	2명
7. 비수업	7명
8. 기타	3명

여름철 고온에 대한 특보명칭 설문조사 결과는 전체 응답자의 49%가 선택하여 “폭염주의보/경보”가 가장 높은 결과를 보였으며, 다음으로 “무더위주의보/경보”가 전체 응답자의 41%에 의해 선택되었다.

그 외 문항이었던 “열파주의보/경보”, “폭서주의보/경보”, 기타(짙통, 불벌, 불더위, 땀벌, 극더위, 열섬)는 8%를 차지하여 대국민 설문조사 결과로는 “폭염주의보/경보”가 여름철 고온에 대한 특보명칭으로 적절함을 알 수 있었다.

또한 우리나라에서 현재 사용 중인 무더위와 관련된 용어의 사전적 의미를 살펴본 결과, 기간의 개념이 포함되지 않는 무더위가 발생한 하루를 의미하는 폭서, 폭염, 폭서, 폭염 중 하나의 용어와 이에 기간의 개념이 첨부되는 열파(heat wave)라는 용어를 선정하는 것이 옳다고 판단된다.

그러나 국민들에게 일반적으로 사용되는 폭염(안) 명칭은 대중적으로 친숙하면서 의미를 잘 전달할 수 있어야 하

므로 여름철 고온에 대한 특보 명칭 설문조사를 실시한 결과, “폭염주의보/경보”가 가장 적절함을 알 수 있었다.

국민을 대상으로 실시한 설문조사 참여 인원수가 전체 국민을 대표하기에는 그 수가 미미하다. 그러나 기상에 관심을 가지고 기상청홈페이지를 드나드는 사람을 대상으로 작성된 설문조사서이고, 그 대상자들의 연령대나, 직업군들이 우리나라를 잘 대표하고 있기 때문에 폭염 용어 정의에 큰 무리가 없을 것으로 판단된다.

설문 조사를 통해서 국민 특보 명칭은 선정하였지만 영문 특보 명칭의 경우는 이미 폭염특보가 실시중인 다른 국가와의 통일성을 지녀야한다고 판단하여 외국의 특보명칭에 대한 조사를 추가적으로 실시하였다. 표 4에서 살펴볼 수 있듯이, 현재 폭염을 예보중인 국가들의 폭염특보 명칭은 주로 heat health watch warning system이라는 용어를 중심으로 health 라는 용어와 watch라는 용어가 있고 없음의 차이를 보이고 있다. 국내의 영문 특보 명칭을 이와는 별도로 완전히 다른 개념을 적용하여 만들 수도 있으나, 이미 10년 이상 예보 시스템이 가동되고 있는 나라들과의 용어 통일을 위해서 heat health watch warning system을 기본으로 하여 명칭을 설정하는 것이 적당하다고 생각된다.

[표 4] 외국의 폭염특보명칭

국가와 기관	명칭
미국 NWS	Heat/health watch warning system
미국 필라델피아	Philadelphia Hot weather - health watch warning system
미국의 선행연구	Heat watch warning system
프랑스	Heat health watch warning system
WHO 유럽지구	Heat health warning system
중국 상하이	Heat/health watch warning system

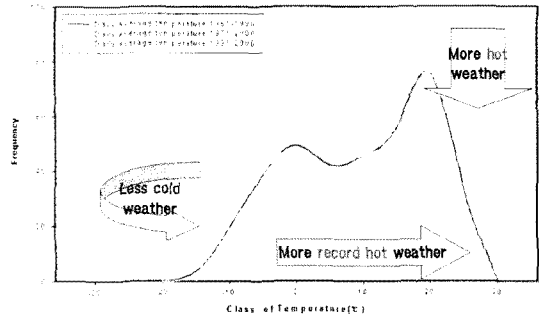
#### 4. 폭염 발생 가능성

최근 지구온난화의 일환으로 우리나라의 기온의 변화가 어느 정도인지 알아보기 위해 인구가 집중되어 있는 서울시를 대상으로 1961년부터 1990년까지 30년 평균기온과 1971년부터 2000년까지의 30년 평균기온을 비교한 결과(그림 5 참조), peak가 두 개로 나타나는 bimodal 형태를 나타내고 있으며 지난 30년에 비해 발생빈도가 크게 증가하였다. 또한 전반적으로 오른쪽으로 편이하였으며 특히 저온역이 고온역에 비해 상대적으로 오른쪽으로 많이 편이하여 우리나라의 경우도 지구온난화의 영향을 크게 받았음을 알 수 있다.

온난화현상의 진행정도는 우리나라 기후변화의 change point를 1991년으로 정의한 Park and Seok<sup>15)</sup>의 지적에 따라 1991년부터 2000년까지 10년간의 평균 기온을 같은 방법으로 그림 5에 나타낸 결과 30년의 평균값에 비해 오른쪽으로 편향한 정도가 크게 나타났으며 최저기온의 경우 5℃정도 상승하였고 발생빈도가 크게 증가하여 최근 우리나라는 상당히 따뜻해졌으며 온난화 진행속도도 상당히 빨라졌음을 알 수 있다.

한편 지구온난화에 따라 2003년에 발생한 유럽의 폭염과 같은 현상이 재출현할 가능성에 대하여 Schar et al.<sup>16)</sup>은 평균기온 상승으로 인한 이상 고온의 빈도가 증가하는 효과만으로는 2003년 폭염을 설명하는 것은 곤란하다고 하였으나, 기후모델에 의하면 지구온난화로 인해 기온의 상승은 물론 기온의 변동폭이 크게 증가하여 고기압성 순환이 발달하여 건조 상태의 발현빈도가 높아지고 건조 상태에서는 기온이 상승하고, 증발억제로 인한 강수량 감소로 극단적인 고온이 발생하기 쉬워져, 최근 기온의 변동폭이 증가하고 있다는 가설로부터 2003년의 극단적인 여름의 고온현상을 설명할 수 있는 가능성은 있다고 하였다.

그리고 2003년의 폭염발생으로 인간 활동이 지구온난화에 어느 정도 영향을 끼치고 있는가라는 물음에 대해 Stott et al.<sup>17)</sup>은 자연적인 기후변동요인과 인위적인 기후



〈그림 5〉 과거 30년(1961-1990, 1971-2000)과 최근 10년간(1991-2000)의 평균기온의 분포

변동요인의 양쪽을 고려한 기후모델과 자연적인 기후변동요인만을 고려한 기후모델을 각각 계산하고 이를 비교하여 2003년과 같은 폭염의 발생위험을 통계적으로 얻은 결과, 신뢰도 90% 이상에서 인간 활동의 영향이 2003년과 같은 폭염의 발생 위험을 배로 증가시킨다고 결론지었다. 또한 IPCC<sup>18)</sup>의 SRES A2 시나리오(경제적인 문제의 중시로 지역지향성이 강해짐)에 의하면 온실효과 가스의 배출이 계속되면 40년 후에는 2003년과 같은 폭염의 발생 위험은 100배가 된다고 하였다<sup>19)</sup>.

따라서 폭염현상은 향후 빈번히 발생할 것으로 예측되어 지므로 사전방재를 위해 폭염과 같은 극한기상현상을 다루는 생명기상분야에 대한 적응 및 대응전략 개발을 서둘러야 할 것이며, 폭염과 건강 및 사망과의 관계에 대한 연구는 절실히 요구된다.

이미 선진 외국에서는 고온 다습한 환경에 오랫동안 노출되는 폭염에 대한 사전 방재를 위해 신속하고 효과적으로 대응함과 동시에 일반 국민에게 신속한 정보를 제공하기 위해, 미국은 열파지수를 이용하여 전국적으로 4단계(Caution, Extreme caution, Danger, Extreme danger), 일본은 5단계(안전, 주의, 경계, 엄중경계, 운동금지), 영국은 4단계(Awareness, Alert, Heatwave, Emergency)로 고온건강경보시스템에 해당하는 폭염특보를 시행하고 있다. 우리나라도 국민의 생명과 재산을 보호하고, 산업경제 활동 지원 및 Well-being 사회를 실현

하기 위하여 폭염주의보와 폭염경보와 같은 폭염특보를 시행하고 있으나, 최근 들어 빈도가 높고 실제 사망자가 발생하는 등 재해가 발생하고 있으므로 폭염에 대한 경각심을 높이고 유관기관의 준비를 통해 재해를 줄이기 위해 폭염주의보나 폭염경보 전단계인 인지단계 또는 폭염 예비 특보제도를 두어 사전 방재활동을 강화해야 할 것이며, 사전 방재를 위한 소방방재청과 기상청, 환경부, 보건복지여성부에서 조치하여야 할 일과 주민 행동을 위한 가이드라인을 마련하여 각 지자체에 제공하고 피해를 최소화하는데 노력하여야 할 것이다.

## 5. 결론

지구온난화에 따른 기후변화로 강력한 태풍의 빈도수가 증가하고, 홍수와 가뭄, 폭염이 빈발하여 사망자가 나타나는 등 기후변화로 인한 피해가 현실로 나타나고 있다. 특히 폭염의 피해를 규명하는 것은 결코 쉬운 일은 아니나 미국과 일본은 고온지역에서 근무하는 사람을 대상으로 체온 및 심부온도를 측정하여 폭염으로 인한 피해를 줄이고 보상절차를 마련하는 등 적극적인 대책을 마련하고 있다.

이에 우리나라도 이제는 폭염을 재난으로 분류하고 피해를 최소화하는 방안 마련에 적극적으로 나서야 할 것이다. 단기적으로는 폭염특보제를 강화하여 단계별 행동에 대한 지침을 마련하여 제공하고, 장기적으로는 도시열섬을 완화하고 차광, 창문내기, 건물의 방향, 자연환기를 고려한 건축설계와 나무심기 프로젝트를 통해 도시기후를 조절하고 실내의 열적 쾌적도를 유지 또는 증가시키는 방안을 고려하여야 할 것이다<sup>20)</sup>.

## 참고문헌

- [1] Donal Hyndman and David Hyndman, Natural Hazards and Disasters,
- [2] IPCC, 2007, Climate Change 2007 : The Physical Science Basis, Summary for Policymakers, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA., 1-21.
- [3] 박종길, 김병수, 정우식, 김은별, 이대근, 2006, 한반도에 영향을 주는 태풍의 통계적 특성 변화, 한국기상학회 대지지, 16(1), 1-17.
- [4] William Burroughs, 2003, Climate into the 21st Century, WMO 2003, Cambridge press.
- [5] 기상청, 2004, 보건기상정보 산출기술 개발(Ⅰ), 건강보험심사평가원, 기상청 산업 교통진흥과.
- [6] Bosch, X., 2004, European heatwave causes misery and deaths, *Lancet*, 362(9383), 543.
- [7] Herrington R, Johnson B, Hunter F, 1997, Canada Country Study: Climate impacts and adaptations: Responding the global climate change in the Prairies, Volume III, Environment Canada (online), Available at URL: <http://www2.ec.gc.ca/climate/ccs/volume3.htm>.
- [8] Park, J.K., D.H. Cho, S.H. Yoon, J.T. Lee, K.H. Seok, W.S. Jung, E.B. Kim, and G.D. Jeon, 2006, Development of Weather-Related Health Impact Index for the Cutaneous disorder, *Proceedings of the 15th IUAPPA Regional Conference*, Lille, France. Paper No. 021609.
- [9] Park, J. K. and D. G. Lee, 2006, Correlation between daily mortality and temperature of Seoul, in Summer, *Proceedings of the 99th Annual Meeting of AWMA*, New Orleans, LA, Paper No. 06-A384-AWMA.
- [10] 박종길, 윤숙희, 조대현, 이종태, 석경하, 엄상화, 정우식, 김경혜, 2005, 보건기상정보 산출기술 개발(Ⅱ), 인제대학교 대기환경정보연구센터, 2005. 12, 기상청, pp119.
- [11] Cinar Y, Senyol AM, Duman K, 2001, Blood viscosity and blood pressure : role of temperature and hyperglycemia, *American Journal of Hypertension*, 14, 433-438.
- [12] Meehl, G. and C. Tebaldi, 2004, More intense, more frequent and longer lasting heat waves in the 21st century. *Science*,
- [13] Listorti JA, 1977, Environmental health dimensions of climate change and ozone depletion, *Energy Environment Monitor* 13, 16-18.
- [14] Thornbrugh, C., 2001, Are America's Cities Ready for Hot Times Ahead? *SOARS Program protege*.



- [15] Park, J.K. and K.H. Seok, 1998, The Statistical Approaches on the Change Point Problem of the Precipitation in the Pusan Area, *J. of Environmental Sciences*, 7(1), p1-7(Korean).
- [16] Schar, C., P.L. Vidale, D. Luthi, C. Frei, C. Haberli, M.A. Liniger, and C. Appenseller, 2004, The role of increasing temperature variability in European summer heatwave, *Nature*, 427, 332-336.
- [17] Stott, P.A., D.A. Stone and M.R. Allen, 2004, Human contribution to the European heatwave of 2003, *Nature*, 432, 610-614.
- [18] Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001, *Climate Change 2001: Third Assessment Report (Volume II), impacts, Vulnerability and Adaptation*, Cambridge, Cambridge University Press.
- [19] 이철규, 허보영, 2005, 기후변화에 대한 자연재난 대처방안 연구, 소방방재청 국립방재연구소, pp141.
- [20] WHO, 2004, *Heat-waves : risks and responses*, Heat and Global Environmental Changes Series No.2,