

세계의 주요 폭염 피해



허보영

국립방재연구소 연구원
bboo0915@nema.go.kr



심재현

국립방재연구소 방재연구실장
shim1001@nema.go.kr



최우정

국립방재연구소 시설연구관
choiwj@nema.go.kr

1. 서론

지구 온난화에 따른 영향의 가장 큰 현상의 하나는 최근의 비정상인 폭염의 발생이다. 폭염은 극한더위(Extreme Heat)나 열파(Heat Wave)¹⁾라 불리며, 이에 대한 표준화된 정의는 아직 없지만 일반적으로 일

표 1. 세계의 주요 폭염 피해

| 연도 | 피해현황 |
|------|--|
| 1955 | 8월 31일~9월 7일 로스앤젤레스에서 8일 동안 946명 사망 |
| 1972 | 7월 14일~26일 뉴욕에서 14일 동안 891명 사망 |
| 1980 | 6월~9월 미국 중부와 동부에서 약 10,000명이 장기간 폭염과 가뭄으로 사망, 피해액은 약 200억 달러 |
| 1988 | 극심한 가뭄과 폭염으로 미국 중부와 동부에서 열 관련 사망자를 포함해 약 5,000~10,000명 사망, 피해액은 약 400억 달러 |
| 1995 | 7월 12일~17일 시카고에서 739명 사망 |
| 1996 | 1995년 가을~1996년 여름 텍사스와 오클라호마에서 40억 달러의 농작물 피해, 사망자는 없음 |
| 1998 | 미국 남부에서 약 200명 사망, 피해액은 60~90억 달러 |
| 1999 | 미국 동부에서 502명 사망 |
| 2000 | 미국 남부에서 봄~여름에 걸쳐 140명 사망, 피해액은 약 40억 달러 |
| 2003 | 인도 남부에서 5월~6월 한달간 계속된 폭염으로 약 198명 사망 유럽에서는 150년 만에 최고의 폭염으로 약 3,5000 사망 |
| 2006 | 7월16일~25일 캘리포니아에서 2주 동안의 폭염으로 최소한 140명 사망 |
| 2007 | 미국 남동부에서 8월 50명 이상의 사망자와 셀 수 없이 많은 열 관련 사망자 발생 |
| 2008 | 6월 4일 캘리포니아에서는 88년 만에 최악의 봄 가뭄 발생 |

정 온도 이상의 기온이 수 일 동안 지속되는 한정된 기간으로 정의된다. 이때 일정 온도라 함은 지역에 따라 더운 날씨의 영향이 다르게 나타날 수 있기 때문에 지역마다 조금씩 다르다.

1) 비정상적이고 불쾌한 느낌을 주는 덥고 습한 날씨가 지속되는 기간

폭염은 산업 등 사회전반에 영향을 줄 수 있으며 고온과 관련된 질병뿐만 아니라 사망률에도 영향을 미친다. 전 세계적인 폭염 피해경향을 살펴보면, 미국의 경우 80년대 후반부터 2003년까지 기상재해 중 폭염과 가뭄으로 인한 인명피해가 기상재해 중 91.6%를 차지하였다. 그리고 2003년 프랑스·영국·스위스 등에서 폭염이 발생하여 유럽 전역에서 35,000여 명이 사망하고 130억 달러 이상의 피해를 가져왔다. 비단 대륙 국가뿐만 아니라 일본과 영국 같은 섬나라에서도 우리나라와 비슷하게 1994년과 1995년에 폭염으로 인한 인명 피해가 보도된 바 있다.

2. 미국

1995년 시카고에서 발생한 폭염으로 5일 동안 약 600명 이상이 사망했다. 이것은 미국에서 기록된 모든 기상재해를 초과하는 것이었다. 폭염은 미국 중서부지역, 미주리주와 위스콘신주의 밀워키 지역에 극심한 영향을 끼쳤다.

1995년 7월 12일부터 7월 16일까지 발생한 고온은 역대 7월 중 최고로 상승했다. 일 최고기온은 7월 13일 41℃로 1928년 관측 이래로 최고의 온도를 기록했으며, 밤 기온도 보통때와는 달리 매우 높아 26℃를 나타냈다. 이때의 폭염은 고온뿐만 아니라 높은 습도를 동반하고 있었기 때문에 피해가 더 컸다. 열지수는 시카고 오헤어공항에서 119°F(48℃), 미드웨이 공항에서 125°F(52℃)에 달했다. 이상고온, 건조한 기후에 의해 발생한 1930년대, 1988년, 1976~78, 1954~56의 폭염과 비교할 때 1995년의 폭염이 가장 심했던 것은 습도 때문이었다. 이전에 내린 비와 식물의 증산작용으로 기록적인 습도를 기록했으며, 가장 습한 기간은 폭염발생 초기 단계에 아이오와에서 시작되었다. 아이오와, 위스콘신, 일리노이와 그 밖의 지역에

서 27℃를 넘는 이슬점온도를 기록했다. 폭염으로 가장 큰 피해를 입은 사람은 도시에 거주하는 고령자였다. 도시지역의 대부분의 고령자들은 범죄에 대한 두려움으로 문과 창문을 여는 것을 망설였다. 사회적으로 고립된 고령의 여성들은 남성보다 더 폭염에 취약했다.

폭염의 경우 재해의 특성 때문에 국가의 인식과 대응은 시간이 걸렸고, 어느 부처에서도 사망자수를 결정하지 못했다. 연구결과에 의하면 흑인이 백인보다 더 많이 사망했고, 라틴 아메리카 사람들은 낮은 사망률을 나타냈다. 그때 많은 흑인들은 빈민가에 살고 있었으며, 이웃과의 결속력이 적었다. 반면에 라틴 아메리카 사람들은 인구 밀도가 높고, 사회적으로 더 결속력이 있었다.

사망률(mortality displacement) 가까운 미래에 발생했을 폭염에 의한 사망자에 주목한다. 그러나 이것은 폭염에 의해 사망에 더 빨리 이르게 하는 것이다. 다시 말하면 이미 병을 앓고 있는 사람과 사망선고를 받은 사람들이 폭염의 영향으로 더 빨리 사망에 이르게 되는 것이다.

폭염을 악화시킨 요인으로 시카고 도시 지역의 밤의 기온이 2℃이상 증가함에 따라 발생한 도시열섬현상²⁾을 들 수 있으며 이것은 폭염을 더욱 악화시킨 요인이 되었다. 도시열섬현상은 도시지역의 포장도로와 빌딩 밀집현상에 의한 것이다. 다른 요인으로는 불충분한 경고, 전력부족, 구급차와 병원시설의 부족이 있었다. 시 공무원들은 폭염 마지막 날까지 폭염 위험 경보를 발령하지 않았기 때문에 시카고의 다섯 개의 쿨링센터(cooling center)³⁾는 충분히 활용되지 못했다.

또 다른 폭염의 요인으로는 도시지역의 기온역전과 공기의 정체⁴⁾가 있다. 오염 물질과 습도는 지표에 갇혀 있었기 때문에 공기는 정체되어 있고 바람이 불지 않았던 것이다. 공기를 순화시키는 바람 없이 기온은 더욱 상승해 예상된 온도 이상을 기록했다. 열을 식히는

2) 주위 지역보다 주목할 정도로 따뜻한 대도시 지역이 나타나는 현상

3) 폭염시 대피할 수 있는 냉방시설이 갖추어진 장소로서 지역의 특성에 맞게 지정, 운영하는 것

어떠한 방법도 없이 실내는 찜통과 같은 상태가 되었고 실내에서는 밤에도 기온이 32℃를 초과했다. 1995년 극심한 영향을 준 폭염피해 이래로, 새로운 폭염경보 시스템을 개발했으며 1999년 폭염기간에 적용했다.

3. 유럽

3-1. 2003년 유럽의 폭염 피해

2003년 여름 발생한 기록적인 폭염은 프랑스에서 1만 5000명, 유럽 전체로는 약 3만 5000명의 인명피해를 불러왔다. 2003년 6월 시작된 폭염은 8월 중순까지 여름철 기온이 평년보다 20~30% 상승했다. 35~40℃의 최고기온은 대부분의 남쪽지역에서 7~8월에 걸쳐 반복적으로 기록되었다. 영국에서는 8월 10일 38.1℃의 최고기록을 경신했으며, 프랑스에서는 40℃까지 기온이 상승했고, 비 정상적인 고온이 2주 동안 계속되었다. 스위스에서는 6월이 250년 만에 가장 더운 달을 기록했고 8월 11일은 41.5℃의 최고온도를 기록했다. 7월은 프랑스, 스페인, 독일과 이탈리아를 중심으로 건조한 기후를 나타냈다. 이러한 덥고 건조한 날씨는 8월 유럽전역으로 확산되었다.

거의 모든 유럽에서 극한의 기후조건에 의해 농작물, 가축, 삼림지, 경작지가 피해를 입었다. 감자와 포도주 생산도 심각한 영향을 입었다. 가축에 직접적인 피해를 주는 사료부족은 독일, 오스트리아, 스페인에

서 30%, 이탈리아에서 40%, 프랑스에서 60%를 차지했다. 유럽의 곡물생산 저하는 2002년에 비해서 23만톤 감소했다. 대부분의 가축들이 사료 부족의 영향을 받았으며, 사료 값도 폭등했다.

폭염에 따른 농작물 수확량 감소 등 피해액은 약 100억 유로로 추정되었다. 독일의 경우 곡물 생산의 15% 감소, 축산업 70% 감소 등 농축산부문에서 약 10억 유로의 피해가 발생했다. 야채 등 농산물 가격이 20% 이상 폭등하면서 일반시민들의 가계에 부담을 가져왔다. 또한 산불, 호수 수위 강하 및 수질 악화 등 생태계에서 악 영향을 끼쳤다. 이 외에 토양침식, 홍수, 묘목의 발아 등의 문제도 발생했다.

폭염은 특히 국민생활 전반의 불편과 함께 핵발전소 안전성 문제, 전력문제, 철로 등 사회 인프라 시설 파손 등에 대한 피해 우려를 확산시키기도 했다. 오존층 오염에 대한 경보 수위 증가로 스위스 남부에서는 고속도로 제한속도를 시속 120km에서 80km로 대폭 낮추고 대중교통수단을 이용할 것을 당부했다. 원전의 냉각수로 사용하는 강물 수량이 폭염과 가뭄으로 대폭 줄고 수온이 올라가 원전 가동률을 60% 수준으로 낮추고 냉각수 온도를 한시적으로 높였다.

3-2. 2006년과 2007년 유럽의 폭염

2006년 유럽 폭염은 6월 말에 유럽 모든 국가에서 발생했다. 영국, 프랑스, 벨기에, 네덜란드, 룩셈부르크, 이탈리아, 폴란드, 체코, 헝가리와 독일이 영향을 받았다.

벨기에는 2006년 7월 두 번의 폭염을 경험했다. 1990년 이전에는 약 8년에 한번씩 폭염이 발생했으나, 최근 10년 동안은 매년 한번씩 폭염이 발생했다. 2006년 7월 19일 벨기에 내의 모든 지역의 온도가 36℃까지 상승했다. 일 최고 기온은 Kleine Brogel 과 Genk 지역에서 각각 37.5℃와 38.3℃를 기록했다.

2007년 7월에는 중앙 유럽·동유럽의 광범위한 지역에서 폭염이 발생했다. 7월 24일의 유럽의 최고기온을 가장 높은 기온부터 순서대로 나열하면 다음과

표 2. 2003 유럽의 폭염 사망자수

| 국 가 | 사망자수 |
|------|--------|
| 프랑스 | 14,082 |
| 독일 | 7,000 |
| 스페인 | 4,200 |
| 이탈리아 | 4,000 |
| 영국 | 2,045 |
| 네덜란드 | 1,400 |
| 포르투갈 | 1,300 |
| 벨기에 | 150 |

표 3. 2007년 7월 24일 유럽 중부·동부의 일 최고기온 관측치

| 순위 | 국 가 | 일 최고기온(°C) |
|----|------------|------------|
| 1 | 마케도니아 | 45.7 |
| 2 | 이탈리아 | 45.6 |
| 3 | 마케도니아 | 45.3 |
| 4 | 이탈리아 | 45.2 |
| 5 | 세르비아·몬테네그로 | 44.6 |
| 6 | 이탈리아 | 44.6 |
| 7 | 세르비아·몬테네그로 | 44.6 |
| 8 | 불가리아 | 44.6 |
| 9 | 터키 | 44.5 |
| 10 | 이탈리아 | 44.4 |

자료출처 : Weather Information Service

같다. 이탈리아 남부·마케도니아·그리스·세르비아·몬테네그로·불가리아·루마니아·터키를 중심으로 한 지중해는 대부분 고온이었다. 전체를 총괄하면, 극단적인 고온 40°C 이상을 관측한 지점수는 90개에 이르렀다. 45°C 이상은 4 개의 지점에서 관측되었다.

기후적으로, 지중해 주변은 여름 고온으로 비가 적은, 이른바 지중해식 기후이다. 그러나 40°C 이상이라고 하는 값은 비정상적인 온도였다. 그러나 과거에 예가 없었던 것은 아니며, 1916년에는 불가리아에서 45.1°C가 관측된 바 있다.

이 폭염의 영향은, 농업·수산업 등의 생산 활동의 저하, 열사병 등의 병이나 사망률의 증가, 임야 화재 등에 영향이 컸다. 마케도니아에서는 2,000명이 삼림 화재의 소화에 동원되었다.

4. 아시아

표4는 아시아 국가들 특히 중동에서 남아시아, 동남아시아, 동아시아, 태평양의 섬 등의 지역별로 본 과거의 기록적 최고기온의 관측 값을 정리한 것이다.

4-1. 일본

표 4. 아시아의 지역별로 본 기록적인 최고기온의 관측 값

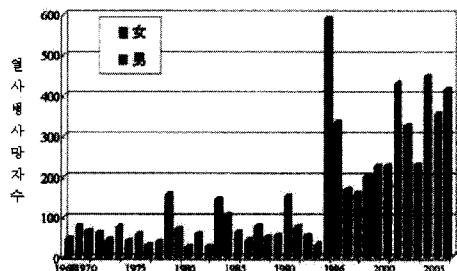
| 국가명·지역명·도시명 | 고온 관측치(°C) |
|--------------------------------|------------|
| 아프가니스탄, 이란, 이라크, 사우디아라비아, 파키스탄 | 51-54 |
| 캄보디아, 베트남, 라오스, 타이, 필리핀, 인도네시아 | 41-45 |
| 말레이시아, 싱가포르, 일본, 한국, 북한 | 40 |
| 몽고 | 44 |
| 북경 | 42-44 |
| 투르판 | 50 |
| 마셜·미크로네시아·몰디브·파푸아뉴기니·팔라우·브루나이 | 37-39 |

환경성의 열사병 환경보건 매뉴얼에 따르면 1968년부터 2006년까지의 39년간의 열사병에 의한 사망자수는 5,847명(남자 3,607명, 여자 2,240명)에 이르고 있다. 열사병 사망자수가 적은 해는 26명(1982년)이며, 많은 해는 589명(1994년)이며, 1995년 이후의 열사병 사망자수는 연평균으로 보면 293명으로 1994년 이전과 비교해 증가한 것을 알 수 있다.

2007년 8월은 전국적으로 무더위가 계속 되었다. 8월의 기온 평년차이는 북쪽 지방에서는 +1.2°C, 동일본에서는 +1.4°C, 서일본에서는 +1.3°C 였다.

표 5. 2007년 8월 16일 관측된 기록적 기온(°C)

| 기후현 | 사이타마현 | 군마현 |
|----------|-----------|------------|
| 다지미 40.9 | 쿠마가이 40.9 | 타테바야시 40.3 |
| 미노 40.0 | 코시가야 40.4 | |
| 기후 39.8 | | |
| 아와타 39.8 | | |



자료출처 : 환경성 열사병 환경보건 매뉴얼 2008

그림 1. 연도별 남녀별 열사병 사망자수(1968~2006)

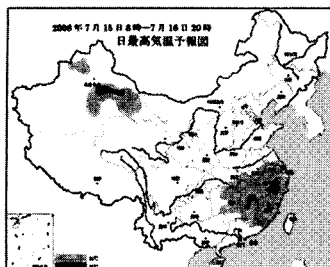


그림 2. 중국의 중앙기상대가 발표한 일 최고기온 예보도의 예(2008년 7월 15일 8시~16일 20시)

4-2. 중국

그림2 는 중국의 중앙기상대가 2008년 7월 15일 6시에 발표한「7월 15일 8시부터 16일 20시까지의 일

최고기온의 예보도」이다. 양자강의 남쪽과 신장 등에 35℃이상의 고온인 지역이 있으며, 그 중에서도 강서성의 중부, 절강성의 중서부, 푸젠성의 중부, 그리고 중국의 북서부의 투르판 분지등에서는 최고기온은 37~39℃에 이를 것이라고 예보했다.

최근 4년 동안 중국내에서 발생한 국지적인 이상고온을 정리하면 다음 표6과 같다. 37~39℃는 일반적이었으며, 신장의 하미·투르판 분지에서는 40~42℃가 매우 자주 발생하는 일임을 알 수 있다.

표 6과 같이 2008년 7월 하순에는 이상 고온이 발생했다. 그리고 양자강의 남쪽 지방에서는 37-39℃의 기온이 자주 발생했고, 화북에서도 36-37℃의 기온을 기록했다. ☀

표 6. 중국의 국지적인 이상고온의 실태

| 일 시 | 이상고온 지역 | 고 온(℃) | 국지적 기온(℃) | 비 고 |
|------------------|---------------------------|---------------|-------------|---|
| 2005.6.17-21 | 신장, 화북동부, 강남 신장, 내몽고서부 | 3536 35-39 | 37 - | |
| 2006.8.1 | 하미·투르판 사천분지, 중경 | - 35-37 | 40-43 38 | |
| 2007.6.15-20(26) | 길림성, 내몽고동부 | 35-37 | | 연속 무강수일수15-20 이재민 503만명 식수 부족 236만명 |
| 2008.7.2-3 | 북건성 | 37-38 | - | |
| 2008.7.4 | 모든 성 | | | |
| 2008.7.15 | 강남, 신장 | | | |
| 2008.7.22 | 모든 성 | | | |
| 2008.7.23 | 모든 성 | | | |
| 2008.7.24 | 모든 성 | | | |
| 2008.7.25 | 절강성, 북건성, 강서성, 안미성 투르판 | 37-39 - | - 40-41 | |

주: 자료는 속보에 의한 것이며, 성의 이름 및 기온은 약간 다를 수도 있음.

참고문헌

Weather Information Service 홈페이지, <http://www.bioweather.net/>

위키피디아 홈페이지, <http://en.wikipedia.org>

<http://www.infoplease.com>

삼성지구환경연구소, 기상이변 한국은 괜찮은가(Ⅲ) '폭염의 가능성과 대비방안', 2004.

일본 환경성, 열사병 환경보건 메뉴얼, 2008.

소방방재청, 재해유형별 비상대처계획 표준지침서 개발 연구, 2007.

UNEP, Impacts of summer 2003 heat wave in Europe, 2004.