

An aerial photograph of a dense forest at night. The trees are dark green, and the ground is illuminated by a warm, orange glow from a fire in the background. The sky is dark with some light clouds. The text is overlaid on the top left of the image.

기후변화의 경고 폭염과 건강피해

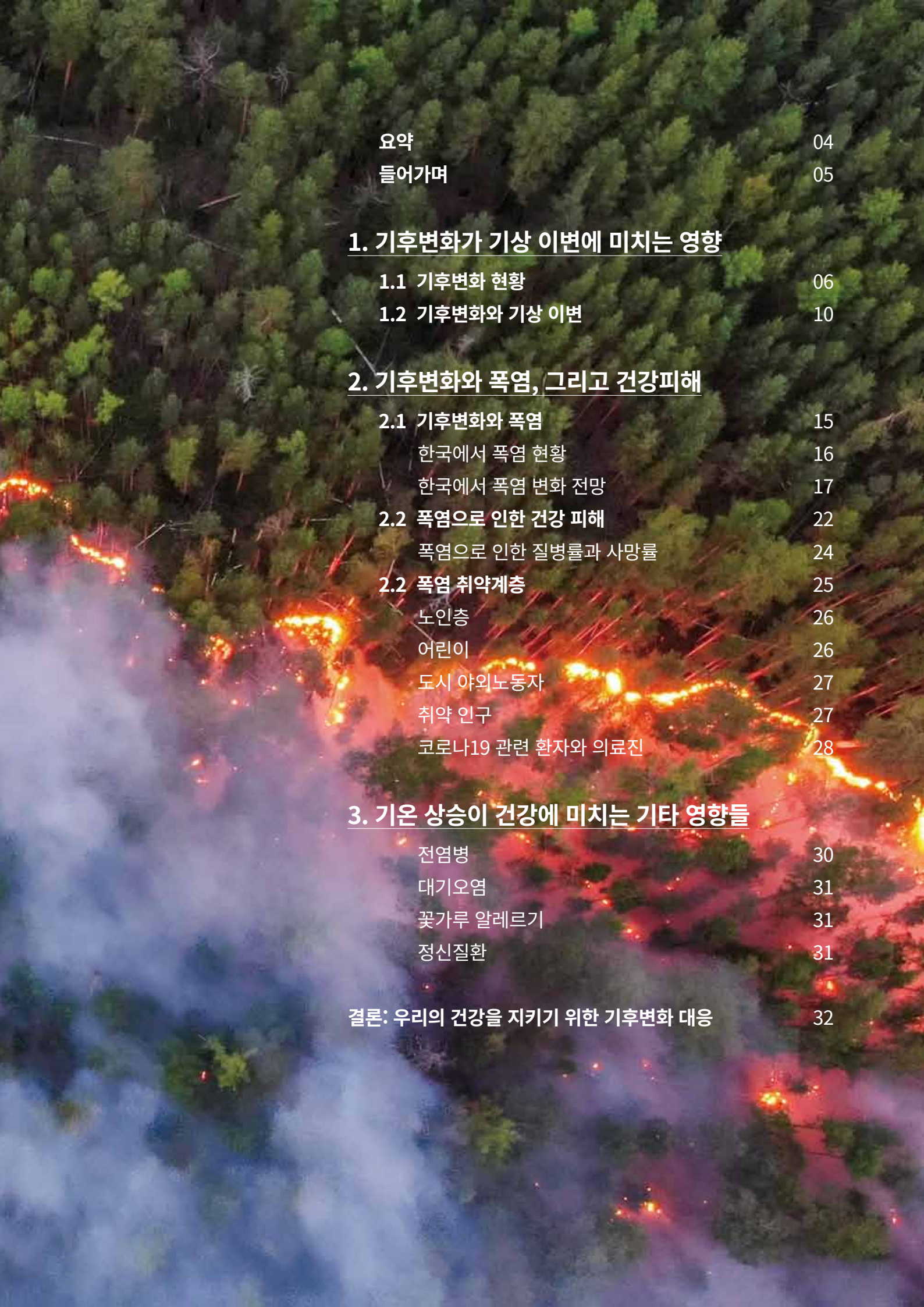
GREENPEACE

목차

표지, 2-3쪽: 올 여름 시베리아는 38도에 달하는 폭염, 영구 동토층 해빙으로 인한 기름 유출, 산불 등 기후변화로 인한 기상이변으로 극심한 고통을 겪고 있다. 그린피스 러시아 팀은 크라스노야르스크 지역에서 발생한 산불들을 기록했다. (2020년 7월)

© Julia Petrenko / Greenpeace

표지 © Julia Petrenko / Greenpeace



요약	04
들어가며	05
1. 기후변화가 기상 이변에 미치는 영향	
1.1 기후변화 현황	06
1.2 기후변화와 기상 이변	10
2. 기후변화와 폭염, 그리고 건강피해	
2.1 기후변화와 폭염	15
한국에서 폭염 현황	16
한국에서 폭염 변화 전망	17
2.2 폭염으로 인한 건강 피해	22
폭염으로 인한 질병률과 사망률	24
2.2 폭염 취약계층	25
노인층	26
어린이	26
도시 야외노동자	27
취약 인구	27
코로나19 관련 환자와 의료진	28
3. 기온 상승이 건강에 미치는 기타 영향들	
전염병	30
대기오염	31
꽃가루 알레르기	31
정신질환	31
결론: 우리의 건강을 지키기 위한 기후변화 대응	32

요약

한국에서 폭염이 흔한 현상이 되고 있다. 기상 관계 당국에 따르면 2020년 한국의 여름은 전해보다 훨씬 더울 것으로 전망된다.

기상청에 따르면 2020년 6월 평균 일 최고기온은 28.0°C, 일 평균기온은 22.8°C로, 1973년이래 최고 기록을 달성했다. 폭염일수는 2.0일로, 이 역시 그 동안의 6월 평균 폭염일수보다 1.4일이나 늘어난 것이다. 폭염은 기후변화와 이로 인한 지구 온난화가 실제로 우리 삶에 어떤 영향을 미치는지 생생하게 보여주는 현상임에도, 기후변화와 폭염 및 이로 인한 건강상의 영향 간의 관계는 그동안 제대로 다뤄지지 않았다.

폭염은 열사병뿐 아니라 탈수나 전해질 장애를 포함한 광범위한 질병을 초래한다. 또 폭염은 만성 폐 질환, 심장이나 신장 장애 같은 기존 질환의 증상을 악화시키고 심지어 정신질환에도 악영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 질병관리본부의 통계에 따르면 2018년 한국에서 폭염과 관련한 발병자는 4,526명이었고 사망자도 48명에 이르렀지만, 폭염으로 인한 간접적인 건강 영향이 반영되지 않은 점을 고려하였을 때 실제 사망자는 훨씬 더 많을 것이라고 연구자들은 이야기한다.

한국을 뜨겁게 달구는 폭염의 정도와 그에 따른 위험은 갈수록 커질 것으로 예상된다. 2001~2010년 기간에 한국에서 폭염 위험이 “높음”으로 분류된 지역은 69곳이었으나, 2021~2030년에는 126곳으로 늘어날 것으로 보인다. 기후변화를 고려한 연구의 예측에 따르면, 서울에서 폭염과 관련하여 사망한 사람 수는 2001~2010년에는 10만 명당 0.7명이었으나 2036~2040년이 되면 1.5~2배로 늘어날 것으로 추정된다.

이상 고온 상황에서는 노인 인구가 특히 취약하다. 이들은 인구 전체 평균보다 4배가량 더 위험한 것으로 평가된다. 한국은 급속하게 고령화가 진행되는 국가로서, 2025년이면 65세 이상 인구가 전체의 20%에 이를 것으로 예상된다. 이 취약 계층은 어린이, 야외 노동자, 의료 종사자, 코로나 환자와 함께 폭염으로부터 특히 보호해야 할 집단에 속한다.

폭염은 기후변화와 관련하여 매우 광범위하게 논의되는 주제 중 하나로서, 기후변화가 보건에 어떤 영향을 미치는지 규명하는데 강조점을 두어왔다. 그러나 폭염이 인간의 건강에 미치는 영향은 여전히 간과되거나 과소평가되는 경향이 있다.

기후변화는 이제 ‘기후 위기’라고 일컬어지며, 시민의 건강과 생명에 직접적으로 피해를 주고 있다. 그 원인인 기후변화라는 시대의 과제를 단순히 개인의 노력으로만 막을 수 없기에, 한국 역시 평균 지구 온도 상승 1.5도 이하라는 목표 달성을 위해 책임감을 느끼고 시급히 행동에 나서야 한다. 기존의 화석연료에 의존한 산업, 경제, 사회 구조를 재생에너지를 기반으로 한 시스템에 초점을 둔 지속가능한 구조로 바꾸고, 그린뉴딜 정책 이행, 해외 석탄 투자 계획의 철회, 내연기관 자동차의 단계적 폐기 등 시급하고 실질적인 해결책을 실행해야 한다. 그래야만 기후변화를 이겨내고 현재 시민과 미래 세대의 건강을 지킬 수 있을 것이다

들어가며

우리는 매년 여름이 되면 얼마나 더 빨리, 더 더운 폭염이 왔고 그로 인해 얼마나 더 많은 사람이 피해를 받아 온열 질환이나 사망에까지 이르는지를 뉴스를 통해서 접한다. 그러나 시베리아의 기온이 올해 7월 섭씨 38도까지 치솟으며 폭염에 시달리고 산불로 뒤덮였다는 뉴스를 보면서도, 저런 문제가 우리와는 직접적으로 관련이 없는 다른 나라의 이야기 정도로밖에 생각하지 않는 것이 현실이다.

그러나 한국에서도 지구온난화와 더불어 폭염 시기가 점점 더 빨라지고 잦아지고 강력해지고 있다. 기후변화와 폭염으로 인한 피해는 먼 나라 이야기가 아닌 우리가 현재 겪고 있는 직접적인 피해 상황임에도 불구하고, 이러한 폭염의 근본적인 원인과 앞으로 우리에게 가져올 건강 영향에 대해서는 여전히 잘 다뤄지지 않거나 아직 사회적 관심이 낮은 것이 사실이다.

점점 더 강력해지는 폭염과 이로 인한 건강 영향은 노인이나 야외 노동자 등 더 직접적으로 노출되어있는 사람들만의 문제가 아니다. 폭염은 지구온난화로 인한 기후변화가 가속하는 이상 기후 현상이며, 이로 인해 지구상의 모든 시민의 생명과 직결되는 우리 모두의 시급한 문제임이 과학적으로 증명되고 있다.

본 보고서는 점점 더 강력해지고 큰 피해를 불러오는 여름철 폭염이 어떻게 기후변화와 상관관계를 가지는지, 그리고 폭염으로 인한 건강 영향은 어느 정도였으며 앞으로 어떻게 전망되는지를 알아보기 위해 지금까지의 학술자료를 바탕으로 분석, 작성되었다. 본 보고서가 우리 모두의 건강을 직간접적으로 위협하고 있는 폭염의 원인인 기후변화를 우리의 건강을 지키기 위해서라도 시급히 해결해야 하는 문제로 인식 및 행동하는 데 도움이 되기를 바란다.



기후변화가 기상 이변에 미치는 영향

1



© Gabriel Lindoso / Greenpeace

1.1 기후변화 현황

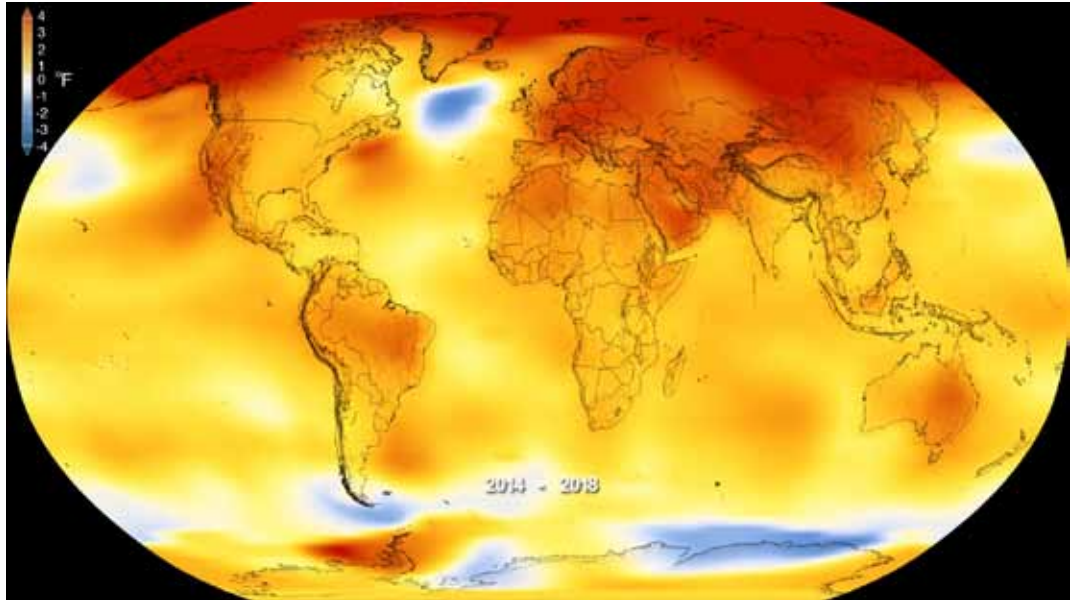
지구는 계속 뜨거워지고 있다. 세계기상기구(WMO)가 2020년에 펴낸 ‘2019년 지구 기후 현황 보고서’에 따르면, 2019년 지구 평균기온은 산업화 이전 시기인 1850~1900년 평균보다 1.1 ± 0.1 °C 높은 것으로 나타났다.¹ 최근 5년(2015~2019년)은 역사상 가장 더운 다섯 해로 기록됐고, 2010~2019년 역시 역사상 가장 더운 10년 기간이 되었다. 1980년대 이래 매 10년은 그 전보다 더 더워지고 있다.

2020년 5월의 기온은 역사상 가장 더웠던 5월로 기록된 2016년 수치와 동일한 것으로 측정되었다. 20세기 평균보다는 0.95 °C 높았다. 북반구 지역만 놓고 보면, 2020년 5월은 평균보다 1.19 °C 높은 기온을 기록함으로써 기존 기록을 경신하고 역사상 가장 더운 5월이 되었다.³ 2020년 6월도, 6월 최고 기록인 2019년 온도보다 단지 0.01 °C 낮을 뿐이었다. 결국, 2020년의 연속된 두 달 기온이 또다시 최고 기록을 경신하는 수준에 이른 것이다.⁴

대기 중의 온실가스가 늘어나고 이로 인한 복사 강제력이 강해짐에 따라 기후는 계속 더워지게 될 것이다. 인간 활동과 관련된 온실가스 배출은 산업화 이전 시기보다 지구 기온을 1.0 °C 상승시킨 원인으로 평가된다.⁵ 세계 기온은 10년마다 0.2 °C(대개 $0.1 \sim 0.3$ °C 사이) 정도씩 상승해 왔다.⁶ 온도가 지금과 같은 속도로 계속 올라간다면 지구 온난화는 2030~2052년 사이에 1.5 °C에 이를 것으로 예상되어왔다. 최근 WMO는 앞으로 5년 안에 1.5 °C 상승에 도달할 가능성이 20%라고 예측한 바 있다.⁷

장래의 기후 변화를 예측하고 그 영향과 위험을 추정하는 일은 기후 모델을 통해 이루어진다. 과학자들은 대표농도경로(RCP, Representative Concentration Pathway)를 사용하여 서로 다른 기후 시나리오를 상정할 수 있다. 과학자들은 온실가스 배출과 에어로졸 배출, 토지 이용 변화 등을 고려해 21세기에 전개될 네 가지 RCP 시나리오를 만들어냈다. 이 시나리오들은 특정한 농도의 경로를 유지하기 위해 배출 가스를 줄이는 데 어느 정도 비용이 소요될지 추산하는 데도 사용된다. 네 시나리오는△ 인간 활동에 의한 영향을 지구 스스로가

그림 1-1.
2014-2018년도
지구 표면 기온을
색으로 구분한
지도. 평균기온보다
높은 지역은
붉은색으로, 낮은
지역은 푸른색으로
표시되며, 지구
기온이 얼마나
비정상적인
상황인지 잘
보여준다.
(출처: NASA²)



회복 가능한 시나리오(RCP 2.6) △ 온실가스 저감 정책이 상당히 실현되는 경우 (RCP4.6) △ 온실가스 저감 정책이 어느 정도 실현되는 경우 (RCP 6.0) △ 현재 추세로 저감 없이 온실가스가 매우 높이 배출되는 경우(BAU 시나리오) (RCP 8.5) 등으로 구성된다. 온실가스 배출을 경감하려는 추가적인 노력이 없이 현재와 같은 기본 상태를 유지하는 경우, 미래의 시나리오는 RCP 6.0과 8.5 사이를 지나게 된다.⁸(도표 1-2)

그러나 이러한 온도상승 시나리오가 현실보다 훨씬 저평가된 수치일 수 있다는 과학적 연구 결과 또한 등장하고 있다. 최신 연구에 따르면 이산화탄소 농도가 560ppm (RCP 4.5 수준)에 도달할 때, 산업화 이전 대비 지구 온도 상승 범위가 현재 IPCC 등 기존 학계에서 기준으로 삼았던 최소 1.5°C에서 4.5°C 수준이 아닌 최소 2.3°C에서 최고 4.5°C 범위에서 이뤄질 가능성이 높다.¹² 이미 대기 중 이산화탄소 이산화탄소 농도는 2020년 6월 기준 416.39ppm으로 RCP 2.6 시나리오 기준인 이산화탄소 농도 420ppm에 거의 근접했고 매년 1~3ppm 정도 오르고 있다. 지구 평균 온도는 산업화 이전보다 이미 1°C 정도 상승했다.

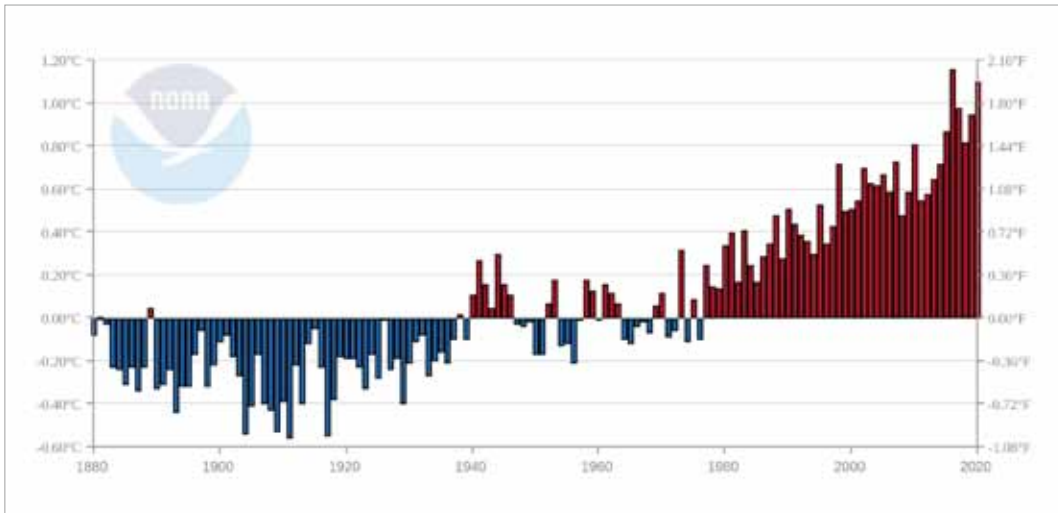


도표 1-1. 매년
1~5월 세계 육지 및
해양 기온의 이상적
상승 추이
(출처: NOAA)

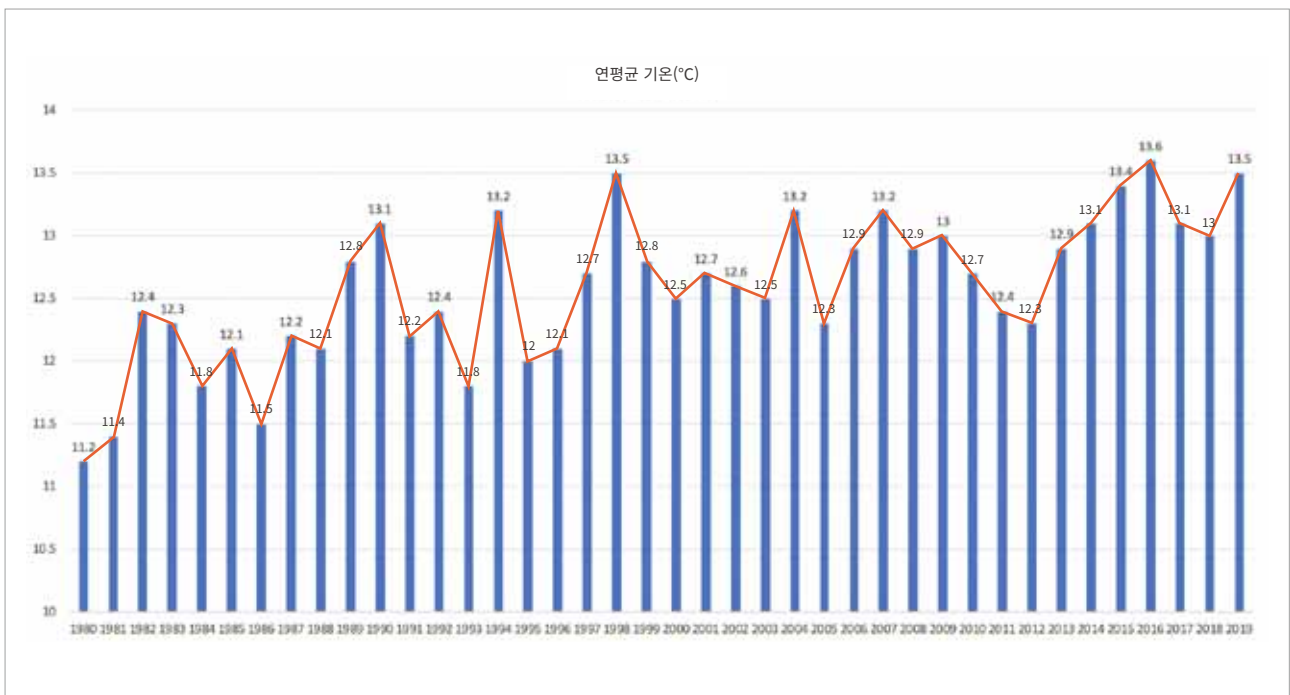
시나리오	특징	이산화탄소 농도	21세기 후반 (2081-2100년) 지구 평균 표면 최고 온도
RCP 2.6	인간 활동에 의한 영향을 지구 스스로가 회복 가능한 경우	420ppm (2020년 6월 기준 416.39ppm) ⁹	1.7
RCP 4.5	온실가스 저감 정책이 상당히 실행되는 경우	540ppm	2.6
RCP 6.0	온실가스 저감 정책이 어느 정도 실현되는 경우	670ppm	3.1
RCP 8.5	현재 추세로 저감없이 온실가스가 배출되는 경우(BAU 시나리오)	940ppm	4.8

도표 1-2. RCP 시나리오에 따른 특징과 최대 상승온도 예측(출처: 기상청¹⁰, IPCC¹¹ 재구성)

한국 역시 기후변화의 직접적인 영향을 받고 있다. 지난 106년(1912~2017) 동안 우리나라의 연평균 기온은 +0.18°C/10년으로 상승했다. 특히 최근 30년 기온은 20세기 초보다 1.4°C 상승했는데 1980년대에는 연평균기온이 13.4°C였으나 1990년대에는 14°C로 크게 상승했다.¹³

한국에서 기후변화의 영향은 날씨 상황, 생태, 환경, 수자원 등 여러 부문에 걸쳐 나타나며 지역에 따라 그 정도도 달라진다.¹⁵ 미래에도 한국의 기후변화 영향은 지역에 따라 다르게 나타날 것으로 유추할 수 있다.¹⁶ 북한보다 한국에서 폭염일수가 더 많은데, 이는 평균

도표 1-3. 1980~2019년 한국의 연평균 기온(출처: 기상청¹⁴)



기온이 높은 탓이다. 폭염일수가 가장 긴 지역은 대구로 23.2일에 달했으며, 전라도와 경상도 역시 폭염에 큰 영향을 받았다. 열대야는 주로 남쪽 지방과 도시 지역에서 나타났다. 한국에서 제주도, 부산, 목포 등을

포함한 최남단 지방은 현재 아열대 습윤기후로 분류될 수 있으며, 나머지 지역 전체는 대륙성기후로 간주한다. 지구 온난화가 진행됨에 따라 아열대 기후는 점점 더 북쪽으로 확장할 것이다.¹⁷

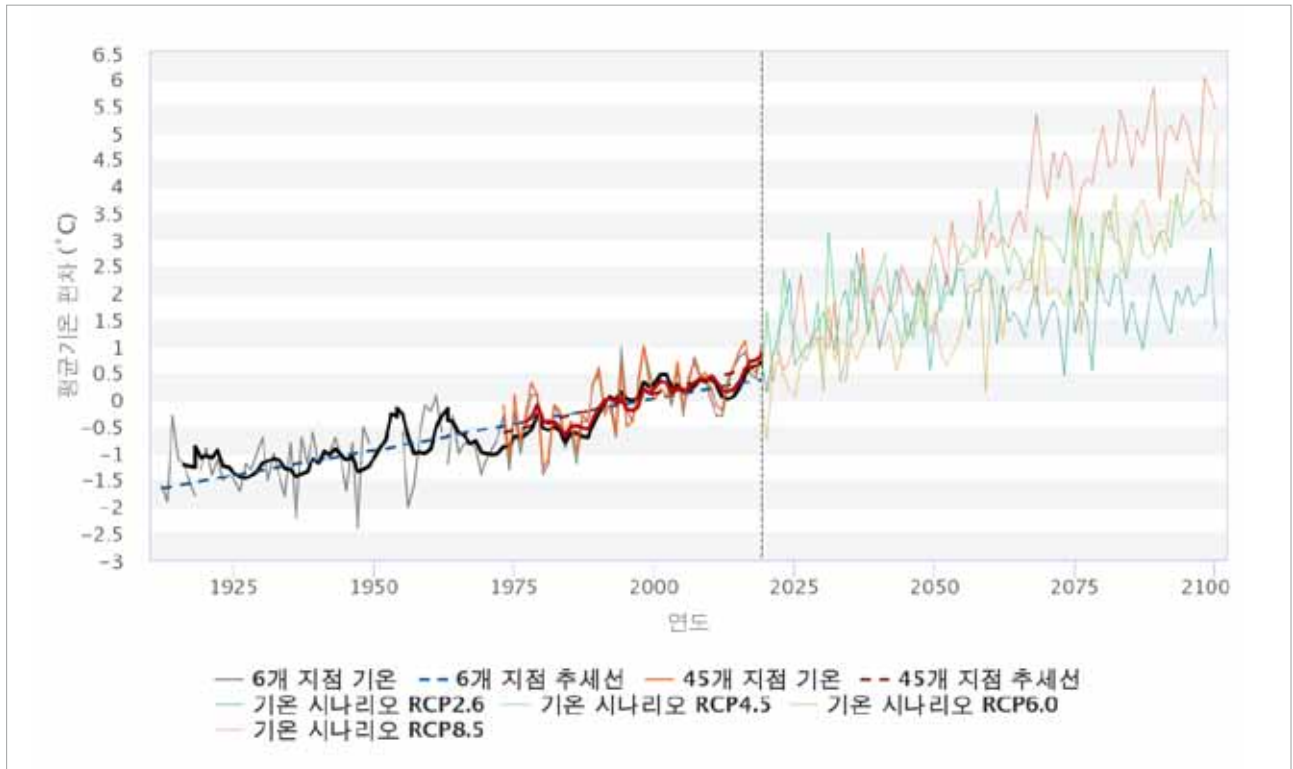


도표 1-4. 한국의 평균 기온 추이와 시나리오별 전망(출처: 기상청¹⁸)

- ※ 연평균기온편차: 연평균기온과 평년(1981~2010년 평균)값의 차이
- ※ 평년값: (6개 지점) 13.4°C, (45개 지점) 12.5°C
- ※ 6개 지점: 서울, 인천, 강릉, 대구, 부산, 목포(1912~)
- ※ 45개 지점: 전국 통계를 대표하는 지점(1973~)
- ※ 1917년은 일부 자료 누락, 1950~1953년은 전쟁 기간으로 자료가 누락되어 있음.
- ※ 검은색선은 관측값을 나타내며, 회색선은 10년 이동평균을 나타낸다.

국내 평균기온 편차와 미래전망에 대한 시나리오의 변화경향을 나타낸 것으로, 추세선을 보면 증가 경향을 보인다. 6개 지점의 평균기온 편차는 1912년 -1.6°C, 2019년 1.0°C 이고, 45개 지점의 평균기온 편차는 1973년 -0.1°C, 2019년 1.0°C 로 추세선을 보면 증가 경향을 보인다.

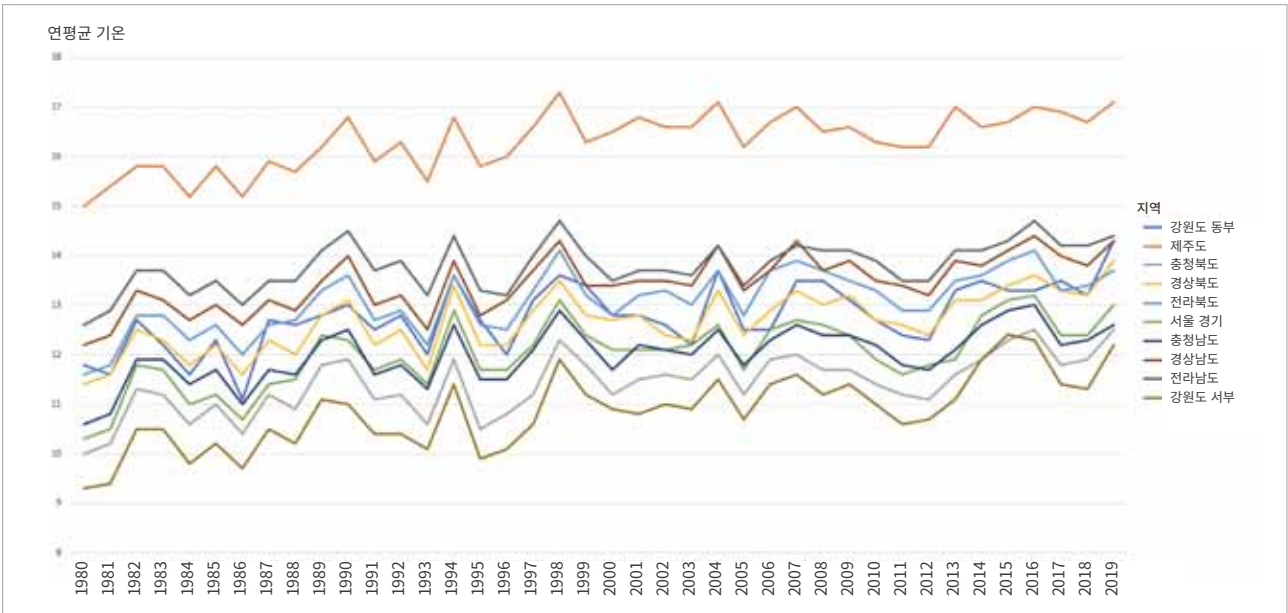


도표 1-5. 1980~2019년 한국 여러 지역의 연평균 기온(출처: 기상청 재구성¹⁹)

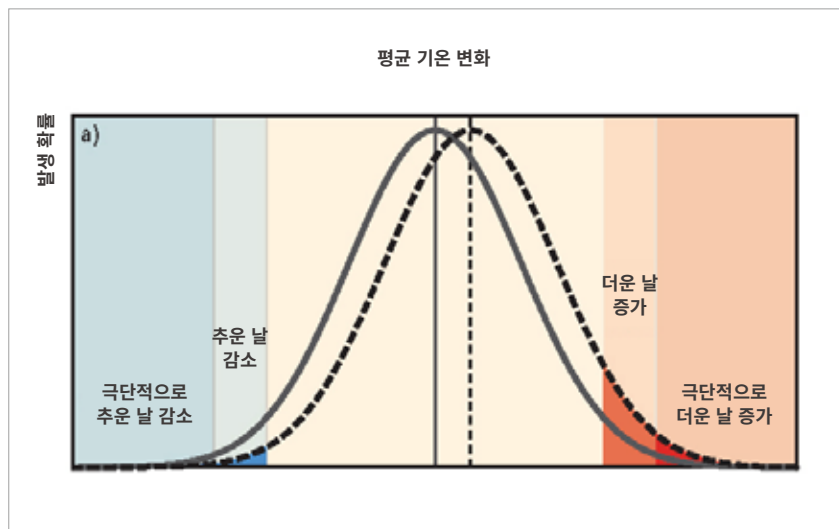
1.2 기후변화와 기상 이변

IPCC는 2012년 펴낸 보고서에서 기온상승이 기상 이변 현상에 미치는 영향을 다음의 그래프로 설명한다. 그래프의 x축은 기온의 상승을 y축은 기상 이변의 발생 빈도를 나타낸다.

평균 기온이 상승하면 다음 그래프와 같이 분포도 상에서

더운 쪽의 극단적 기후 현상의 비중을 높지게 됨을 보여준다. 즉, 평균적으로 더운날이 큰 폭으로 증가하고 극단적으로 더운 날(폭염)이 증가함을 알 수 있다.

기후 위기가 일어나면 날씨 변동 폭이 커져 극단적인 날씨가 더 많이 일어날 수도 있다.(도표 1-6)



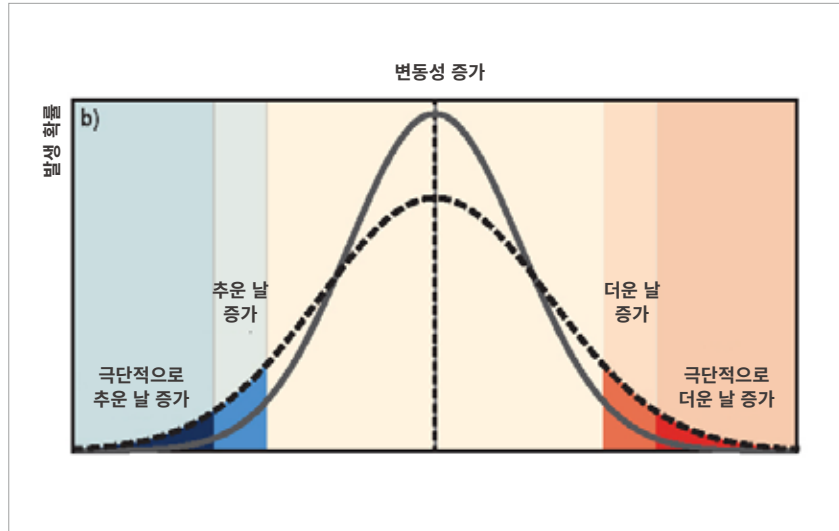


도표 1-6. 기후변화가 평균 온도 상승과 극단적 기상 현상에 미치는 영향을 보여주는 기온 분포도 그래프 (출처: IPCC, 2012²⁰)

같은 보고서는 극단적 기후 현상의 변화 양상을 관찰하고 앞으로의 추이를 예견했다. 이에 따르면, 아시아 대부분 지역에서 일 최고기온이 상승하는 추세가 나타났다. 폭우일 수의 경우 일부 지역에서는 통계적으로 현저한 증가가 나타날 것으로 예견됐으며, 반면 다른 지역에는 오히려 감소할 것으로 전망됐다. 이렇게 불안정한 강우 환경은 홍수와 가뭄의 횟수, 정도, 규모를 증가시킬 것이다. 예컨대 1950년대 이래 남유럽과 서아프리카는 점점 더 길어지고 지독해지는 가뭄을 겪고 있다. 또 20세기 후반에 평균 해수위가 상승함에 따라, 해안 지역의 만조 수위가 극단적으로 높아지는 현상도 지속해서 발생한 것으로 관찰되었다. 호주에서는 2019년 9월부터 2020년 3월까지 7개월간 이어진 초대형 산불로 평년대비 약 18배의 심각한 피해를 줬다. 2020년 7월 극동지방 러시아 시베리아에서는 38°C까지 기온이 치솟으며 유례없는 폭염으로 인해 산불이 번지며 2020년 들어서만 19만 제곱킬로미터에 달하는 면적이 불에 탔다.

IPCC가 2018년에 펴낸 특별 보고서 ‘지구 온난화 1.5°C’에 따르면, 1950년대 이래 발생한 극단적 기후 현상의 원인을 분석한 연구를 볼 때, 기상 이변의 강도와 횟수는 0.5°C의 지구 온난화가 진행되는 기간에 더 늘어나는 추세를 보였음이 확인되었다. 지구 온난화는 세계 여러 지역에서 극단적 기온 현상의 증가를 초래했다. 중위도






지역에서는 1.5°C의 지구 온난화 환경에서 폭염 일의 하루 최고 온도가 3°C까지 상승했으며, 대부분의 육지에서는 폭염 지속시간이 증가할 것으로 예상됐다. 현재는 산업화 이전 수준보다 지구 평균 기온이 1°C 상승했을 뿐인데, 더욱 강력해진 폭풍이나 홍수에서부터 점점 길어지고 있는 폭염이나 가뭄까지 많은 기상 이변 현상이 이미 나타나고 있다.

한국 기상청의 ‘2019년 이상기후 보고서’에 따르면, 한국에서 벌어지는 극단적 기후 현상은 몇 가지 종류가 있다. 대표적인 예로, 과거 10년간의 연평균 강수량은 그 전 30년 평균에 비해 적었고 2019년 한 해보다도 적었지만, 그 지역적 격차가 컸다. 남해안과 제주도 지역은 과거 30년보다 더 많은 비가 오고 있다. 강수량도 중요하지만, 폭우에 주목할 필요성이 있는데 1990년대에 폭우가 내린 날은 연평균 10.7일이었으나 2010년대에는 14.2일로 늘어났다.²¹ 한국 기후변화 평가보고서 2020년에서도 기상이변에 따른 폭우에 관해 언급하였는데, 2018년 국립기상과학원이 지난 106년간 살펴본 결과, 연 강수량은 증가했으나 강수일수는 뚜렷한 변화가 없었다고 하였으나, 2011년 질병관리본부는 지난 100년간 강수일수는 14% 감소했으나 강우 강도는 18% 증가했다고 결론지었다.²²



2020년 6~8월 한국에서는 기후변화로 인한 북극 고온현상과 블로킹현상으로 인해 우리나라 주변 찬 공기가 정체하며 발생한 이례적인 기상 이변으로, 6월 24일 시작된 중부지역 장마가 54일동안 지속되며 역대급 최장 장마를 기록했다. 이로 인한 폭우 및 홍수로 인해 사망 37명, 실종 5명, 부상 8명등의 인명피해와 8,956명의 이재민이 발생하여 기후위기로 인한 전례없는 피해를 겪었다.²³ 또한 7월 평균기온이 22.5°C로 평년대비 2.0°C 낮았고 폭염일수도 평년대비 3.8일 적은 0.1일, 열대야 일수는 평년대비 2.2일 적은 0.1일로 기상관측 이래 처음으로 6월 기온이 7월 기온보다 높은 기온 역전현상이 일어났다.

또한 2019년에는 한국에 7개의 태풍이 상륙했다. 이는 근대 기상 업무를 시작한 1904년 이래 가장 많은 숫자다. 1950년과 1959년에도 같은 수의 태풍이 지나갔다. 지난 30여 년간 태풍이 점점 강해지면서 1일 강우량 100mm, 최대풍속 20m/sec이 상승했고, 20~30년 후에는 슈퍼태풍이 온다고 송기섭과 하만 복(2007)은 예측한다.²⁴ 폭우가 쏟아지면 산사태의 위험이 커진다. 이외에도, 우리나라 연 강수량은 대부분의 RCP 시나리오의 기간에서 증가하지만, 김병식 등(2013)의 연구에 따르면 기온 상승과 건조함 지속으로 인한 증발산 증가로 인해 강수량은 증가하나 가뭄이 악화할 것으로 예상했다.²⁵ 겨울에는 폭설이 줄어들었지만 대신 한파가 늘어났다. 강설일수의 경우도 지역별 차이가 컸으며, 대설 관련 경보는 강원도에 집중되었다. 2018년은 폭염일과 열대야가 가장 많이 발생한 해였다. 폭염은 이처럼 한국에서 벌어지고 있는 많은 기상 이변 중 한 가지에 불과하다.

	2010	2011	2012	2013	2014
폭염 이상고온 열대야	<ul style="list-style-type: none"> • 여름철 폭염 지속 <ul style="list-style-type: none"> - 일평균 기온 평년보다 높은 날 81일 - 여름철 평균/최고/최저기온 24.9/29.6/21.2°C 최고 2위 	<ul style="list-style-type: none"> • 9.12~17 이상고온 <ul style="list-style-type: none"> - 9.15 남부지방 폭염특보('08년 폭염특보 시행 이후 가장 낮은 시기) • 11월 이상고온 <ul style="list-style-type: none"> - 11월 평균/최고/최저기온 11.0/15.9/6.8°C 최고 1/2/1위 	<ul style="list-style-type: none"> • 7월 상순~8월 하순 30일간 고온현상 지속 <ul style="list-style-type: none"> - 7.21~8.20 폭염/열대야일수 13.4/9.1일 최다 5/1위 	<ul style="list-style-type: none"> • 여름철 폭염 <ul style="list-style-type: none"> - 여름철 평균/최고/최저기온 25.4/30.1/21.7°C 최고 1/2/1위 - 8월 평균 / 최고기온 27.3/32.3°C 최고 1위 - 여름철 남부지방 폭염/열대야일수 24.2/18.7일 최다 2/1위 	<ul style="list-style-type: none"> • 봄철 이상고온 <ul style="list-style-type: none"> - 봄철 평균/최고/최저기온 13.1/19.5/7.3°C 최고 2/1/2위 • 5월 중하순 이상고온 <ul style="list-style-type: none"> - 열대야 제주(5.27) 강릉(5.29, 5.31)
한파 이상저온	<ul style="list-style-type: none"> • 12.25 이후 3주간 한파 지속 • 봄철 이상저온 <ul style="list-style-type: none"> - 봄철 평균/최고기온 10.8/16.1°C 최저 2/1위 	<ul style="list-style-type: none"> • 12.23 이후 39일간 한파 지속 <ul style="list-style-type: none"> - 1월 평균/최고/최저기온 -4.8/0.5/-9.8°C 최저 3/2/2위 	<ul style="list-style-type: none"> • 1월 하순~2월 한파 지속 <ul style="list-style-type: none"> - 2월 평균기온 -0.8°C 최저 5위 	<ul style="list-style-type: none"> • 1월 상순, 2월 상순~중순 한파 <ul style="list-style-type: none"> - 일최저기온(1.4) 안동/태백/봉화 -20.4/-21.7/-25.0°C 최저 1위 	
호우 태풍	<ul style="list-style-type: none"> • 여름철 호우 <ul style="list-style-type: none"> - 여름철/8월 강수일수 44.2일/18.7일 최다 4위/1위 • 9.21 수도권 집중호우 <ul style="list-style-type: none"> - 서울 일강수량 259.5mm 최다 2위(9월) 	<ul style="list-style-type: none"> • 7월 호우 <ul style="list-style-type: none"> - 7.9~10(남부지방) 누적강수량 진주/군산 361.0/327.5mm - 7.26~28(중부지방) 누적강수량 동두천/서울 675.0/587.5mm 	<ul style="list-style-type: none"> • 7~9월 사이 4개 태풍 (카눈, 볼라벤, 덴빈, 산바) 상륙 		
대설	<ul style="list-style-type: none"> • 1.4 중부지방 대설 <ul style="list-style-type: none"> - 최심신적설 서울 25.8cm 1937년 이후 최다 1위 				<ul style="list-style-type: none"> • 2.6~14 동해안지방 최장기간 대설 <ul style="list-style-type: none"> - 일최심적설(2.11) 북강릉 110.0cm 최다 1위
가뭄				<ul style="list-style-type: none"> • 제주도 가뭄 <ul style="list-style-type: none"> - 7~8월 강수량 140mm (평년대비 25%) 최소 1위 	

*순위 : (전국, 45개 지점 평균) 1973~해당년도 기준(지점) 관측개시~해당년도 기준(단, 열대 순위 : 2000년 이후)



	2015	2016	2017	2018	2019
폭염 이상고온 열대야	<ul style="list-style-type: none"> • 11~12월 이상고온 - 11월 평균/최저기온 11.0/6.8°C 최고 2위 - 12월 평균/최저기온 3.5/-0.6°C 최고 1위 	<ul style="list-style-type: none"> • 5월 이상고온 - 5월 평균/최고/최저기온 18.6/25.1/12.4°C 최고 1/2/4위 • 여름철 폭염 - 여름철 평균/최고/최저기온 24.8/29.7/20.9°C 최고 4/3/4위 - 여름철 폭염/열대야일수 22.4/10/8일 최다 2/4위 	<ul style="list-style-type: none"> • 5월 이상고온 - 5월 평균/최고/최저기온 18.7/25.4/12.5°C 최고 1/2/3위 • 7월 폭염 - 7월 평균기온 26.4°C 최고 4위 - 7월 열대야일수 6.4일 최다 3위 	<ul style="list-style-type: none"> • 여름철 폭염 - 여름철 평균/최고/최저기온 25.4/30.5/21.3°C 최고 1/2/3위 - 일최고기온(8.1) 서울/홍천/의성 39.6/41.0/40.4°C 최고 1위 - 여름철 폭염/열대야일수 31.4/17.7일 최다 1위 	<ul style="list-style-type: none"> • 5월 이상고온 - 5월 평균/최고기온 18.6/25.5°C 최고 2/1위 • 7월 하순~8월 중순 폭염 지속 - 8.1~8.20 평균기온 27.5°C 최고 5위 • 10월 이상고온 - 10월 평균기온 15.8°C 최고 4위
한파 이상저온				<ul style="list-style-type: none"> • 1.23~2.13 저온현상 지속 • 10월 이상저온 - 10월 평균기온 13°C 최저 4위 	
호우 태풍	<ul style="list-style-type: none"> • 11월 호우 - 11월 강수량 127.8mm (평년대비 267%) 최다 2위 - 11월 강수일수 14.9일 최다 1위 	<ul style="list-style-type: none"> • 10월 호우 - 10월 강수량 156.9mm (평년대비 304%) 최다 3위 - 10월 강수일수 10.7일 최다 1위 			<ul style="list-style-type: none"> • 최다 태풍 영향 - 연 영향태풍수 7개 최다 공동 1위 ('50., '59.) - 가을 영향태풍수 3개 최다 1위
대설					
가뭄	<ul style="list-style-type: none"> • 연강수량 948.2mm 최소 3위 • 여름철 강수량 388.0mm 최소 3위 	<ul style="list-style-type: none"> *3~9월 일부지역 강수부족 	<ul style="list-style-type: none"> • 연강수량 967.7mm 최소 5위 • 6월 강수량 67.0mm 최소 3위 • 지역적 가뭄지속 	<ul style="list-style-type: none"> 음영범례 • 폭염/이상고온, 월(계절)평균 순위 최고 5위 이내 or 3주 이상 지속된 고온현상 • 봄/가을/겨울철 이상고온, 월(계절)평균 순위 최고 5위 이내 • 한파/이상저온, 월(계절)평균 순위 최저 5위 이내 or 3주 이상 지속된 저온현상 • 봄/여름/가을철 이상저온, 월(계절)평균 순위 최저 5위 이내 • 여름철 호우, 월(계절)평균 최고/최저 순위 5위 이내 	

도표 1-7. 지난 10년간 한국의 대표적 이상기후 캘린더(출처: 관계부처합동, 2020, 2019년 이상기후보고서)

- 지구온난화와 기후변동성의 증가로 지난 10년간 과거 경험하지 못한 이상기후 현상이 발생하였음.
- 폭염이 매년 발생하고 있으며, 최근 그 강도가 강화되고 빈도가 증가하는 경향이 뚜렷함.
- 온난화 경향에도 불구하고 2010년대 초반 길고 강한 한파가 발생함.
- 단기간 지역적으로 집중호우가 빈번해지는 반면, 장기적으로 가뭄(2015~2017)이 발생하기도 함.

기후변화와 폭염, 그리고 건강 피해

2

2.1 기후변화와 폭염

폭염은 기상 이변 중에서는 비교적 흔한 현상이다. 비정상적으로 덥고 건조하거나, 덥고 다습한 날씨가 2~3일 이상 지속하여 사람들이 열기에 노출되는 경우를 말한다.²⁶ 폭염은 사회적 특이성에 따라 다양한 방식으로 정의된다. 한국도 자체적인 기준이 있다. 일 최고기온이 33°C 이상이고 일 최고열지수(heat index)가 32°C 이상인 날이 2일 넘게 지속할 때 폭염주의보가 발효된다.

한반도의 경우, 여름 북태평양 고기압이 강화되면서 한반도가 덥고 습한 기단의 본격적인 영향권에 들어 낮에는 33°C 이상의 고온이 지속하고 밤에는 고기압권에서 바람이 약하고 습도가 높아 낮 동안 누적된 열이 충분히 소산되지 못해 열대야가 나타난다.²⁷ 지구 다른 지역보다 두 배 빠른 속도로 진행되고 있는 북극의 온난화가 극지방 제트기류를 계속 정체시키는 주요 요인이 되고 있다는 증거도 속속 나오고 있다.²⁸ 최근 러시아 시베리아에서 38°C까지 치솟으며 초대형 산불로까지 이어졌던 유례없는 폭염과 같이, 북반구를 휩쓸고 있는



© Soojung Do / Greenpeace

폭염들은 대개 북극의 급속한 온난화가 극지방 제트기류를 변화시킨 데서 기인한 것으로 분석된다. 지구 온난화 때문에 폭염이 더 악화하고 있음을 보여주는 사례다.²⁹

여름에 언제나 폭염이나 이상 고온 현상이 있었고 열대야(일 최저기온이 25°C를 넘는 밤)로 인한 피해도 새로운 현상은 아니다. 그러나 최근 몇 년 동안 기후변화로 인해 폭염의 횟수와 강도가 현저히 늘어났고, 그 피해가 다양한 방식으로 여러 지역으로 확산되는 양상을 관찰할 수 있다.³⁰

관련 연구들에 따르면, 지구 온도가 산업화 이전 수준보다 2°C 상승한다면, 2018년 벌어진 북반구 폭염 사태와 같은 대규모 혹서 사태가 해마다 벌어질 수 있다. 2018년 북반구 폭염 사태란 북위 30도 지역을 관찰한 결과 2018년 5월부터 7월 사이에 동시다발적으로 극단적인 폭염이 일어났던 것을 일컫는다. 북반구의 농지대와 인구 밀집 지역의 약 22%는 동 기간에 극한 폭염을 경험하였으며 최소 17개국, 캐나다와 미국에서부터 러시아와 일본, 한국에 이른다.³¹ 1.5°C 상승 시나리오에서는 이런 대규모 혹서 사태가 3년에 두 번꼴로 벌어진다.³² 또 다른 연구는, 만일 현재의 온실가스 배출량을 줄이지 않을 경우 2100년이면 지구인 4명 중 3명이 한 해 20일 이상의 치명적인 폭염에 노출될 것이라고 경고한다.³³

더 큰 문제는 수십 년 뒤 미래에 일어날 것이라 예상했던 기후변화로 인한 최악의 시나리오들이 이미 전 세계 곳곳에서 발생하고 있거나 그 예상 시점이 훨씬 더 빨라지고 있다는 것이다. 예를 들어 유럽의 폭염이 극심해지면서 통상적으로 기온이 그리 높지 않은 영국의 케임브리지에서 2019년 7월 38.7°C를 기록하는 등 영국의 여름이 급속도로 뜨거워지고 있다. 네이처지에 실린 최신 연구에 따르면, 인간의 활동으로 인한 기후변화 때문에 이 최고 기록 수치를 넘어설 가능성이 증가하고 있으며, 최악의 배출 시나리오 하에서 금세기 말까지 매 3년 반마다 40°C에 달하는 폭염이 발생할 수 있다고 경고한다.³⁴

또한, 폭염을 이야기할 때 온도보다 습도가 더 위험할

수 있다. 기온이 올라가면 바닷물과 같은 수분이 증발해 습도가 높아진다. 우리가 통상적으로 폭염에서 말하는 기온은 습도를 고려하지 않은 ‘건구온도’이고, 습도를 함께 고려하는 ‘습구온도’가 있다. 습구온도가 35°C를 넘게 되면 인간의 피부에서 수분 증발이 일어나지 않게 되어 체온조절이 불가능해져 여섯시간 이상을 버티지 못한다. 이렇게 치명적일 수 있는 높은 습구온도가 실제로도 일어나고 있으며 가까운 미래에 곧 닥쳐올 수 있다.

MIT 연구진은 대한민국과 근접한 중국의 산둥반도가 위치한 북중국평야 지역에 인간이 생존할 수 없는 수준의 치명적인 폭염이 올 가능성이 높다고 밝혔다. 농지와 해안가가 많아 기온이 극적으로 높아지지는 않지만, 습도가 올라가 습구 온도가 35°C 이상 될 것 이라고 전망한다. 습구 온도 35°C 환경에서 건강한 사람도 체온 조절이 불가능해져 몇 시간 만에 사망에 이르게 된다. 동일 연구진이 이전에 발표한 논문에서는 이 생존 가능성 한계는 금세기 말까지 페르시아만 지역에서 이따금 초과되기 시작할 것이라고 하였으나, 2015년 여름의 실제 판독에서는 이미 35°C 습구 한계에 거의 도달했다.³⁵ 같은 여름에 남아시아에서도 역사상 가장 치명적인 폭염 중 하나가 발생해 파키스탄과 인도에서 약 3,500명이 사망했다. 이는 모두 기후변화로 인한 최극단의 상황이 예상보다 빨리 진행될 수 있음을 시사한다.³⁶

한국에서 폭염 현황

한반도의 평균 온도는 과거 10년 동안 지속해서 상승해 왔다. 폭염일수도 따라서 늘어났는데, 2000~2010년 기간 연평균 폭염일수는 10일 안팎이었으나, 2010~2019년 기간에는 15.5일로 치솟았다.³⁷

한국에서 2020년 6월의 평균 일 최고기온은 28.0°C, 일 평균기온은 22.8°C였다. 다른 해 6월과 비교하면 각각 1.5°C와 1.6°C가 오른 수치로서, 1973년 이래 최고 기록이다. 폭염일수는 2.0일로, 이 역시 그 동안의 6월 평균 폭염일수보다 1.4일이나 늘어난 것이다. 평균 일 최저기온은 18.4°C로 다른 해 평균보다 1.7°C 높았고, 6월 최저기온으로는 역사상 두 번째로 높은 기록이었다.³⁸

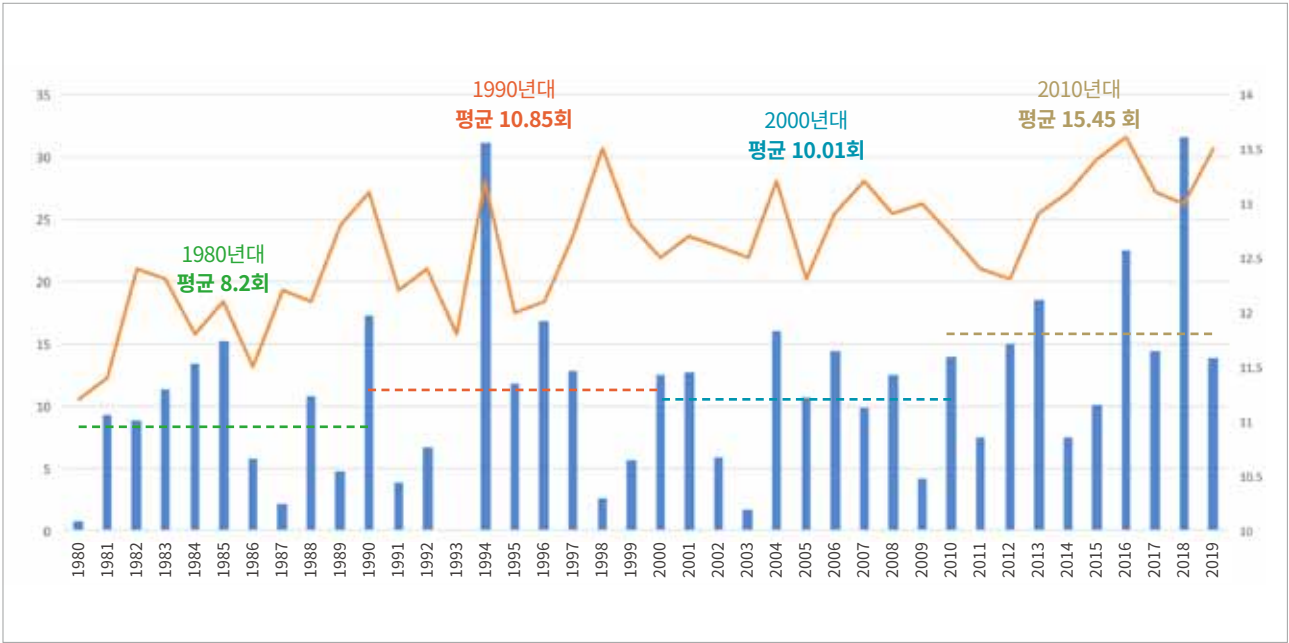


도표 2-1. 한국의 폭염일수 및 연평균 기온(1980~2019) (출처:기상청 기상자료개방 포털 기후통계 재구성)

한국에서 폭염 변화 전망

기후변화가 예상보다 더 빠르게 진행되고 있음에도 불구하고, 온실가스 배출 감축을 위한 노력이 수행되었을 때와 아닐 때의 건강 피해 차이가 크기에 기존 연구의 시나리오를 통해 어떤 피해가 예상되는지를 알고 해결을 위해 노력하는 것은 중요하다.

기상청의 2018년 보고서는 연평균 기온이 1981~2010년에 비해 21세기 말(2071~2100년)까지 다음과 같은 양상으로 상승할 것으로 내다봤다.³⁹

시나리오	세계 기온 상승	동아시아 기온 상승
RCP 2.6	1.3도	1.2도
RCP 4.5	2.4도	2.4도
RCP 6.0	2.7도	2.5도
RCP 8.5	4.0도	3.8도

도표 2-2. RCP 시나리오별 세계 및 동아시아 기온 상승폭 (출처: 기상청, 2018, 한반도 기후변화 전망 분석서)

동아시아 지역에서는 기온이 낮은 고위도로 갈수록 미래의 기온 상승폭이 크게 나타나며(그림 1-3), 특히 우리나라에 근접한 만주, 연해주, 캄차카 반도 연안 등의 극동아시아에서 기온 상승폭이 크게 나타나고 있다.

한반도의 연평균 기온은 다음과 같이 세계 및 동아시아의 기온 변화 추정치보다 더 큰 폭으로 상승할 것으로 전망된다.

시나리오	세계 기온과 비교	동아시아 기온과 비교
RCP 2.6	1.4배	1.5배
RCP 4.5	1.2배	1.2배
RCP 6.0	1.1배	1.2배
RCP 8.5	1.2배	1.2배

도표 2-3. 한반도 연평균 기온과 RCP 시나리오별 세계 및 동아시아 기온 상승폭 비교표(출처: 기상청, 2018, 한반도 기후변화 전망 분석서)

1904~2000년의 한국 기온 데이터를 분석해 보면, 해당 기간 연평균 기온이 1.5°C 상승하여 지구 전체보다 빠른 속도로 온난화가 진행됨을 알 수 있다. 이러한 기온 상승을 초래하는 것은 지구 온난화와 도시화이다. 연구에 따르면 도시화는 기온 상승에 20~30%의 기여를 하는 것으로 파악된다.⁴⁰

남한만을 살펴볼 때, 현재 기후값(2001-2010년)에서 연평균기온이 가장 높은 지역은 제주특별자치도와 부산광역시로 14.4°C이며, 가장 낮은 지역은 강원도로 8.9°C이다. 아래 표는 지역별로 남한 17개 광역시 도별 미래 기후변화 전망을 예측한 결과이다.⁴¹

시나리오	21세기 후반기(2071-2100년) 전망
RCP 2.6	<ul style="list-style-type: none"> 연 평균기온이 부산광역시와 제주특별자치도에서 15.8°C로 가장 높고, 강원도에서 10.3°C로 가장 낮을 것으로 전망됨 연 평균기온이 가장 크게 상승하는 지역은 인천광역시(+0.20°C/10년), 가장 작게 상승하는 지역은 대전광역시, 세종특별자치시, 충청북도, 경상남도(+0.16°C/10년)이며, 지역별 상승 경향의 차이가 크지 않음.
RCP 4.5	<ul style="list-style-type: none"> 연 평균기온이 부산광역시와 제주특별자치도에서 16.4°C로 가장 높고, 강원도에서 11.1°C로 가장 낮을 것으로 전망됨 연 평균기온이 가장 크게 상승하는 지역은 인천광역시(+0.31°C/10년), 가장 작게 상승하는 지역은 부산광역시, 울산광역시, 경상북도, 경상남도, 제주특별자치도(+0.25°C/10년)로 지역별 상승 경향의 차이가 크지 않음
RCP 6.0	<ul style="list-style-type: none"> 연 평균기온이 부산광역시와 제주특별자치도에서 16.6°C로 가장 높고, 강원도에서 11.3°C로 가장 낮을 것으로 전망됨 연 평균기온이 가장 크게 상승하는 지역은 인천광역시(+0.31°C/10년), 가장 작게 상승하는 지역은 부산광역시, 대전광역시, 세종특별자치시, 충청북도, 경상북도, 경상남도, 제주특별자치도(+0.28°C/10년)로 지역별 상승 경향의 차이가 크지 않음.
RCP 8.5	<ul style="list-style-type: none"> 연 평균기온이 부산광역시에서 18.3°C로 가장 높고, 강원도에서 13.0°C로 가장 낮을 것으로 전망됨. 연 평균기온이 가장 크게 상승하는 지역은 인천광역시(+0.54°C/10년), 가장 작게 상승하는 지역은 제주특별자치도(+0.48°C/10년)로 지역별 상승 경향의 차이가 크지 않음.

도표 2-4. 남한 17개 광역시 도별 미래 기후변화 전망 (출처: 기상청, 2018, 한반도 기후변화 전망분석서)

※우측 표는 남한 행정구역별 미래 기후변화 전망에서는 한반도의 고해상도(1km) 격자형 관측자료가 존재하는 최근 10년(2001-2010년)의 평균값을 현재 기후로 정의하여 예측한 결과

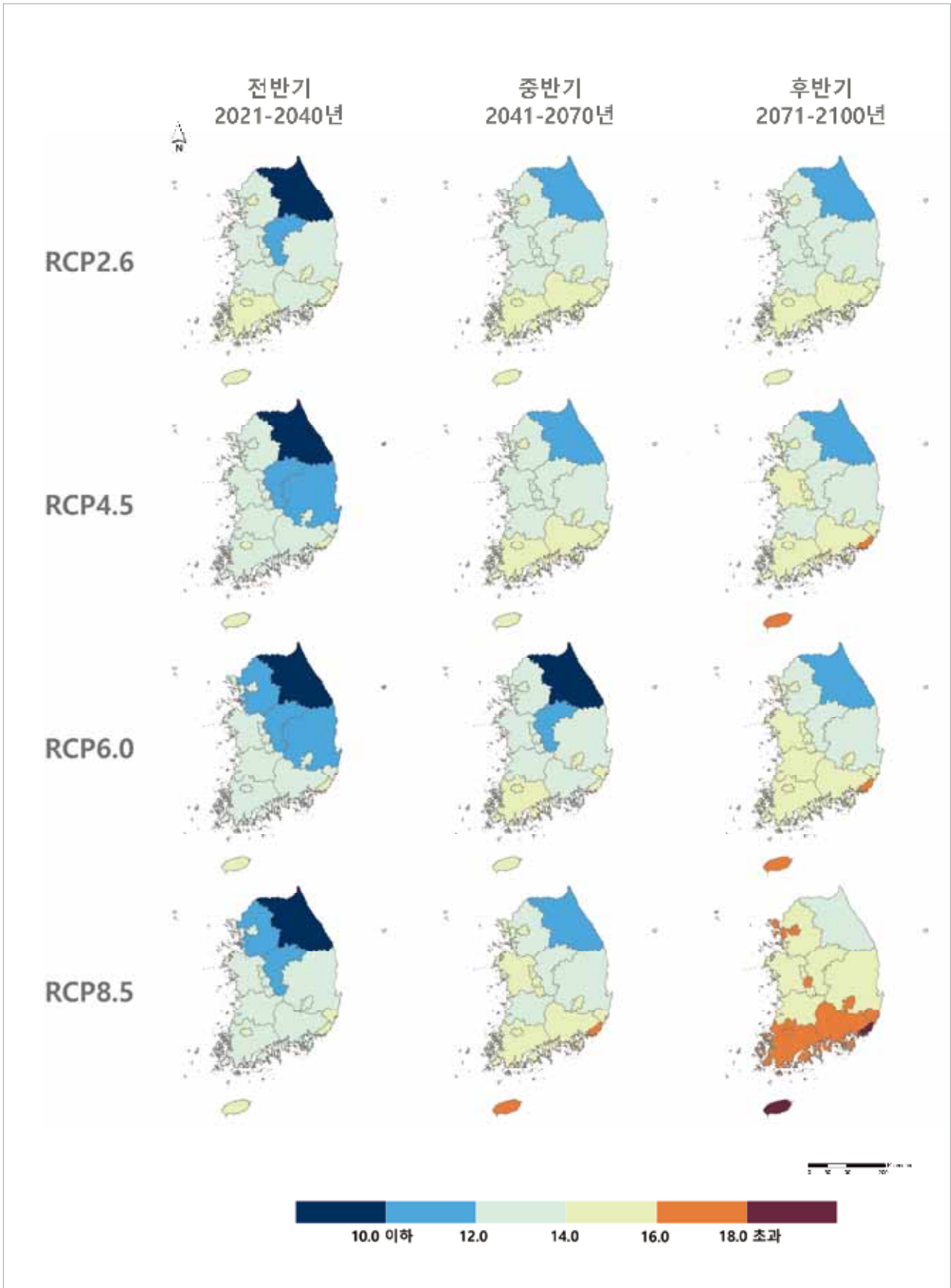


그림 2-1. 남한 광역시도별 연평균기온 전망(출처: 기상청, 2018, 한반도 기후변화 전망분석서)

하루 중 최고온도가 33°C를 초과하는 날을 폭염일이라고 정의할 경우, 2018년에는 31.4일, 2019년에는 13.3일이었다. 기상청에 따르면 우리나라 연평균기온을 온실가스 농도 변화를 이용한 대표농도경로(RCP, Representative Concentration Pathway) 시나리오로 전망했을 때, 전 지구 및 동아시아 연평균기온보다 상승폭이 더 클 것으로 전망했다. 특히 폭염일수는 현재 연간 10.1일에서 RCP 8.5 시나리오의 경우 21세기 후반에는 35.5일로 여름철의 30% 이상이 폭염일에 해당할 것으로 전망했으며, 기온이 높은 저지대를 중심으로 큰 폭으로 증가할 것으로 전망했다.⁴²

한편 2020년부터 도입되는 새로운 폭염의 정의는 기온이 아니라 체감온도를 기준으로 삼고 있다. 이런 기준 변경은 폭염은 습도의 영향을 많이 받는데, 이같은 점이 제대로 반영되지 않아 그동안의 폭염 특보가 실제 사람에게 미치는 영향을 제대로 반영하지 못한다는 지적에 따른 것이다. 이 정의에 따르면 2018년 폭염일수는 34.8일, 2019년은 17일이다. 2018년의 폭염일수는 2071~2100년 사이의 평균 폭염일수로 예상되는 수치를 이미 넘어섰다. 이 시기 예상 폭염일수는 20~25일로, RCP 8.5 시나리오에서는 그리 머지않은 미래의 일이다.⁴³

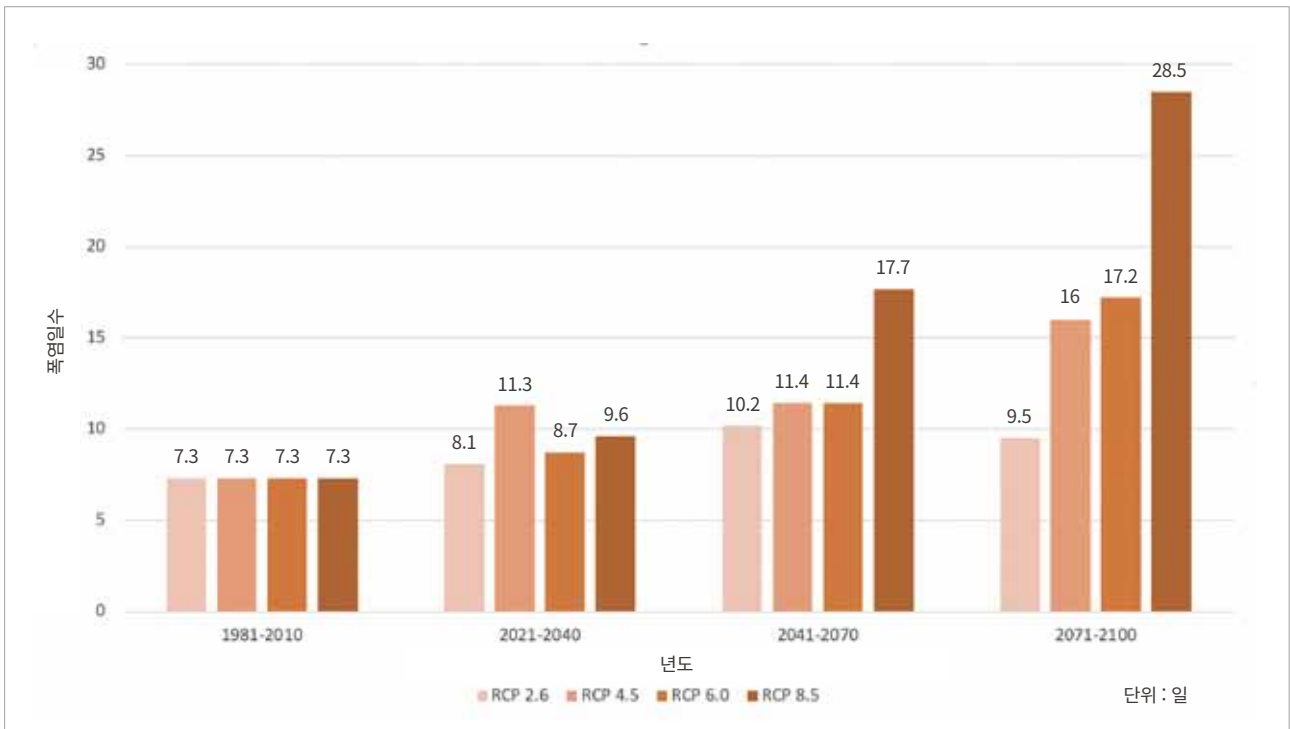


도표 2-5. 한반도의 시나리오별 폭염일수 전망 (출처:기상청, 2018, 한반도 기후변화 전망 분석서. 재구성)

한반도의 열대야는 2018년에 17.7일을 기록했는데, 이는 RCP 8.5 시나리오에서 2041~2070년에 도달할 것으로 예상한 정도에 이미 이른 것이다. 그 해만 예외적이었던 것이 아니다. 기상청은 2020년 열대야 일수가 12~17일 정도일 것이라고 예견했다.⁴⁴ 17일이라는 숫자 역시 RCP 8.5 시나리오에서 2071~2100년 기간에 벌어질 것이라 예측했던 정도에 매우 근접한 것이다. 현재 기상청에서 제공, 예측하는 공식적인 폭염, 열대야 수치보다 훨씬 더 빠르고 심각하게 폭염과 열대야가 일어나고 있음을 알 수 있다.(도표 2-6)

2019년에 환경부는 폭염이 미치는 영향이 심대함을 깨닫고 기초지방자치단체 229개를 폭염 위험 정도에 따라 5개 범주(매우 높음, 높음, 보통, 낮음, 매우 낮음)로 분류하는 작업을 진행했다. 2001~2010년에는 69개 지역이 ‘높음’ 이상의 위험 지역으로 분류됐으나, 2021~2030년 기간에는 이 수치가 126으로 늘어날 것으로 전망된다. 한국이 폭염과 관련한 위험에 점점 더 빠르게, 많이 노출되고 있음을 잘 보여주는 사례다. 또한, VESTAP⁴⁵을 통해 기후변화에 따른 폭염의 건강 취약성을 평가한 결과, RCP 8.5 시나리오에 따르면 우리나라에서 2040년대에 폭염에 가장 취약한 곳은 대구로 나타났다.

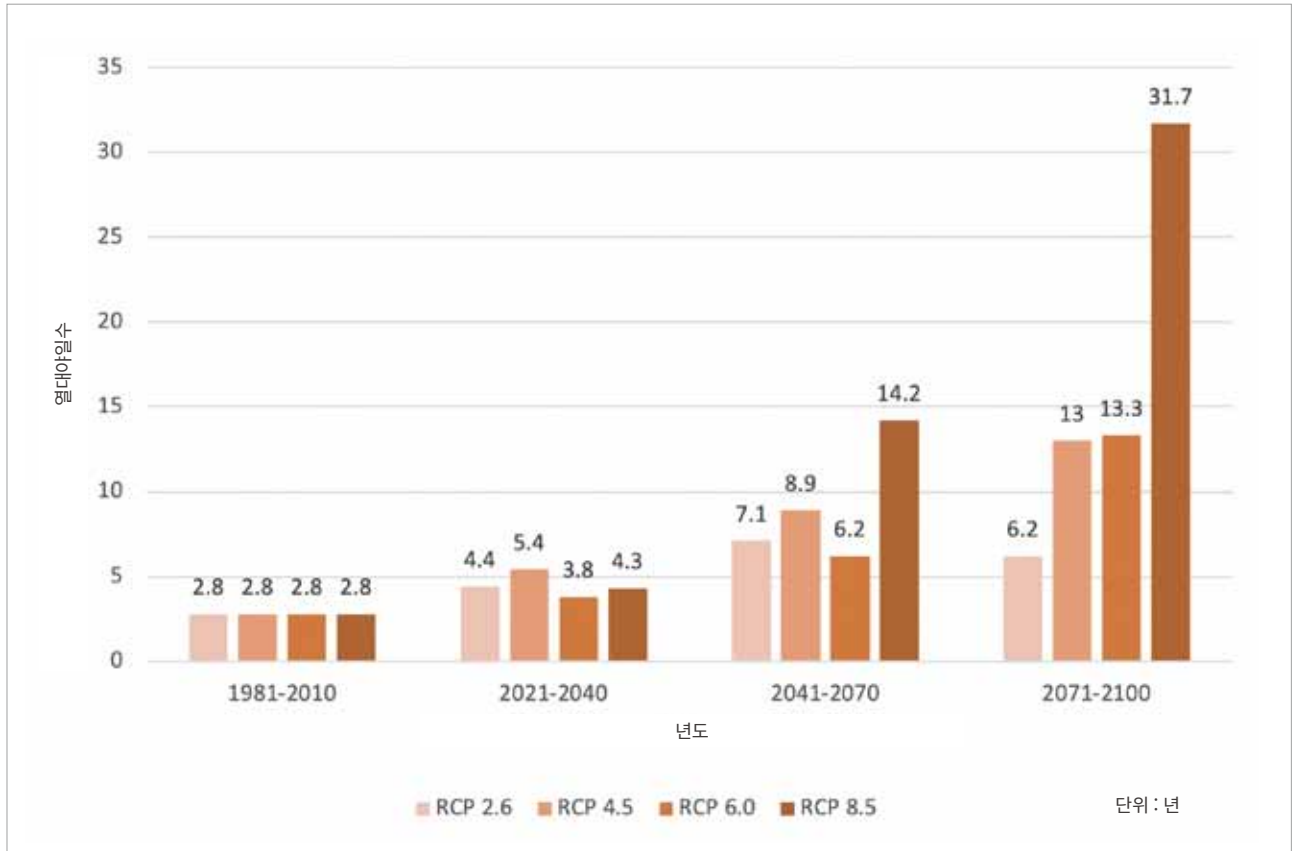


도표 2-6. 한반도의 시나리오별 열대야일수 전망(출처:기상청, 2018, 한반도 기후변화 전망 분석서. 재구성)

2.2 폭염으로 인한 건강 피해

기후변화가 몰고 올 수많은 피해와 영향 중에서도 특히 인간의 건강에 어떤 영향을 미칠지에 대해 일반 대중과 학계 모두에서 우려가 커지고 있다. 의학 분야 최고 저널 중 하나인 <랜싯(the Lancet)>은 2015년 이래 수행된 기후변화와 보건 관련 연구의 진전 상황을 추적하기 시작했다. 해마다 나오는 보고서들은 기후변화가 인간의 건강에 미치는 광범위한 영향에 대해 시급히 이해해야 할 필요성을 강조한다. 이렇게 영향을 받는 영역에는 개인의 육체적·정신적 상태, 농작물 생산과 영양 섭취, 감염병, 공중 보건 부문 등이 포함된다.

지구 날씨 변화가 인간의 건강에 미치는 가장 시급하고도 직접적인 영향은 세계 평균 온도가 꾸준히 상승하고 폭염의 횟수, 강도, 지속성이 늘어난다는 데서 찾을 수 있다.⁴⁶ 폭염은 인적 피해와 물리적 피해(시설물 파괴)를 동시에 일으키는 태풍, 호우, 폭설 등의 자연재난과는 달리 그 피해가 주로 건강 및 생명과 연관되기 때문이다.⁴⁷

인체가 강한 더위에 노출됨으로써 발생하는 병리 생리학적 결과는 이미 충분히 많은 연구를 통해 기록되었고 잘 이해되고 있다. 인체의 체온 조절 기능은 인간이 적절한 체온을 유지할 수 있도록 스스로 조절함으로써 외부 환경으로부터 몸을 보호하는 중요한 메커니즘이다. 과도한 열에 노출되면 이러한 조절 시스템이 작동되지 않는 상황이 벌어지며, 결국 체온이 정상체온으로부터 멀어지게 된다.⁴⁸ 폭염은 더위로 인한 탈진과 그에서 이어지는 열사병, 또 탈수와 전해질 장애 같은 증상을 초래하기도 하지만, 체온 조절 기능이 제대로 작동하지 않은 채 방치되면 급성 신부전이나 울혈성 심부전처럼 신체 조직 손상이나 조절 시스템 실패 증상이 나타나 치명적인 상황으로 이어질 수 있다.⁴⁹



© K.Chae / Greenpeace

폭염으로 인한 건강 영향 중 열사병, 열탈진, 열피로 등의 온열질환이 가장 많고, 신장질환(급성신장손상, 요로결석 등)과 심뇌혈관질환이 폭염과 관련 있는 질환으로 알려져 있다. 또한 고온은 정신질환으로 인한 사망이나 자살과 관련성이 높다. 폭염과 질병의 직접적 연관성을 보여주는 연구는 많지 않으나, 온열질환, 인플루엔자, 신장질환, 허혈성심장 질환과 기온은 응급입원과 유의한 연관성을 보였다. 보통 당일부터 하루내지 이틀 내로 강한 연관성을 보였다. 또한 어지럼증, 미네르병, 대상포진도 기온과 유의한 연관성이 있다.⁵⁰

즉, 폭염은 단순히 불쾌한 날씨로 그치는 것이 아니라 우리의 건강과 생명에 직간접적으로 치명적일 수 있다.

체온이 상당 기간 고온으로 유지되면, 만성 폐 질환, 심장이나 신장 장애 같은 기왕의 증상을 악화시키고 정신질환까지 악화시키게 된다.⁵¹ 2003년 유럽 폭염으로 인해 유럽은 250~300년 만에 가장 더운 여름 기록을 세웠으며,⁵² 7만 명 이상의 초과 사망자가 발생했다.⁵³ 극도로 높은 온도는 심혈관 질환과 호흡기 질환으로 인한 사망에 직접적인 영향을 미치며, 특히 노인들 사이에서 그렇다. 또 높은 온도는 이러한 질환을 악화시키는 오존 등 대기 오염 물질의 농도를 증가시킨다. 꽃가루를 비롯한 공기 중의 알레르기 유발 물질들의 수치 또한 극도의 고온에서 더 높아진다. 이러한 환경은 세계 약 3억 명의 사람들에게 영향을 미치는 천식을 유발할 수 있다. 현재의 온도 상승 추세는 이러한 위험을 악화시킬 것으로 예상된다.⁵⁴

	증상	대처
열 경련	<ul style="list-style-type: none"> • 다량의 땀흘림 • 고통스러운 근육 경련이나 쥐남 	<ul style="list-style-type: none"> • 몇 시간 동안 운동 중단 • 시원한 곳으로 이동 • 물, 주스, 스포츠 음료 섭취 • 경련이 한 시간 이상 지속하면 의사 찾기
열 탈진	<ul style="list-style-type: none"> • 다량의 땀흘림 • 무력감, 피로감 • 두통, 어지럼증 • 구역질이나 구토 • 기절 • 과민반응 • 갈증 • 소변량 감소 	<ul style="list-style-type: none"> • 에어컨이 작동하는 곳으로 이동 • 편안하게 눕기 • 옷을 느슨하게 하거나 가벼운 옷으로 갈아입기 • 알코올이 들어있지 않은 시원한 음료를 섭취 • 시원한 물로 샤워나 목욕, 혹은 시원한 물을 적신 천으로 최대한 많은 부위를 닦기 • 증상이 한 시간 이상 지속하거나 더 심해지는 경우, 혹은 환자가 심장병이나 고혈압 증상이 있는 경우 의사 찾기
열사병	<ul style="list-style-type: none"> • 매우 높은 체온 • 정신상태 변화 • 육신거리는 두통 • 구역질 • 어지럼증 • 뜨겁고 건조한 피부, 혹은 과다 발한 • 의식불명 	<ul style="list-style-type: none"> • 응급 상황이므로 즉시 119에 전화하여 지시를 따라야 함 • 모든 수단을 동원하여 환자의 체온을 낮추기: 찬 천으로 감싸기, 차가운 물에 넣기, 차가운 호스로 물 뿌리기 등 • 몸을 식힌 다음 시원한 장소로 옮기기 • 어떠한 음료도 주지 말 것 • 통제할 수 없는 근육 수축이 일어날 때 환자가 안전하도록 주의하며, 입에는 아무것도 넣지 말 것 • 구토를 할 경우 머리를 한쪽으로 돌려 기도를 확보할 것

도표 2-7. 더위와 관련한 질환의 증상을 바로 알기 (출처: 미국 질병통제예방센터 (CDC), 2016)

폭염으로 인한 질병률과 사망률

폭염으로 인한 질병률과 사망률에 관련한 기존 연구를 살펴보기 전에, 폭염이 건강에 미치는 영향은 과소평가되는 경향이 있다는 점부터 지적해야 한다. 기존 질병이 폭염으로 인해 악화하거나 사망으로 이어지기도 하지만, 이러한 질환을 진단하는 시점에서 폭염의 영향이 고려되지 않는다는 점 때문이다.⁵⁵ 실제로 관상동맥과 뇌혈전증 증상은 열사병 증상과 유사하다.⁵⁶ 그뿐만 아니라, 폭염이 건강에 미치는 영향에 대한 인식 부족이 그 실제 영향을 과소평가하는 원인이 된다는 점이 지적되어 왔다.⁵⁷ 서울대 예방의학과 홍윤철 교수 연구팀은 정부가 집계하는 폭염 사망자 수가 실제보다 훨씬 과소평가되어 왔음을 발견했다. 2016년 폭염 때 질병관리본부는 열사병으로 17명이 사망했다고 발표하였으나, 이번 연구에서는 당시 실제로 20배가 많은 343명의 사망자가 열사병과 관련이 있었음을 확인할 수 있었다. 이렇게 집계 숫자에 차이가 나는 이유는, 폭염에 노출된 이후 열 스트레스나 뇌졸중으로 사망한 환자들이 폭염 관련 사망자로 집계되지 않기 때문이다.⁵⁸ 이 논문에서 이를 초과사망자수로 지칭한다. 이는 어떤 특정한 노출로 인한 사망자 수가 그 특정한 노출이 없었을 때 기대되는 사망자보다 더 많이 발생한 사망자 초과분을 의미한다. 초과사망을 산정하는 비교적 간단한 방법으로는 폭염이 발생한 날 또는 폭염이 지속하는 동안의 사망자 수를 전년 또는 평년과 비교하여 산출하는 것이다.⁵⁹

질병관리본부는 무더운 계절에 온열질환자가 얼마나 발생하는지 조사해 발표한다. 2018년에는 온열질환자가 4,526명, 사망자가 48명에 달해 온열질환 감시체계가 시작된 2011년 이래 최대 기록을 세웠다. 2018년은 폭염일수 31.4일로 이 역시 최고 기록이었다. 기상청 보고서에 따르면, 3,384명의 희생자를 발생시킨 1994년 폭염은 지금까지 벌어진 기후 재앙 중에서 가장 큰 피해를 초래했고 사망자 수에서도 1위이다.⁶⁰ 이런 사태가 벌어진 1994년 한국의 폭염일수는 31.1일로, 연평균 폭염일수 10.1일의 세 배에 달했다.⁶¹

위와 같은 사실을 고려하면, 폭염과 인간의 건강은 긴밀한 관계에 있음을 알 수 있다. 더위와 죽음 간의 상관관계에 대해 더 자세히 살펴보려면, 기후변화의 양상과 특정 지역에서 발생하는 폭염 관련 사망자 수 사이의 관련성을 예측한 연구를 참고할 수 있다. 예컨대 서울에서 더위와 관련한 사망자는 2001~2010년 인구 10만 명당 0.7명이었으나, 앞으로 전개될 기후 시나리오를 고려하면, 2036~2040년이 되면 그보다 1.5~2배 늘어날 것으로 예측된다.⁶² 또 2000년부터 2011년까지 여름철(6~8월) 기간에 서울의 25개 구에서 취약계층을 대상으로 하여 기후변화가 사망률에 미치는 영향을 살펴본 연구도 있다. 여기에서는 호흡기 및 심혈관 질환으로 사망한 65세 이상 인구와 높은 온도 사이에 긍정적인 상관관계가 나타났다.⁶³

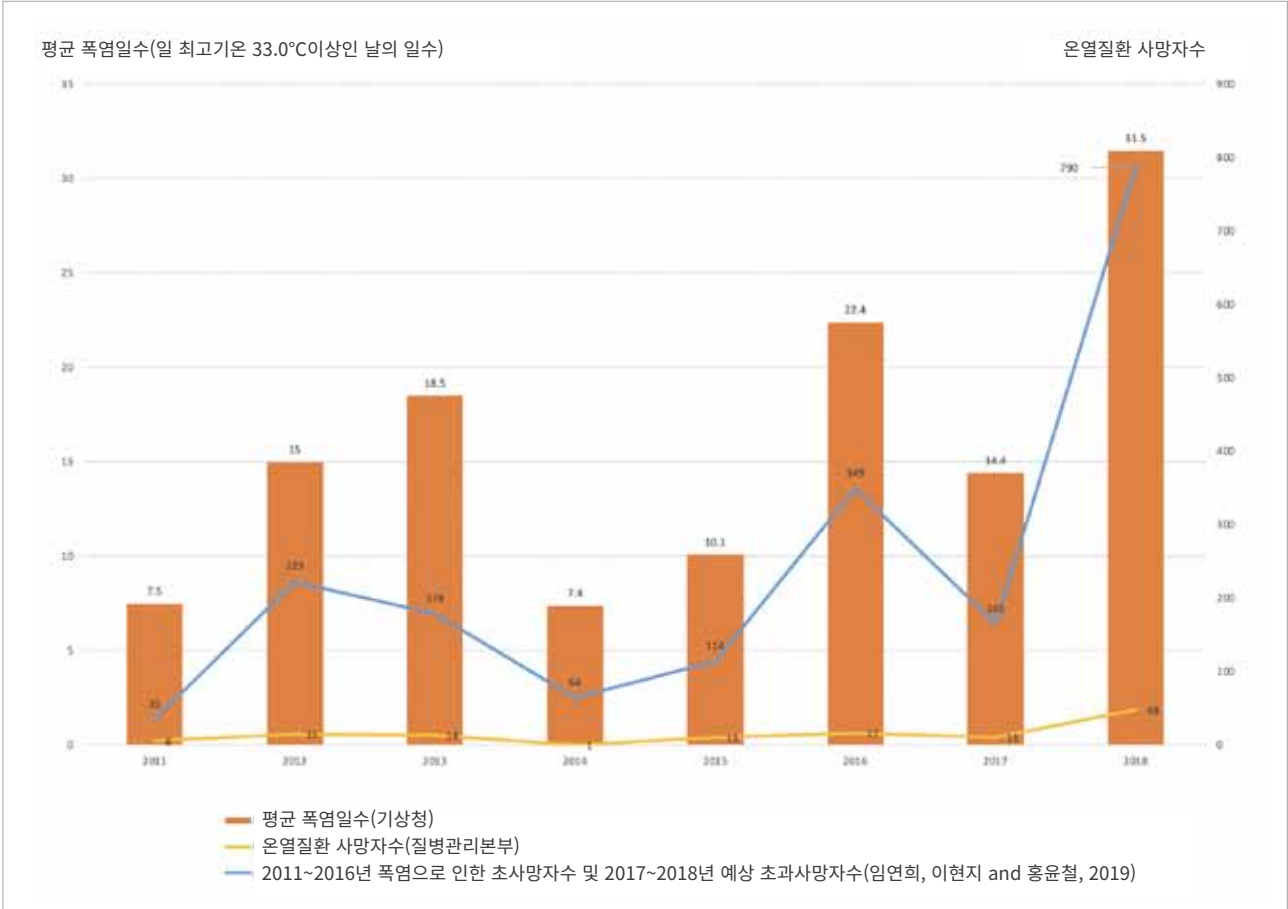


도표 2-8. 2011-2018년 연도별 평균폭염일수, 연평균 기온, 온열질환 사망자수 및 폭염에 따른 사망자수 추정 (출처: 임연희, 이현지 and 홍윤철, 2019 재구성)

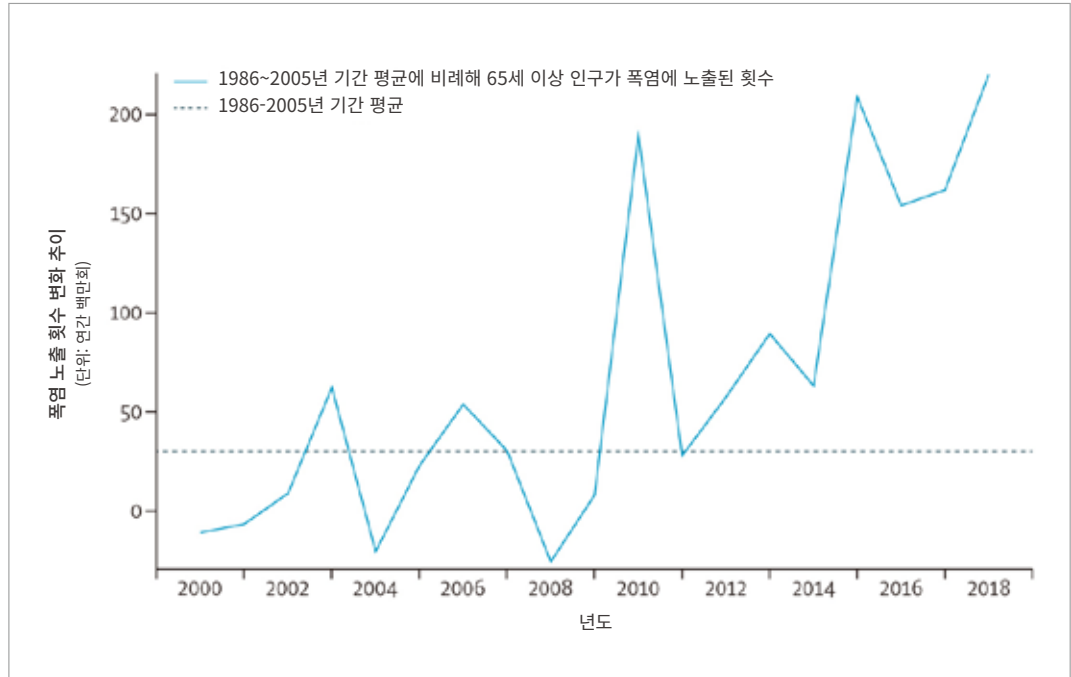
2.3 폭염 취약계층

폭염은 같은 대기권에서 같은 날씨의 영향을 받는 우리 모두의 건강을 위협하지만, 그중에서도 특히 더 많이 노출된 취약계층들이 있다. 국민건강보험 데이터를 활용하여 기후변화 영향별 가이드라인을 데이터베이스화한 연구에서는 폭염에 민감한 취약집단은 65세 이상 노인, 유아 및 어린이, 심뇌혈관 질환이나 호흡기계 질환 등 만성질환자, 장애인, 노숙인, 직업상 노출이 많은 사람으로 나타났다.

노인층

65세 이상 인구는 극심한 더위가 건강에 가하는 위협에 특히 취약하다.⁶⁴ 이들은 인구 전체보다 4배 더 취약한 것으로 파악된다.⁶⁵ 2018년에 이 취약계층이 세계에서 폭염에 노출된 경우는 2억 2천만 건에 이른다.⁶⁶ 한국은 세계에서 고령화가 가장 빨리 진행되는 나라 중 하나다. 한국인 전체 인구 중 65세 이상 인구는 2018년에 14.3%였으나 2019년에는 14.9%로 늘었다. 2020년에는 이 비율이 15.7%에 이르며,⁶⁷ 2025년에 20%로, 2051년에 40% 이상으로 빠르게 증가할 것으로 전망된다.⁶⁸ 당뇨병, 심혈 질환, 호흡기 질환, 신장 질환 등의 기저질환을 앓는 노인층은 폭염에 특히 더 취약하다. 한국에서 당뇨병 등 만성질환을 앓고 있는 노인 비율은 2017년 기준으로 25.9%에 이른다.⁶⁹ 2018년에 사망한 65세 이상 인구의 사망 원인 중 심혈관 질환은 두 번째였다.⁷⁰

도표 2-9. 65세 이상 인구가 폭염에 노출된 횟수의 추이. 아랫쪽 기준선은 1986~2005년 기간 평균 노출 수 (출처: Watts et al., 2019)



어린이

어린이들은 외부 온도의 변화에 대응하는 능력이 제한적이기 때문에 폭염에 민감하다. 폭염 상황에서 제대로 돌보지 않으면 전해질 불균형, 발열, 호흡기 질환, 신장 질환 등의 위험이 커진다.⁷¹ 폭염 상황에서 전해질 불균형 문제로 응급실을 찾는 0~4세 어린이들의 숫자는 급격히 늘고 있다(상대위험도* 1.19, 95% 신뢰구간에서 1.10~1.30).⁷² 호흡기 질환으로 병원을 찾는 4~17세 아동·청소년들의 상대위험도도 통계적으로 높은 것으로 나타났다(상대위험도 1.741, 95% 신뢰구간에서 1.524~1.990).⁷³

*상대위험도: 역학 연구에서 어떤 인자가 존재하거나 그 인자에 노출된 군과 그렇지 않은 군 사이의 질병 발생 정도를 비교한 정도.

- 상대위험도 > 1 이상 : 의심되는 위험요인의 노출이 결과의 발생을 촉진한 것
- 상대위험도 = 1 : 위험요인에 대한 노출과 비노출이 결과의 발생에 영향을 주지 않는 것
- 상대위험도 < 1 : 위험요인에 대한 노출이 결과의 발생을 예방하는 효과가 있다는 것



도시 야외노동자

도시 야외노동자들은 폭염 상황에서 더위와 햇빛에 직접 노출되기 때문에 특히 취약한 집단이다. 세계은행 자료에 따르면, 한국인의 81%가 도시 지역에 거주한다.⁷⁴ 도시에서는 자연적인 지표면 대신 열을 가둬두는 콘크리트나 아스팔트 같은 재질이 땅을 덮게 되고, 이에서 비롯되는 열섬현상은 폭염을 증폭시킨다. 한국 인구는 여름 평균 기온 변화가 세계 평균보다 4배나 높아 더위 노출이 많은 지역에 집중되어 있다.⁷⁵ 실내에 머무르는 사람들은 에어컨과 같이 폭염에 대응할 수 있는 장비를 사용함으로써 온열질환을 피하고 보호받을 수 있다. 그러나 에어컨 외부기에서 배출되는 열이 야간 온도를 1도 이상 올릴 수 있다는 점도 무시해서는 안 된다.⁷⁶

취약 인구

장애인, 사회적 고립 상태의 주민(독거자, 한국어 불능자), 빈곤 상태의 주민(빈곤자, 노숙자, 격리자) 등은 폭염 피해에 더욱더 쉽게 노출된다. 환경부가 2019년 8월에 229개 기초자치단체의 2021~2030년 폭염 위험도⁷⁷를 전망해 펴낸 보고서는 한국의 지역에서 발생하는 폭염 피해가 어떤 방식으로 나타나는지를 보여준다. 폭염이나 혹한 등의 '위험도(risk)'는 2014년에 발간된 '기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC*)' 제5차 보고서에 제시된 개념이며 위해성, 노출성*, 취약성** 간의 상호작용에 의해 발생하는 영향 정도를 의미한다.⁷⁸ 기후변화의 노출성이나

* 노출성(exposure): '사람이나 사물이나 장소나 환경적으로 기후변화 피해에 노출 정도(65세 이상 비율, 독거노인 비율, 야외노동자 비율 등 7개 세부지표)

** 취약성(vulnerability): 기후변화 피해에 민감한 정도나 대응능력 부족 정도(도시화면적비율, 재정자립도, 인구당 응급의료기관수 등 10개)

취약성에 따라 위험도가 지역별로 달리 높아지는데, 폭염 위험도가 매우 높은 지역은 2001~2010년의 19곳에서 2021~2030년에 48곳으로 늘어나고, 높음 지역도 50곳에서 78곳으로 늘어날 것으로 예상된다.⁷⁹ 또한, 지역별로 차등을 보이는데 질병관리본부(2018)에 따르면 65세 이상 인구, 독거노인, 기초생활수급자, 등록장애인 비율이 높은 시군구에서 온열질환 외래환자 발생위험이 높았다. 특히 전라남북도가 온열질환 취약지역에 포함되는 시군구가 많았으며 상대위험도는 2.15였다.⁸⁰

코로나19 관련 환자와 의료진

현재 넓게 퍼지고 있는 코로나바이러스 감염증(코로나19)은 2020년 여름의 폭염 피해를 증가시킨다. 코로나19 환자들 사이에 흔한 합병증에는 고혈압, 심혈관 질환, 만성폐쇄성폐질환(COPD) 등이 있다.⁸² 이러한 만성 질환은 폭염이 질병을 불러올 가능성이 있는 위험 요소들과 동일하다.⁸³ 감염 현장에서 개인 보호 장비를 착용해야 하는 실외 보건 종사자와 보조원의 경우 열 스트레스가 크게 증가한다. 세계보건기구는 코로나19가 휩쓰는 기간에 폭염에 대해 더욱 단단히 준비해야 한다고 촉구한다. 즉 무더위가 본격적으로 시작되기 전에 이에 대비해 인적 조정과 시설 대비를 강화해야 하며, 보건 종사자들은 자신이 직면하게 될 더위 위험에 대해 인식해야 하며,⁸⁴ 시민들은 스스로 폭염 노출을 줄여서 의료 분야의 부담을 덜어주어야 한다.

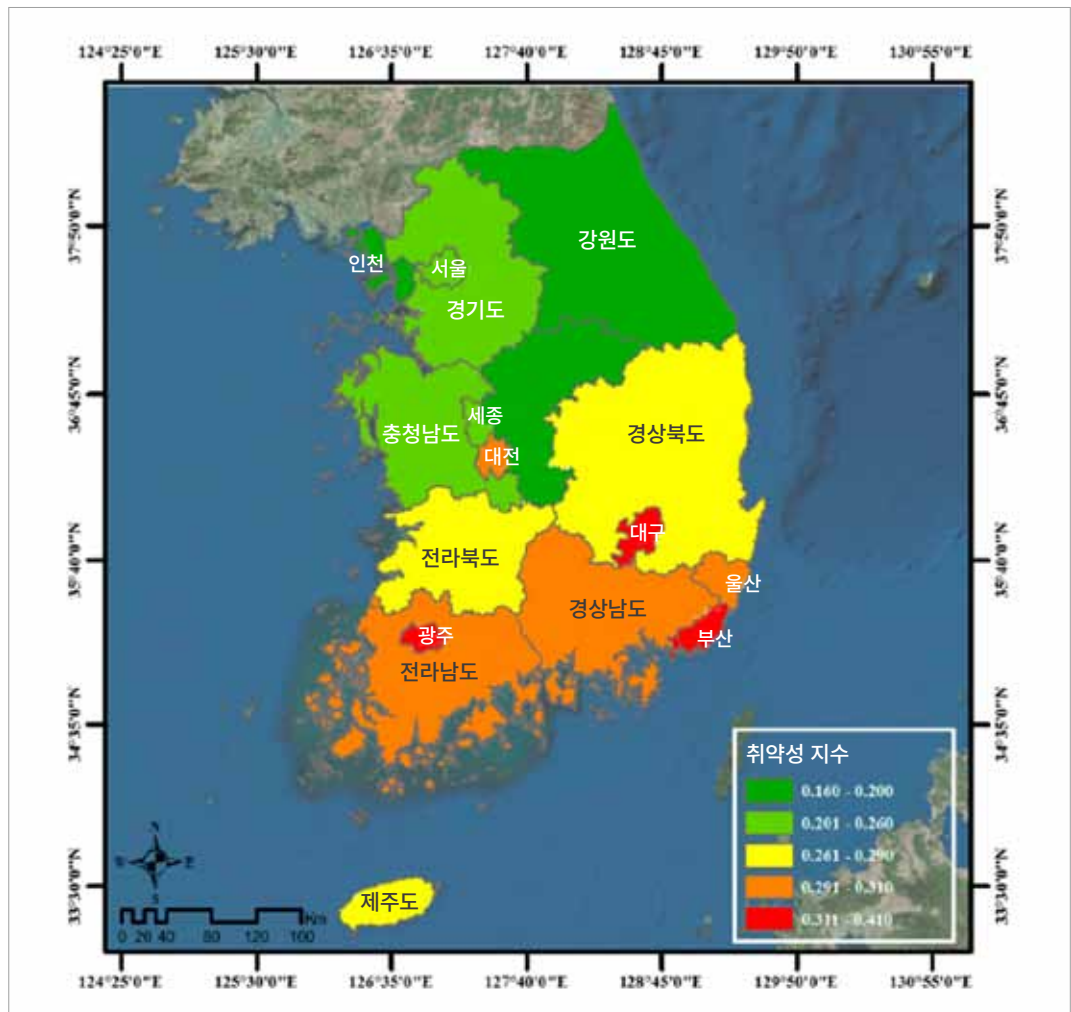


그림 2-2. 폭염에 대한 건강 취약성 평가 결과(RCP 8.5 시나리오, 2040년대) (출처: 환경부, 2020: Oh et al., 2017 재인용⁸¹)

기온 상승이 건강에 미치는 기타 영향들

3



폭염으로 인한 직간접적 건강 영향 외에도, 지구 온난화로 인한 기온 상승이 우리의 건강에 미치는 영향들은 전혀 예상치 못한 곳에서도 일어날 수 있다. 다음에 소개된 내용 외에도 기후변화와 기온 상승이 우리의 건강에 미치는 영향에 관한 더 많은 연구가 향후 이뤄질 것으로 예상된다.

전염병

세계보건기구에 따르면, 기후 조건은 수인성 질병과 곤충, 달팽이 또는 다른 냉혈동물들을 통해 전염되는 질병에 큰 영향을 미친다. 기후변화는 주요한 벡터 매개 질병(감염매개체가 옮기는 질병)들의 전염 기간을 연장하고 지리적 파급 범위를 확장할 가능성이 있다.

한국 환경부는 2005년 '기후변화와 감염병 환자 동향의 상관관계'에 대한 연구를 진행했다. 그 결과, 말라리아, 쯤쯤가무시, 세균성이질, 렙토스피라, 뎅기열 등을 비롯한 감염병 환자 추세가 기후변화와 상관관계를 보인다는 결론을 내렸다. 또한 한국에 대한 연구들 모두에서 기후변화가 벡터 매개 질병의 발생에 영향을 미친다는 점이 분명하게 드러났다.⁸⁵ 한국의 벡터 매개 질병은 특히 기온 상승과 강한 상관관계가 있었는데, 기온 상승은 병원체의 전파 기간, 전파 강도, 분포 변화 등에 영향을 미치기 때문이다. 한 연구진이 한국의 벡터매개질병 발생과 기온 상승의 상관관계를 조사한 결과, 기온 1°C가 오를 때 5종의 매개 질병(쯤쯤가무시, 렙토스피라, 말라리아, 비브리오장염, 세균성이질)의 평균 발생률이 4.27% 증가하는 것으로 예측되었다.⁸⁶ 또 다른 연구자의 조사에 따르면, 1995~2017년 사이 한국에서 수행된 기온과 사망 및 심뇌혈관질환 외 건강 영향에 대한 총 57편 중 곤충·동물 매개 감염병이 14건 중 이 중 약 3분의 2에 해당하는 9편은 말라리아만을 대상으로 한 연구였다. 이 연구들은 대부분 기온이 오르면 말라리아 발생이 증가한다는 점을 확인하였다.⁸⁷

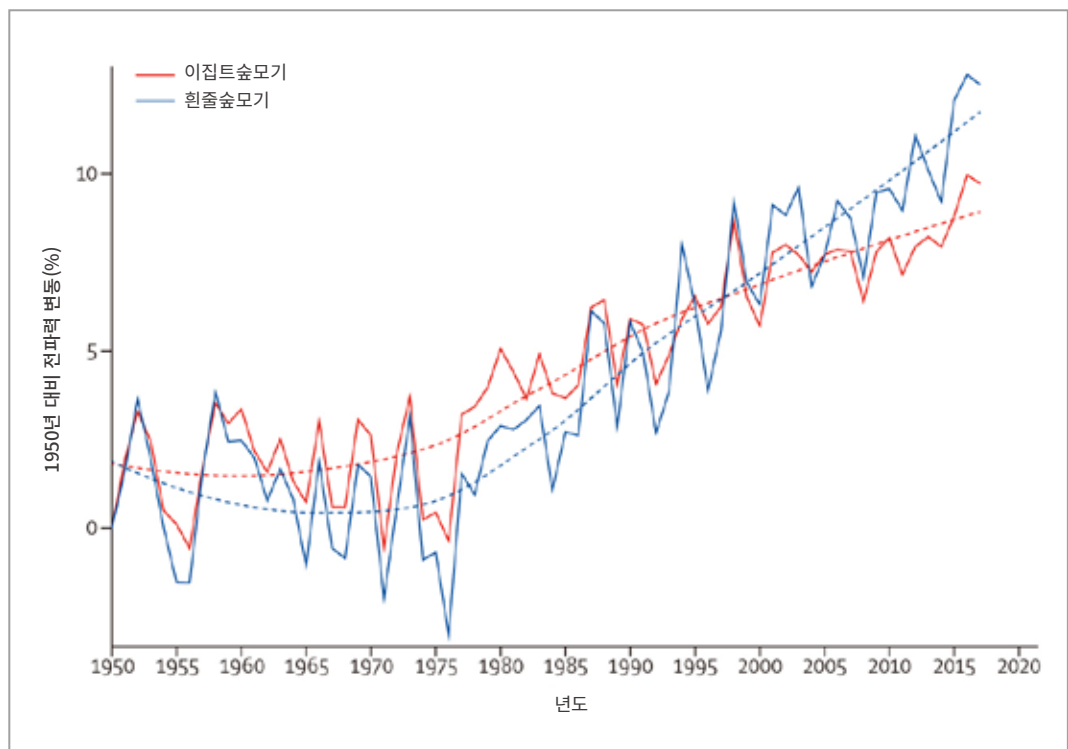


도표 3-1. 1950년 대비 뎅기열 바이러스의 매개체인 이집트숲모기와 흰줄숲모기의 세계적 전파력 추이 (출처: Watts et al., 2019)

대기오염

기후변화로 인해 북미, 지중해, 중앙아시아 및 고위도 지역에서 산불이 발생할 위험이 커지고 있다.⁸⁸ 최근에는 호주에서 2019년 9월부터 2020년 3월까지 7개월간 산불이 발생했고, 러시아 시베리아에서는 폭염으로 인해 산불이 번지며 2020년 들어서만 1천9백만 헥타르에 달하는 면적이 불에 탔다. 미국 서부를 비롯한 세계 여러 지역에서도 산불은 여름철의 걱정거리다. 산불이 건강에 미치는 영향을 조사한 연구에 따르면, 미국 서부 산악 지역에서 발생한 산불은 인플루엔자 시즌에 실질적 위협이 될 수 있는 미세먼지(PM2.5)를 방출하는 것으로 나타났다.⁸⁹ PM2.5는 호흡기 질환과 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다. 여기에는 천식과 관련한 입원 및 약물 사용 증가, 심폐질환으로 인한 긴급한 진료 증가, 사망률 증가 등이 포함된다.⁹⁰ 산불로 인해 인체에 이중의 위험이 발생한다는 사실은 의심의 여지가 없다. 폐를 깨끗하게 유지해주는 머리카락 같은 섬모에 연기 입자가 달라붙어서 바이러스를 제거하기 어렵게 만들 수 있기 때문이다.⁹¹

꽃가루 알레르기

꽃가루 알레르기는 코와 눈 등의 점막에 영향을 미치는 알레르기 질환으로, 보통 콧물, 코막힘, 눈물, 눈이나 귀속의 가려움증 등의 증상이 나타난다.⁹² 나무와 풀의 꽃가루처럼 공기 중에 떠다니는 꽃가루에 대한 과민성 때문에 발생한다. 세계 인구의 10~30% 정도가 계절형 꽃가루 노출로 인한 알레르기 비염을 겪으며,⁹³ 한국에서 2019년에 동일한 증상을 보인 인구는 13% 정도였다.⁹⁴ 이상 고온이 점점 늘어나는 현재의 상황은 여러 종류의 알레르기 유발성 꽃가루에 대해 활성 기간의 연장, 꽃가루 양의 확대 등으로 이미 영향을 미치고 있을 수 있다. 과거 데이터를 분석한 연구에 따르면, 북반구 17개 지역 중 12개 지역에서 지난 20년 동안 계절 단위, 혹은 연 단위 꽃가루 양이 크게 늘었다.⁹⁵ 꽃가루 활성 기간도 계속 늘어나고 있다. 한국 부산의 경우, 해마다 1.13일의 비율로 늘어나는 양상을 보였다.

정신질환

기후변화가 정신 건강에 미치는 영향에 대한 연구를 체계적으로 검토해 본 최근의 한 연구는, 고전적 정신질환과 기후변화 및 기상 이변 현상 간의 관련성을 규명하기 위해 163개의 기존 연구를 분석하였다.⁹⁶ 그 결과, 폭염, 육체적 건강, 정신 건강, 인간의 복지 등은 서로 긴밀하게 연결된 것으로 나타났다. 폭염에 의해 직접 발생 하는 열 스트레스는 기분 장애, 불안, 그리고 이로 인한 결과들과 관련이 있었다.⁹⁷ 높은 온도에서는 불쾌감이 증가하고, 이는 적대감, 공격적인 생각, 더 나아가 실제 행동 등으로 이어진다.⁹⁸ 시카고에서 2001~2014년에 신고된 범죄 570만 건에 대한 연구에 따르면, 이례적으로 더운 날이 공격적 범죄의 폭발적 증가와 관련이 있었다.⁹⁹ 온도의 상승과 자살률 증가 사이에도 분명한 연관성이 있다. 미국과 멕시코의 지역 단위 조사에 따르면, 월평균 기온이 1°C 상승하면 자살률이 각각 0.7%, 2.1% 늘어나는 것으로 나타났다.¹⁰⁰ 지리적 조건, 경제적 조건, 사회적 수준 등의 측면에서 더위에 직접 노출되고 취약성이 높은 인구 집단은 기후변화의 영향을 받을 가능성이 높다.¹⁰¹

우리의 건강을 지키기 위한 기후변화 대응

결론



기후변화는 이제는 ‘기후 위기’라고 일컬어지며, 모든 인류가 가장 먼저 그리고 궁극적으로 풀어야 할 시급한 과제가 되었다. 기후변화는 그저 지구의 기온이 오르고 날씨가 바뀌는 단순한 현상이 아니라, 지구 기후 시스템 안에 존재하는 인류를 비롯한 모든 생물체의 건강과 생명이 직접적으로 영향을 받는 현상이다. 특히 인간의 건강에 다양한 방식으로 직접적인 영향을 미치기 때문에 매우 중요하고 빠르게 해결해야 하는 문제로서 인식이 필요하다.

이번 보고서에서 우리는 기후변화 때문에 폭염이 그 일수와 강도가 높아지고 있으며, 폭염이 심각해짐에 따라 온열질환 환자의 수도 증가하고 있다는 증거를 살펴보았다. 한국이 온열질환 응급실 모니터링 시스템을 가동한 2011년 이래 온열질환자는 폭염일수가 늘어난 데 비례하여 증가했다. 특히 다양한 사회 취약계층과 사각지대에 놓인 시민들이 폭염과 이로 인한 건강 위협에 직접적으로 노출되어 있다. 과학자들은 코로나19 사태의 최전선에 선 의료진과 환자, 증가하는 온열질환에 취약할 수밖에 없는 노약자 등에서 폭염으로 인한 건강 피해가 더 커질 수 있다고 경고한다. 지구온난화 시나리오에 따르면 폭염일수는 계속 증가할 것으로 예상되며, 지금까지의 통계로 볼 때 앞으로도 온열 관련 일수가 증가함에 따라 온열 관련 환자 역시 증가할 것으로 예상할 수 있다.

중요한 것은 기후변화가 초래하는 다양한 피해 가운데 시민들에게 직접 가해지는 건강상의 위협은 단순히 개인의 노력으로만 막을 수 있는 것이 아니라는 점이다. 우리의 건강과 생명이 기후변화로부터 이미 직접적인 영향을 받고 있는 상황을 고려하면, 더욱 시급하게 행동해야 할 필요가 있다. ‘기후 위기’ 상황에 따른 ‘건강 위기’의 상황인 것이다.


이것이 세계 7위의 이산화탄소 배출국이자 기후변화의 주요 기여국 중 하나인 한국이 기후변화로 초래되는 국민 건강 악화에 대한 책임에서 자유로울 수 없는 이유다. 정부와 국회는 기후비상사태를 선언하고 ‘산업화 이전 대비 기온 상승폭 1.5도 이내로 억제’라는 전 지구적 목표 달성을 위해 책임감을 갖고 시급히 행동에 나서야 한다.

정부와 기업은 현재 화석연료 의존도가 높은 산업, 경제, 사회 시스템을 근본적으로 전환하여, 재생에너지를 기반으로 한 시스템에 초점을 둔 지속가능한 구조로 바꾸어야 한다. 해결책은 이미 나와 있으며 많은 정부와 기업들이 이를 채택하고 있다. 구체적으로는 그린뉴딜 정책의 이행, 해외 석탄 투자 계획의 철회, 내연기관 자동차의 단계적 폐지가 가장 시급하고 실질적인 해결책이다. 이런 일들이 이루어질 때야 우리는 기후변화를 이겨내고 현재 시민과 미래 세대의 건강을 지킬 수 있을 것이다.

- 1 WMO (2020). WMO Statement on the State of the Global Climate in 2019. [online] Available at: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10211 [Accessed 31 Jul. 2020].
- 2 NASA (2019). GMS: 2018 Was the Fourth Hottest Year on Record. [online] svs.gsfc.nasa.gov. Available at: <https://svs.gsfc.nasa.gov/13142> [Accessed 31 Jul. 2020].
- 3 NOAA (2020). May 2020 tied for hottest on record for the globe | National Oceanic and Atmospheric Administration. [online] www.noaa.gov. Available at: <https://www.noaa.gov/news/may-2020-tied-for-hottest-on-record-for-globe> [Accessed 30 Jul. 2020].
- 4 Climate Change Service (2020). Surface air temperature for June 2020 | Copernicus. [online] climate.copernicus.eu. Available at: <https://climate.copernicus.eu/surface-air-temperature-june-2020> [Accessed 30 Jul. 2020].
- 5 Zhai, P., Pörtner, H.O. and Roberts, D. eds., 2018. Summary for policymakers. In: global warming of 1.5° C. An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5° C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways. The Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty, p.32.
- 6 WMO (2020c). WMO Statement on the State of the Global Climate in 2019. [online] WMO. Available at: https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21700#.XyNuXihLhPY [Accessed 31 Jul. 2020].
- 7 WMO (2020). New climate predictions assess global temperatures in coming five years. [online] World Meteorological Organization. Available at: <https://public.wmo.int/en/media/pressrelease/new-climate-predictions-assess-global-temperatures-coming-five-years> [Accessed 30 Jul. 2020].
- 8 IPCC, 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[Core Writing Team, R.K. Pachuari and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. in IPCC AR5 Synthesis Report website https://ar5-syr.ipcc.ch/topic_futurechanges.php
- 9 ESRL Web Team (2020). ESRL Global Monitoring Division - Global Greenhouse Gas Reference Network. [online] [Noaa.gov](https://www.esrl.noaa.gov). Available at: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/> [Accessed 30 Jun. 2020].
- 10 기후정보포털 (2020). 기후정보포털. [online] www.climate.go.kr. Available at: http://www.climate.go.kr/home/snr_greeting/rcp.php [Accessed 6 Aug. 2020].
- 11 IPCC, 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[Core Writing Team, R.K. Pachuari and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. in IPCC AR5 Synthesis
- 12 Sherwood, S., Webb, M. J., Annan, J. D., Armour, K. C., Forster, P. M., Hargreaves, J. C., et al. (2020). An assessment of Earth's climate sensitivity using multiple lines of evidence. *Reviews of Geophysics*, 58, e2019RG000678. <https://doi.org/10.1029/2019RG000678>
- 13 환경부, 2020. 한국기후변화평가보고서 2020.
- 14 기상청 (n.d.). 기상자료개방포털. [online] data.kma.go.kr. Available at: <https://data.kma.go.kr/> [Accessed 31 Jul. 2020].
- 15 기상청, 2018, 한반도 기후변화 전망분석서
- 16 Ibid.
- 17 Ibid.
- 18 기상청 (n.d.). 종합 기후변화감시 정보. [online] www.climate.go.kr. Available at: http://www.climate.go.kr/home/09_monitoring/meteo/temp_avg [Accessed 30 Jul. 2020b].
- 19 기상청 (n.d.). 기상자료개방포털. [online] data.kma.go.kr. Available at: <https://data.kma.go.kr/> [Accessed 31 Jul. 2020].
- 20 IPCC (2012). Summary for Policymakers. In: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* n [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 1-19.[online] Available at: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SREX_FD_SPM_final-2.pdf [Accessed 31 Jul. 2020]
- 21 박희송 (2020). 산사태 대비하면 “안심” 방심하면 “재난.” [online] 이뉴스투데이. Available at: <http://www.ewestoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=1398387> [Accessed 30 Jul. 2020].
- 22 환경부, 2020. 한국기후변화평가보고서 2020.
- 23 행정안전부. (2020). 8.1 ~ 16 호우 피해 복구지원 본부 일일상황보고(8.17시). [online] Available at: https://www.mois.go.kr/frt/bbs/type001/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_000000000336&nttId=79407#none [Accessed 18 Aug. 2020]
- 24 Ibid.
- 25 Ibid.
- 26 WMO, W., 2015. Heat waves and health: guidance on warning-system development. World Meteorological Organization and World Health Organization. <http://www.who.int/globalchange/publications/heatwaveshealth-guidance/en>. Accessed, 12.
- 27 국립재난안전연구원 (n.d.). 국립재난안전연구원 > 재난지식 > 자연재난. [online] www.ndmi.go.kr. Available at: <http://www.ndmi.go.kr/promote/knowledge/nature.jsp?link=9>.
- 28 Mann, M.E., Rahmstorf, S., Kornhuber, K., Steinman, B.A., Miller, S.K., Petri, S. and Coumou, D., 2018. Projected changes in persistent extreme summer weather events: The role of quasiresonant amplification. *Science advances*, 4(10), p.eaat3272.
- 29 WMO (2018). July sees extreme weather with high impacts. [online] World Meteorological Organization. Available at: <https://public.wmo.int/en/media/news/july-sees-extreme-weatherhigh-impacts> [Accessed 31 Jul. 2020].
- 30 Ha, J.S., Jung, H.C., Lee, J.H., Kim, D.H. and Choi, J.H., 2014. A Study on Establishment and Management of a Long-term Heatwave Plan addressing climate change. Korea Environment Institute, pp.93-104..
- 31 ETH Zurich (2019). Simultaneous heatwaves caused by anthropogenic climate change. [online] ScienceDaily. Available at: <http://www.sciencedaily.com/releases/2019/04/190410112744.htm> [Accessed 30 Jul. 2020].
- 32 Vogel, M.M., Zscheischler, J., Wartenburger, R., Dee, D. and Seneviratne, S.I., 2019. Concurrent 2018 hot extremes across

- Northern Hemisphere due to human-induced climate change. *Earth's future*, 7(7), pp.692-703.
- 33 Russo, S., Sillmann, J. and Sterl, A., 2017. Humid heat waves at different warming levels. *Scientific reports*, 7(1), pp.1-7.
- 34 Christidis, N., McCarthy, M. and Stott, P.A., 2020. The increasing likelihood of temperatures above 30 to 40° C in the United Kingdom. *Nature communications*, 11(1), pp.1-10.
- 35 Kang, S., Eltahir, E.A.B. North China Plain threatened by deadly heatwaves due to climate change and irrigation. *Nat Commun* 9, 2894 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-05252-y>
- 36 Kang, S. and Eltahir, E.A., 2018. North China Plain threatened by deadly heatwaves due to climate change and irrigation. *Nature communications*, 9(1), pp.1-9.
- 37 관계부처합동, 2020, 2019년 이상기후 보고서.
- 38 기상청 (2020). [2020년 6월 기상특성] 때 이른 폭염으로 역대 가장 높은 6월 기온. [online] www.climate.go.kr. Available at: <http://www.climate.go.kr/home/bbs/view.php?code=58&bname=newsreport&vcode=6420&cpage=1&vNum=616&skind=&sword=&category1=&category2=> [Accessed 30 Jul. 2020].
- 39 기상청, 2018, 한반도 기후변화 전망 분석서.
- 40 권원태, 2005. 기후변화의 과학적 현황과 전망. *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences*, 41 (2-1), pp.325-336.
- 41 기상청, 2018, 한반도 기후변화 전망 분석서.
- 42 환경부, 2020, 한국 기후변화 평가보고서 2020.
- 43 기상청 (2020b). [2020년 여름철 전망] 올여름 평년보다 무덥고, 작년보다 폭염일수 늘 듯 | 기관 소식 | 정책·정보 | 정부24. [online] www.gov.kr. Available at: <https://www.gov.kr/portal/ntnadmNews/2167520> [Accessed 31 Jul. 2020].
- 44 기상청 (2020b). [2020년 여름철 전망] 올여름 평년보다 무덥고, 작년보다 폭염일수 늘 듯 | 기관 소식 | 정책·정보 | 정부24. [online] www.gov.kr. Available at: <https://www.gov.kr/portal/ntnadmNews/2167520> [Accessed 31 Jul. 2020].
- 45 VESTAP(Vulnerability Assessment Tool to build Climate Change Adaptation Plan)는 웹기반 기후변화 취약성 평가도구로, CCGIS(Climate Change adaptation program based on GIS)와 LCCGIS(Local Climate Change adaptation program based on GIS)의 문제점을 개선하여 기초 및 광역지자체 단위의 취약성 평가를 웹기반에서 통합적으로 수행할 수 있도록 개발되었다(환경부, 2020: 오관영 등, 2016 재인용)
- 46 Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., Boykoff, M., Byass, P., Cai, W., Campbell-Lendrum, D., Capstick, S. and Chambers, J., 2019. The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. *The Lancet*, 394(10211), pp.1836-1878.
- 47 국립방재연구원. 2012, 우리나라 폭염 대응체계 및 제도 개선방안.
- 48 Osilla, E.V. and Sharma, S., 2019. Physiology, Temperature Regulation. In *StatPearls* [Internet]. StatPearls Publishing.
- 49 Székely, M., Carletto, L. and Garami, A., 2015. The pathophysiology of heat exposure. *Temperature: Multidisciplinary Biomedical Journal*, 2(4), p.452.
- 50 환경부, 2020, 한국 기후변화 평가보고서 2020.
- 51 WMO & WHO, 2015.
- 52 Wetter, O. and Pfister, C., 2013. An underestimated record breaking event—why summer 1540 was likely warmer than 2003. *Clim. Past*, 9, 41–56.
- 53 Robine, J.M., Cheung, S.L.K., Le Roy, S., Van Oyen, H., Griffiths, C., Michel, J.P. and Herrmann, F.R., 2008. Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003. *Comptes rendus biologies*, 331(2), pp.171-178.
- 54 WHO (2018). Climate change and health. [online] www.who.int. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health#:~:text=Extreme%20high%20air%20temperatures%20contribute> [Accessed 30 Jul. 2020].
- 55 KCDC, 2012.
- 56 WHO, 2003.
- 57 하중식 and 정휘철, 2014. 기후변화 폭염 대응을 위한 중장기적 적응대책 수립 연구.
- 58 임연희, 이현지 and 홍윤철, 2019. 2006- 2018년 폭염으로 인한 초과사망자 추정. *주간 건강과 질병*, 12(37), pp.1435-1441.
- 59 Ibid.
- 60 질병관리본부, 2012, 2012년 폭염 건강피해 백서.
- 61 기상청 (n.d.). 기상자료개방포털 [기후통계분석:기상현상일수:폭염일수]. [online] data.kma.go.kr. Available at: <https://data.kma.go.kr/climate/heatWave/selectHeatWaveChart.do> [Accessed 30 Jul. 2020b].
- 62 하중식 and 정휘철, 2014. 기후변화 폭염 대응을 위한 중장기적 적응대책 수립 연구.
- 63 이나영, 조용성 and 임재영, 2014. 폭염으로 인한 기후변화 취약계층의 사망률 변화 분석. *보건사회연구*, 34(1), pp.456-484.
- 64 Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., Boykoff, M., Byass, P., Cai, W., Campbell-Lendrum, D., Capstick, S. and Chambers, J., 2019. The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. *The Lancet*, 394(10211), pp.1836-1878.
- 65 대한의사협회, 2014, 폭염으로 인한 건강 위험의 진단 및 대응 가이드라인.
- 66 Watts, N. Amann, M., Arnell, N. et al., 2019.
- 67 통계청 (n.d.). KOSIS 100대 지표. [online] kosis.kr. Available at: http://kosis.kr/conts/nsportalStats/nsportalStats_0102Body.jsp?menuId=10&NUM=1014 [Accessed 30 Jul. 2020].
- 68 통계청 (n.d.). 인구로 보는 대한민국. [online] kosis.kr. Available at: https://kosis.kr/visual/populationKorea/PopulationByNumber/PopulationByNumberMain.do?mb=N&menuId=M_1_4&themald=D03 [Accessed 30 Jul. 2020b].
- 69 질병관리본부 (n.d.). 노인 당뇨병. [online] 국가건강정보포털. Available at: http://health.cdc.go.kr/health/HealthInfoArea/HealthInfo/View.do?idx=15090&page=1&sortType=date&dept=&category_code=&category=3&searchField=titleAndSummary&searchWord=&dateSelect=1&fromDate=&toDate= [Accessed 30 Jul. 2020].
- 70 통계청, 2019, 고령자 통계.
- 71 Xu, Z., Sheffield, P.E., Su, H., Wang, X., Bi, Y. and Tong, S., 2014. The impact of heat waves on children's health: a systematic review. *International journal of biometeorology*, 58(2), pp.239-247.
- 72 Knowlton, K., Rotkin-Ellman, M., King, G., Margolis, H.G., Smith, D., Solomon, G., Trent, R. and English, P., 2009. The 2006 California heat wave: impacts on hospitalizations and emergency department visits.

- Environmental health perspectives, 117(1), pp.61-67.
- 73 Zhang, A., Hu, W., Li, J., Wei, R., Lin, J. and Ma, W., 2019. Impact of heatwaves on daily outpatient visits of respiratory disease: A time-stratified case-crossover study. *Environmental research*, 169, pp.196-205.
- 74 World Bank (2018). Urban population (% of total population) - Korea, Rep. | Data. [online] data.worldbank.org. Available at: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?locations=KR> [Accessed 30 Jul. 2020].
- 75 Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., Boykoff, M., Byass, P., Cai, W., Campbell-Lendrum, D., Capstick, S. and Chambers, J., 2019. The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. *The Lancet*, 394(10211), pp.1836-1878
- 76 Salamanca, F., Georgescu, M., Mahalov, A., Moustouli, M. and Wang, M., 2014. Anthropogenic heating of the urban environment due to air conditioning. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 119(10), pp.5949-5965.
- 77 환경부 (2019). 환경부 보도·설명 - 향후 10년 우리나라 폭염 위험도 더욱 높아진다. [online] me.go.kr. Available at: <https://me.go.kr/home/web/board/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=286&orgCd=&boardId=1026705&boardMasterId=1&boardCategoryId=&decorator=> [Accessed 5 Aug. 2020].
- 78
- 79 최인영 (2019). 환경부, 폭염위험도 증가 전망. [online] www.kharn.kr. Available at: <https://www.kharn.kr/mobile/article.html?no=10348> [Accessed 30 Jul. 2020].
- 80 환경부, 2020. 한국기후변화평가보고서 2020.
- 81 Oh, K.Y., Lee, M.J. and Jeon, S.W., 2017. Development of the Korean climate change vulnerability assessment tool (VESTAP)—Centered on health vulnerability to heat waves. *Sustainability*, 9(7), p.1103.
- 82 Emami, A., Javanmardi, F., Pirbonyeh, N. and Akbari, A., 2020. Prevalence of underlying diseases in hospitalized patients with COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Archives of academic emergency medicine*, 8(1).
- 83 Benmarhnia, T., Deguen, S., Kaufman, J.S., Smargiassi, A., 2015, October 1. Vulnerability to Heat-Related Mortality: A Systematic Review, Meta-Analysis, and Meta-Regression Analysis. *Epidemiology*. Lippincott Williams and Wilkins <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000375>.
- 84 WMO (2020a). Global partnership urges stronger preparation for hot weather during COVID-19. [online] World Meteorological Organization. Available at: <https://public.wmo.int/en/media/news/global-partnership-urges-stronger-preparation-hotweather-during-covid-19> [Accessed 30 Jul. 2020].
- 85 신호성 and 김동진, 2008. 기후변화와 전염병 질병 부담.
- 86 Ibid.
- 87 채수미, 김대은, 오수진, 김동진 and 우경숙, 2017. 보건 분야 기후변화 대응을 위한 근거 생산과 정책 개발. 한국보건사회연구원.
- 88 IPCC, 2019, Summary for Policymakers. In: *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, et al., (eds.)]. In press.
- 89 Landguth, E.L., Holden, Z.A., Graham, J., Stark, B., Mokhtari, E.B., Kaleczyc, E., Anderson, S., Urbanski, S., Jolly, M., Semmens, E.O. and Warren, D.A., 2020. The delayed effect of wildfire season particulate matter on subsequent influenza season in a mountain west region of the USA. *Environment International*, 139, p.105668.
- 90 Liu, J.C., Pereira, G., Uhl, S.A., Bravo, M.A. and Bell, M.L., 2015. A systematic review of the physical health impacts from non-occupational exposure to wildfire smoke. *Environmental research*, 136, pp.120-132.
- 91 Rosen, J. and Fountain, H. (2020). How Wildfires Make Covid More Dangerous. *The New York Times*. [online] 8 Jul. Available at: <https://www.nytimes.com/2020/07/08/climate/wildfiresmoke-covid-coronavirus.html> [Accessed 30 Jul. 2020].
- 92 WAO (2016). Pollen allergies: Adapting to a changing climate. [online] Available at: <https://www.worldallergy.org/UserFiles/file/waw16-slide-set.pdf> [Accessed 31 Jul. 2020]
- 93 Ziska, L.H., Makra, L., Harry, S.K., Bruffaerts, N., Hendrickx, M., Coates, F., Saarto, A., Thibaudon, M., Oliver, G., Damialis, A. and Charalampopoulos, A., 2019. Temperature-related changes in airborne allergenic pollen abundance and seasonality across the northern hemisphere: a retrospective data analysis. *The Lancet Planetary Health*, 3(3), pp.e124-e131.
- 94 건강보험심사평가원 (n.d.). 보건 의료 빅데이터 개방 시스템. [online] opendata.hira.or.kr. Available at: <http://opendata.hira.or.kr/op/olap3thDsInfo.do> [Accessed 31 Jul. 2020].
- 95 Ziska, L.H., Makra, L., Harry, S.K., Bruffaerts, N., Hendrickx, M., Coates, F., Saarto, A., Thibaudon, M., Oliver, G., Damialis, A. and Charalampopoulos, A., 2019. Temperature-related changes in airborne allergenic pollen abundance and seasonality across the northern hemisphere: a retrospective data analysis. *The Lancet Planetary Health*, 3(3), pp.e124-e131
- 96 Cianconi, P., Betrò, S. and Janiri, L., 2020. The impact of climate change on mental health: a systematic descriptive review. *Frontiers in psychiatry*, 11.
- 97 Padhy, S.K., Sarkar, S., Panigrahi, M. and Paul, S., 2015. Mental health effects of climate change. *Indian journal of occupational and environmental medicine*, 19(1), p.3.
- 98 Anderson, C.A., 2001. Heat and violence. *Current directions in psychological science*, 10(1), pp.33-38.
- 99 Towers, S., Chen, S., Malik, A. and Ebert, D., 2018. Factors influencing temporal patterns in crime in a large American city: A predictive analytics perspective. *PLoS one*, 13(10), p.e0205151.
- 100 Burke, M., González, F., Baylis, P., Heft-Neal, S., Baysan, C., Basu, S. and Hsiang, S., 2018. Higher temperatures increase suicide rates in the United States and Mexico. *Nature climate change*, 8(8), pp.723-729.
- 101 Cianconi, P., Betrò, S. and Janiri, L., 2020. The impact of climate change on mental health: a systematic descriptive review. *Frontiers in psychiatry*, 11.



그린피스는 독립적인 국제 환경단체로 지구 환경의 보호와 평화를 위해
시민들의 인식과 행동을 바꾸는 캠페인을 진행합니다.

더 자세한 정보를 원하시면 press.kr@greenpeace.org

저자 Li Zhao, 권새봄, 김미경

기여 김지석

번역 및 윤문 허광준

디자인 바이스버사 스튜디오

2020년 8월 출간

출판 그린피스 동아시아 서울사무소

서울시 용산구 한강대로 257 청룡빌딩 6층 (04322)

GREENPEACE