



기후 변화와 건강

Climate Change and Human Health

홍 윤 철 | 서울의대 예방의학교실 | Yun Chul Hong, MD

Department of Preventive Medicine, Seoul National University College of Medicine

E-mail : ychong1@snu.ac.kr

J Korean Med Assoc 2008; 51(8): 764 - 769

Abstract

Climate changes, particularly global warming, are attributable to human activities, mainly fossil fuel burning which releases greenhouse gases such as CO₂. The emissions of CO₂ continue to rise, and climate models project 1.1°C to 6.4°C rise of average surface temperature over the 21st century. Health effects from global warming range from increased mortality by extreme weather, floods, and storms to increase of diseases such as malaria, dengue fever, and diarrhea. Korea is not immune to health impacts from global warming. Data on daily temperature of Seoul in 1994 showed a clear association with daily mortality. Rise of sea and surface temperatures also indicates possibility of increase in infectious diseases in Korea. Concentrations of ambient pollutants, particularly ozone, were shown to be associated with surface temperature. Therefore, we are already in the influence of climate change. Adaptation strategy to climate changes is basically a matter of public health. Well-prepared programs for responding to climate changes will minimize health risks. The most effective responses are strengthening of the key functions of environmental management, surveillance, and response to natural disasters and changes of disease patterns associated with global warming. We need to intensify our efforts in preventive public health, and ensure sustainable development and protection of ecosystem for human health.

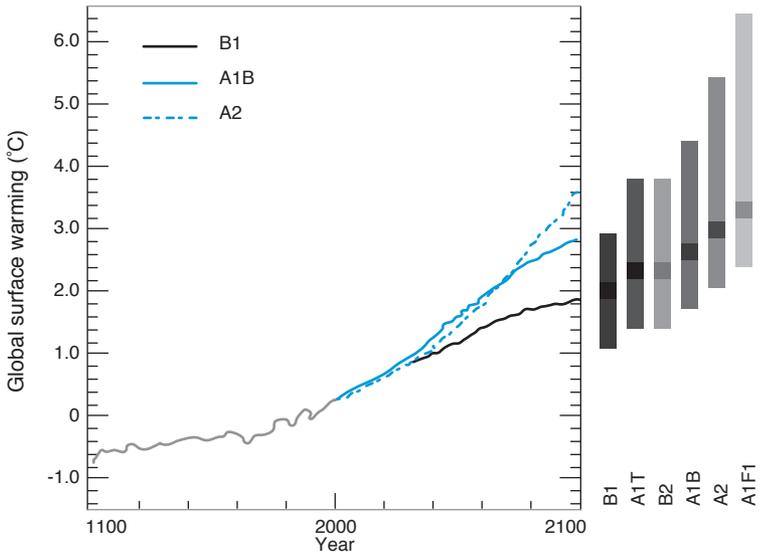
Keywords: Climate change; Global warming; Temperature; Adaptation; Public health

핵심 용어: 기후변화; 지구 온난화; 기온; 적응; 공중보건

기후 변화

기후 변화(climate change)는 지구 규모의 기후 또는 지역적 기후의 시간에 따른 변화를 말하며 일반적으로는 10년에서부터 수 백만년의 기간 동안의 대기의 평균적인 상태 변화를 의미한다. 이러한 변화 중 우리의 관심과 염려의 대상이 된 것은 지구 온난화의 문제이다. 지구 온난화

(global warming)는 최근 수 십년간 지구 표면 부근의 대기와 바다의 평균온도가 높아지고 앞으로도 계속 높아질 것으로 예측되는 현상을 말한다. 이러한 지구 온난화는 특히 CO₂를 방출하는 화석연료의 사용으로 대기 중에 열을 가두게 되는 온실효과가 생기는 것이 주 원인으로 알려져 있다. 그런데 현재 CO₂ 방출은 지속적으로 늘어나고 있고 얼마 전 발표된 UN 기후 변화에 대한 정부간 패널(IPCC)의 4차 보고



Source: IPCC AR4 WG-1, 2007

Figure 1. Projected global surface warming at the end of the 21st century is scenario-dependent. Projected temperature increases for six scenarios are: B1: 1.8 [1.1 to 2.9]°C; A1T: 2.4 [1.4 to 3.8]°C; B2: 2.4 [1.4 to 3.8]°C; A1B: 2.8 [1.7 to 4.4]°C; A2: 3.4 [2.0 to 5.4]°C; A1F1: 4.0 [2.4 to 6.4]°C.

서(2007)에 의하면 21세기 말까지 1.1~6.4°C의 온도 상승이 예측되었다(Figure 1)(1).

특히 20세기 중반 이후 관측되는 평균온도의 증가는 태양 활동의 변화나 화산활동 등에 영향을 받기는 했지만 대부분은 인간의 활동으로 발생한 온실가스의 증가에 의한 영향일 가능성이 매우 높다고 지적하였다.

기후 변화와 건강

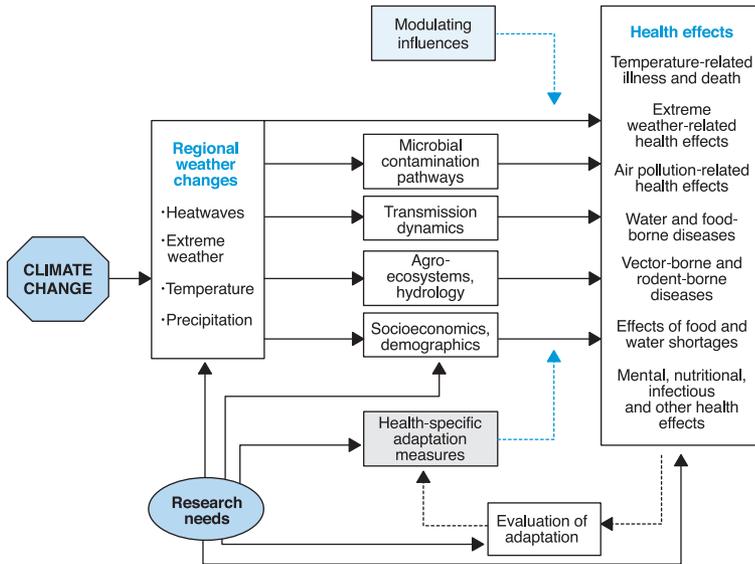
기후 변화는 빙하 감소, 홍수, 가뭄 및 사막화, 해수면 상승 등을 초래하고 이로 인해 전 지구적으로 자연생태계의 변화를 급격하게 일으키면서 동시에 공중보건에 대한 심각한 위협으로 다가오고 있다. 우리나라도 지구 온난화 영향에서 예외가 아니어서 연평균기온이 꾸준히 상승하고 있고 동해안 평균수온도 지속적으로 올라가고 있다. 이러한 급속한 기온상승은 집중호우 및 태풍을 빈번하게 가져와서 막대한 인명 및 재산상의 피해를 초래하고 있다. 그러나 기후 변화는 이러한 재해만을 초래하는 것이 아니다. 기후

변화는 홍수 및 가뭄 등의 자연재해를 통하여 사망과 질병을 증가시키는 이외에도 혹서에 의한 사망의 증가 또는 감염성 질환 발생의 증가를 가져온다고 보고되고 있다. 여러 가지 중요한 질병들이 기온 및 강수의 변화에 매우 민감하게 변화될 수 있는데, 이러한 질병으로 말라리아와 탕귀열 등 매개체 전염 질환이 있다. 기후 변화에 동반되어 증가될 것으로 예상되는 설사와 영양 결핍 등도 사망과 질병 증가에 영향을 미친다. 실제로 기후 변화는 이미 인류의 건강에 위협을 주고 있고 앞으로는 더욱 그 영향이 커질 것으로 예상된다(Figure 2).

2007년 IPCC 4차 보고서에서는 앞으로 나타날 기후 변화에 의한 건강영향에 대해 예측하여 기술하고 있다(1).

보고서에 의하면 기후 변화가 인간 건강에 미치는 영향은 다양하다. 기후 변화가 때로는 좋은 영향을 지역적으로 가져올 수도 있지만 대부분 인간에게 해로운 영향을 주는 것으로 분석되었다(Figure 3). 분석 결과의 신뢰성 수준에서 차이가 있기는 하지만 설사, 대기질 악화로 인한 질병 및 사망, 기후 변화에 의한 재해 관련 질병 및 사망, 기아로 인한 질환, 말라리아의 지역분포 변화와 감염 등이 증가되어 인간의 건강은 크게 위협을 받는 것으로 나타났다. 또한 수온의 상승으로 인하여 콜레라가 증가할 것으로 예측하고 있으며 감염성 질환, 호흡기 및 피부 질환이 증가하고 재해로 인한 피난민의 증가와 이로 인한 건강상의 문제가 본격적으로 생길 것이라고도 예측하였다.

이렇게 기후 변화는 인간의 건강과 안녕에 영향을 미치는 중요한 요인 중 하나라는 점을 이해할 필요가 있다. 한편, 기후 변화에 의한 공중보건학적인 영향은 단순한 온도 변화에 의한 영향으로 이해하기보다는 더 넓은 환경적인 문제, 즉 깨끗한 식수와 위생, 기아와 영양실조, 에이즈 등과 같은 감염성 질환 등과의 관련성을 함께 고려해야 할 필요가 있다.



Source: <http://www.who.int/globalchange/climate/en/>

Figure 2. Health effects associated with climate change.

것이다. 폭서, 홍수, 태풍 등과 같은 직접적으로 기후 변화에 의하여 초래되는 건강 위협도 있지만 감염성 질환의 변화, 장기적인 가뭄, 병하의 해빙, 해수면의 상승 등도 모두 건강에 상당한 영향을 줄 가능성이 높다(2). 둘째, 기후 변화의 건강영향이 그동안 예상했었던 것보다 매우 클 가능성이 높다는 것이다. 말라리아, 설사병, 영양실조 등으로 매년 3백만 이상이 사망할 가능성이 있다(3). 셋째, 이러한 위험성은 불평등하게 적용된다는 것이다. 즉, 화석연료의 사용으로 기후 변화에 보다 책임이 있는 선진국보다 기후 변화를 초래하는 데 별로 기여하지 못한 후진국일수록 위험성이 크다는 것이다(4).

그러나 이러한 위험들은 기존의 보건 사업들을 잘 활용하면 상당부분 줄일 수가 있을 것으로 생각한다. 즉, 보건의료체계 강화와 건강증진활동을 통해서 보건을 향상시키고 기후 변화에 대한 취약성을 줄여나가야 할 것이다(2).

우리나라의 기후 변화에 의한 건강영향

우리나라도 기후 변화의 영향에서 벗어날 수가 없다. 1994년 서울시 일별 기온자료를 이용해 사망과의 관계를 그림으로 표시한 결과, 기온의 변화와 일별 사망자 수의 관련성이 상당히 있는 것으로 나타났다(Figure 4). 이러한 결과는 기후 변화가 극지방의 빙하가 녹거나 아프리카 혹은 적도 근처의 아시아 나라들에서 나타나는 말라리아, 뎅기열 등의 감염성 질환의 문제만이 아니라 우리나라도 기후 변화와 관련된 건강영향에서 자유로울 수 없는 지역이라는 것을 나타내는 것이다.

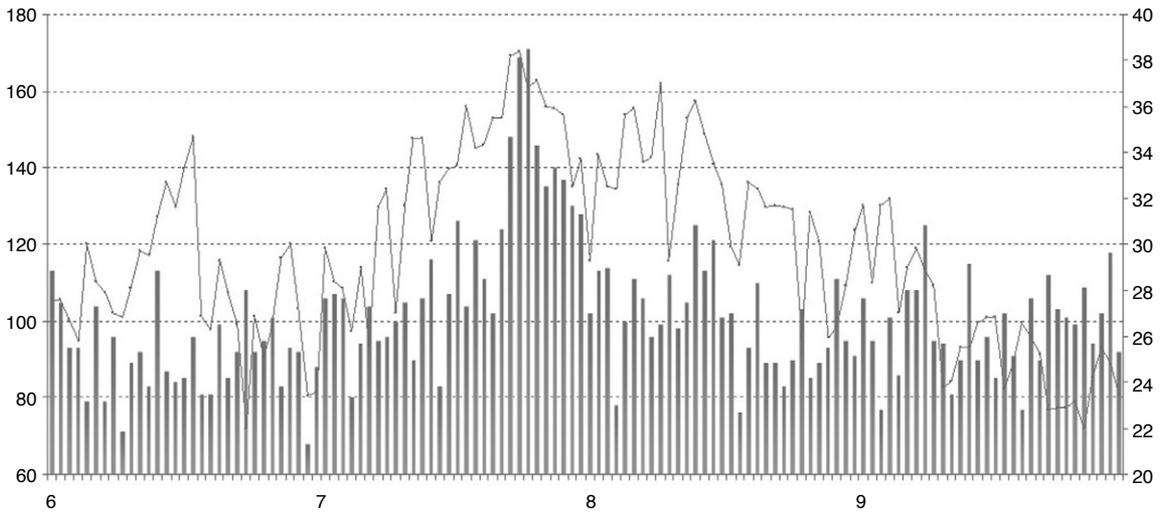
	Negative impact	Positive impact
Very high confidence Malaria: contraction and expansion, changes in transmission season	←	→
High confidence Increase in malnutrition	←	
Increase in the number of people suffering from deaths, disease and injuries from extreme weather events	←	
Increase in the frequency of cardio-respiratory diseases from changes in air quality	←	
Change in the range of infectious disease vectors	←	→
Reduction of cold-related deaths		→
Medium confidence Increase in the burden of diarrhoeal diseases	←	

Source: IPCC AR4 WG-II, 2007

Figure 3. Direction and magnitude of change of selected health impacts of climate change.

특히 기후 변화가 초래할 작물생산의 변화는 많은 나라에서 기근을 초래하고 빈곤에 의한 건강영향을 일으킬 것이다.

기후 변화에 의한 건강위험의 특성을 정리해보면 다음과 같다. 첫째, 기후 변화에 의한 건강위험은 매우 다양하고 지구적인 규모로 일어나며 어쩌면 비가역적일 지도 모른다는



Source: Jong JY. Korean National Health Impact Assessment of Climate Change. 2003

Figure 4. Daily Temperature and Deaths in Seoul (June ~ September, 1994).

또한 기후 변화로 인한 기온의 상승은 대기오염물질의 농도에도 영향을 미치는 것으로 알려졌다. 우리나라에서도 서울에서의 일별 최고기온은 오존 농도와 관련성이 상당히 있는 것으로 나타났다. 즉, 기온이 올라가면 기온자체에 의한 일사병 등 고온 관련 질환 및 사망이 늘어나는 영향 이외에 오존의 농도를 높여서 오존에 의한 건강영향을 크게 하는 효과도 가져올 수 있다는 것이다. 아마도 이는 오존에만 국한되는 문제는 아닐 것으로 판단되며, 미세분진 혹은 다른 오염물질에 의한 건강영향에도 상호작용을 할 것으로 예측되고 있다.

한편, 우리나라 연안의 바다물 온도가 높아지면 콜레라를 일으킬 수 있는 비브리오팀 농도가 증가한다는 것과 기온이 상승하면 모기개체 수가 증가한다는 증거들도 보고되고 있다(5). 이는 기후 변화로 인한 해수면 온도의 상승과 기온의 상승은 우리나라에서도 여러 가지 감염성 질환을 크게 증가시킬 수 있다는 것을 의미한다.

온실가스 감축

지구 온난화는 온실가스의 증가로 인하여 생겨난 현상이

므로 근본적으로 지구 온난화를 막기 위해서는 이러한 과도한 온실가스 생성을 제거 또는 억제하는 것이 유일한 방법이다. 현재 알려진 방법은 친환경 연료 개발이나 나무 심기 등이 있는데, 최근에는 과학자들로부터 해조류 양식을 통한 이산화탄소 억제, 우주상에 태양열 반사판을 띄워 태양열 막기, 이산화탄소 해저매장 등 다양한 새로운 방법들이 나오고 있다. 그러나 생태계 파괴 우려나 엄청난 비용 등 문제점이 많아 실제 보편화된 것은 거의 없다.

한편, 국제적인 협약을 제정함으로써 더 이상의 위험을 줄여가도록 하는 방안이 있다. 대표적인 예로 교토 의정서(Kyoto Protocol)가 있는데, 이는 지구 온난화의 규제 및 방지를 위한 국제 협약인 기후변화협약의 수정안이다. 이 의정서를 인준한 국가는 이산화탄소를 포함한 여섯 종류의 온실가스의 배출량을 감축하며, 배출량을 줄이지 않는 국가에 대해서는 비관세 장벽을 적용하게 된다. 특히 2008년부터 2012년까지의 기간 중에 선진국 전체의 온실가스 배출량을 1990년 수준보다 평균 5.2% 감축할 것을 목표로 하고 있다. 우리나라도 2002년 국회가 이 조약을 비준하였고 2008년부터 점차적으로 이 의정서의 이행의무를 지게 될 것이다.

기후 변화 적응전략

인간이 초래한 기후 변화는 우리에게 지금까지와는 다른 새로운 위협으로 등장하고 있고 이에 대한 광범위한 대책이 필요한 시점이다. 기후 변화가 인간의 건강에 영향을 미친다는 것은 이미 잘 알려졌지만, 기후 변화에 의한 영향의 규모와 양상에 대해서는 아직도 잘 모르기 때문에 이에 대한 조사 및 연구가 더 필요하다. 특히 기후 변화 관련 질병발생에 대한 체계적인 보고와 데이터베이스 구축이 반드시 만들어져야 한다. 정부 및 학계 등에서 이러한 연구, 조사 및 보고체계의 구축을 위한 노력을 경주하여 기후 변화에 의한 건강영향을 최소화하는 데 노력해야 한다. 이는 우리나라만의 노력으로 이루어지기 어려운 측면이 많으므로 국제공조, 특히 우리나라 주변 국가와의 긴밀한 협력체계의 구축이 필요하다.

전 세계 인구의 증가와 경제성장과 더불어 초래된 이러한 기후 변화는 공중보건의 전략 우선순위를 심각하게 다시 설정할 필요성을 가져오고 있다. 기후 변화에 의하여 초래될 갑작스러운 환경적, 인구학적, 사회적 변화들은 현재의 치료 중심적인 전략에서 보다 질병예방 중심적인 공중보건전략으로의 수정을 요구하고 있다. 따라서 기후 변화에 대한 공중보건학적 적응전략을 적절히 수립하고 정부, 학계, 시민단체의 공조와 국제적 협력을 통하여 실천에 옮기는 일은 현 시점에서 매우 중요한 일이다. 이러한 대응전략을 다음과 같이 정리할 수 있을 것이다.

첫째, 기후 변화를 초래하는 온실가스에 대한 배출 감소다. 이를 위해선 온실가스를 줄이기 위한 법적인 조치, 거주환경의 개선, 자연환경의 개선 등이 필요하다. 둘째 기후 변화에 의한 건강영향의 예방이다. 조기경보체계, 건강영향 모니터링체계를 구축하고 감염성 질환 매개숙주 방제, 보건

교육과 지역사회활동 등이 진행되어야 할 것이다. 셋째, 기후 변화에 대한 보건대책을 마련하는 일이다. 의학적인 교육과 인식을 제고하고 관련 질환의 치료 및 후송체계를 마련하고 응급재난시의 대책을 수립해야 할 것이다.

무엇보다 인간의 건강과 안녕은 오늘날의 기술적인 진보만으로 확보되는 것이 아니라 자연의 보존과 보호가 같이 이루어져야 확보될 수 있다는 인식이 중요하다. 오늘날과 같이 자연의 파괴가 지속적으로 이루어진다면 이로 인한 지구환경의 변화는 현재의 기술적 진보만으로 극복할 수 있는 수준을 훨씬 넘어서는 일일 것이다. 따라서 이에 대해 올바른 대응을 하기 위해서는 경제와 기술의 발전과 더불어 환경에 대한 교육과 활동 그리고 정부와 시민의 공동노력에 의한 거버넌스(governance) 체계의 구축이 이루어져야 할 것이다. 특히 경제성장 및 발전이 인간의 건강을 증진시키는 방향으로 설계되고 추진되어 지속가능한 발전(sustainable development) 전략 속에서 예방적인 공중보건활동을 강화해야 한다(2).

참고문헌

1. The Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007.
2. Diarmid Campbell-Lendrum, Carlos Corvalán, María Neira. Global climate change: implications for international public health policy. Bulletin of WHO, 2007.
3. The world health report 2004: changing history. Geneva: WHO, 2004.
4. JA Patz, D Campbell-Lendrum, T Holloway, JA Foley. Impact of regional climate change on human health. Nature 2005; 438: 310-317.
5. JY Jang. Symposium for climate change and health in Asia. Korea Environmental Health Forum, 2007.



Peer Reviewers Commentary

기후 변화가 건강에 미치는 영향에 관련된 학술 자료를 폭넓게 소개하여 최근 국제적으로 가장 큰 관심사인 기후 변화가 인간의 건강과 안녕에 영향을 미치는 중요한 요인 중 하나라는 점을 강조하고 있다. UN 기후 변화에 대한 정부간 패널(IPCC)과 같은 국제기구에서 제시한 자료들 뿐만 아니라, 우리나라에서 1994년도의 폭염으로 인한 사망 양상 변화, 대기오염에 미치는 영향 그리고 전염병과 매개 곤충 및 미생물에 대한 영향 등 연구 자료들을 인용하여 우리나라 학계의 경향도 소개하고 있다. 이에 덧붙여, 10년 전 우리나라 환경부에서 환경기술 연구개발사업으로 시도되었던 '지구 온난화에 따른 한반도 환경영향평가' 등의 연구에서 도출되었던 자료들의 소개도 있었으면, 향후 연구 방향 등을 수립하는데 있어서 보다 좋은 참고가 될 수 있을 것으로 생각된다. 필자는 이러한 기후변화의 대응방안으로 온실가스 감축만이 아니라 기후변화가 미치는 건강영향의 규모와 양상을 파악하기 위한 조사와 연구의 필요성을 강조하고 있다. 필자가 강조한 대로 경제성장 및 발전은 인간의 건강을 증진시키는 방향으로 설계되고 추진되는 지속가능 발전 전략이 필요하다.

[정리: 편집위원회]

자율학습 2008년 7월호 (잠복고환증의 진단과 치료) 정답

- | | |
|------|-------|
| 1. ① | 6. ④ |
| 2. ② | 7. ③ |
| 3. ④ | 8. ① |
| 4. ③ | 9. ② |
| 5. ② | 10. ① |