

# 기후변화에 대한 보건부문의 적응대책

Climate Change and Adaptation Strategies for Human Health in Korea

최은진 한국보건사회연구원 연구위원

인간의 활동으로 인한 기후변화는 엘니뇨의 증가, 폭염을 비롯한 극한기상현상의 증대를 가져오며 자연생태계뿐만 아니라 인간의 생활에도 영향을 주게 된다. 식량수급에 영향을 주게 되고, 연간 기온변화의 불안정을 가져와서 전염성 질병의 양상을 달라지게 한다. 기온변화의 영향에 대한 신뢰성 있는 평가척도와 방법이 마련되어야 하고 적절한 적응(adaptation)체계가 마련되어야 한다.

폭염에 대한 고온건강경보시스템, 전염병질병에 대한 조기경보 시스템 등의 감시 및 경보시스템과 더불어 보건교육과 보호정책 등이 적응대책을 마련하는 데 기본이 된다. 다각적인 대책을 마련하고 사전예방에 중점을 두는 것이 중요하다.

기후변화로 인한 피해가 가장 크게 예상되는 건강취약인구집단에 대한 연구와 대책개발이 필요하다. 건강취약집단일수록 보건교육과 안전보호대책에 대한 접근성이 높아질 수 있도록 정책의 개발과 강화가 필요하다.

## 1. 서론

인간의 활동으로 인한 기후변화문제는 1988년 설립된 정부간협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC)에 의하여 다각적인 보고서를 통하여 확인되어 왔다. 2007년 11월 공식적으로 발표된 IPCC의 제4차보고서에서는 기후변화의 증거들에 대해 보다 강력한 증거를 확인하였고, 이에 대한 대책이 촉구되었다. 인간활동으로 인한 온실가스의 영향으로 인해 2100년까지 CO<sub>2</sub>농도가 540ppm에서 970ppm의 범위를 갖게 될 것으로 전망된다. 온실가스가 대기중에 체류하는 시간이 길어짐에 따라 대기 중 조성변화가 계속되어 결과적으로

1990~2100년의 기간동안 1.4°C~5.8°C증가할 것으로 예측되고 있으며 1990년에서 2050년 사이에는 지구 평균온도가 0.8°C~2.6°C 정도 증가할 것으로 전망되고 있다. 1만년간의 기온상승이 1°C였던 과거와 달리 앞으로는 100년간 0.6°C상승의 빠른 증가를 보임에 따라 기상재해의 발생, 생물다양성의 변화, 수자원 변화, 건강영향 등의 결과가 예측되고 있다.

기후변화로 인해 많은 영향을 받을 수 있는 부문과 지역은 육상 생태계, 해안과 해양생태계, 저위도지역의 농업, 저지대 해안시스템, 건조한 열대지역내 수자원, 인간보건문제, 북극의 자연생태계, 아프리카 및 작은 섬지역, 아시아 지역 등이다. 아시아지역은 인구밀집지역이 취

약하고, 해수면상승 및 폭우의 급습이 우려되며, 강우범람에 노출되어 있는 것으로 보고되고 있다.

인간의 활동으로 인한 기후변화는 엘니뇨의 증가, 극한기상현상의 증대를 가져오며 자연생태계에 영향을 주어 인간의 생활에도 영향을 주게 된다. 식량수급에 영향을 주게 되고, 연간 기온변화의 불안정을 가져와서 전염성 질병의 양상을 달라지게 한다. 지구온난화로 인한 폭염, 폭우, 홍수, 해일 등의 영향은 인구집단의 생존과 경제사회생활을 위협할 것으로 예상된다. 폭우, 해일 등은 역사, 설사병, 호흡기 질환, 기아와 영양실조(개발도상국) 등을 증대시킨다. 기온의 상승은 지역과 곡물의 종류에 따라 식품수요를 변화시킬 것으로 예상된다. 경제사회적 취약계층은 수입이 감소되어 많은 사람들이 기아의 위협에 처할 수도 있다. 특히 아프리카지역의 식품안전문제는 악화될 것으로 전망되고 있다. 기온상승은 도시와 같이 인구가 밀집된 지역에 더 영향을 주게 될 것으로 전망되고 있다. 기후변화로 인한 극한 기상현상은 인명피해와 경제적 손실뿐만 아니라, 식수의 부족, 수인성 질병의 증가, 매개동물의 생태학적 변화를 가져와서 간접적인 영향을 받게 된다. 콜레라, 말라리아, 수막구균성 뇌수막염, 뎅기열, 황열, 일본 뇌염과 센트루이스 뇌염, 리슈메니아증, 웨스트 나일바이러스 등은 기후변화와 관련된 대표적인 전염성 질병들이다.

우리나라에서도 1904년에서 2000년까지 약 1.5°C의 연평균기온상승이 관찰되었고 이것은 전지구적인 온난화 추세를 상회하는 것이었다. 겨울철의 기간이 줄어들고 여름철기간이 증가

된 것으로 나타났다. 기후변화에 대응하기 위해서는 사회적, 조직적, 기술적, 행동적 평가와 적응전략이 필요하다. 기온변화의 영향에 대한 신뢰성 있는 평가적도와 방법이 마련되어야 하고 적절한 적응(adaptation)체계가 마련되어야 한다. 본 논고에서는 기후변화로 인한 건강영향의 유형별로 취약성과 적응대책을 중심으로 분석하였다.

## 2. 기후변화로 인한 건강영향 및 취약성의 평가방법

기후변화의 다양성에 대한 건강 결과나 사망률 및 유병율의 결과들에 대하여 그 영향을 비교하기란 어렵다. 이런 이유에서 여러 집합적 도구들이 개발되었고, 미래의 유병율이나 조기사망률에 대한 정보가 요구된다. 현재까지 전염성 질병에 대한 모델들이 개발되었고, 질병의 전반적인 위험정도에 따른 평가방법들이 시도되고 개발되었다(표 1참조). 생명 손실의 잠재년수는 조기사망으로 인한 생명 손실의 년수를 계산한다. 그것은 다양한 질병의 상대적 영향, 사회에 미치는 치사력을 계산한다. 생명 손실의 잠정 년수는 청년, 조기 사망의 결과로서의 사회의 손실을 밝힌다. 장애보정 생존년수(DALYs)는 질병 부담과 건강 중간개입의 효율성(즉 질병의 부담의 감소로 나타나지는)을 측정하는 지표이다. 그것은 조기 사망으로 얻어지는 결과 또는 특정 해에 발생한 장애로부터 오는 미래 장애 없는 수명 년수의 현재 가치로 계산되어진다. 이 지표는 기능적 제한과 조기 사망을 반영

하며 연령, 성별, 질병 기간 등을 고려하여 분석된다. 세계보건기구는 각 질병의 DALYs의 데이터베이스와 DALYs 얻기 위한 선택된 건강개입(interventions)의 비용에 관한 정보를 확보하고 있으며 DALYs를 어떻게 계산할 수 있는가에 대한 정보도 WHO 웹사이트를 통해 얻을 수 있다. 기후영향에 연구들은 단순한 상관관계에서 복합 스트레스를 복잡한 종합 평가에 이르기까지 접근이 광범위하게 이루어진다. 이런 연구들의 대다수는 복합 원리를 적용하고, 다양한 질의 종합적 데이터 수집이 필요하다.

생태학적 연구는 기후 민감성 질병들 범위에서 위험노출과 그 반응의 관계를 정량화 하는데 사용될 수 있다. 생태학적 연구는 개인적 수준

보다는 인구전체 수준에서 정의되어진 위험노출을 조사하는데 유의한 역학적 연구이다. 집단별 관계성은 위험노출과 그 결과에서 제한된 공간이나 시간적 변수를 통해 연구된다. 이런 연구들은 건강결과를 볼 수 있는 일상적 보고자료(예: 사망통계, 병원통계) 등과 같이 크고 통합적 통계자료를 이용할 때 장점을 가진다.

이외에도 기존의 평가를 통한 근거들, IPCC나 다른 기관에서의 문헌리뷰, 특정지역의 자료와 같이 이용 가능한 정보와 자료를 사용하여 기본 평가가 이루어진다. 폭넓은 평가는 평가의 목표에 초점을 맞춘 문헌 검색, 가능한 자료를 사용한 정량적 평가, 효과의 정량화, 결과의 공식적인 동료평가를 포함한다. 매우 포괄적인 평

표 1. 보건부문 기후변화 영향평가의 모델 및 방법의 개요

구분	특징	분석대상 분야
인간에 의해 야기된 대기변화가 건강에 미치는 영향 모델(MIASMA) <sup>1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전지구 대기변화가 건강에 미치는 영향을 모의하는 윈도우 기반의 응용모델링</li> <li>포함된 모듈: 말라리아, 뎅기열, 주혈 흡충증과 같은 전염성 모듈, 열병에 의한 사망률 모듈</li> <li>인구와 기후/대기시나리오에 의해 유도되며, 발병률과 유행성 질병, 기후상태, 성층권 오존층의 상태에 대한 기준자료를 응용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>건강, 지역이나 전지구적 분석</li> <li>열병 스트레스 모듈:심장혈관과 호흡기 등으로 인한 총 사망률</li> <li>피부암 모듈:악성 흑색종, 비흑색종 피부암</li> <li>콜레라 등의 전염성: 말라리아 병증이나 사망, 뎅기열이나 주혈흡충증에 의한 질병</li> </ul>
질병 평가의 환경 부담(EBD) <sup>2)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기후변화에 기인한 질병에 의한 부담을 최근 WHO에서 프로젝트의 한 부분으로 측정하고 있음.</li> <li>2000년 및 2030년까지 중 선택된 미래에서 환경, 직업, 행동양식, 생활방식에 따른 26개의 위험 요소로 인한 질병을 정량화하는 표준방법임.</li> <li>EBD도구는 국가나 지역 차원의 다양한 환경 요소가 질병에 미치는 영향을 정량화 방법에 대한 지침을 포함.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기후변화에 대한 EBD평가는 어떤 영향이 어떤 지역에서 가장 크며, 온실가스 배출 저감을 통해 기후로 인한 질병을 얼마나 피할 수 있는지를 나타냄.</li> <li>건강을 보호하는 전략의 지침이 됨.</li> <li>결과물은 사용자가 정의할 수 있지만 보통 장애보정생존년수(DALYs)나 인간사에서 또는 기후변화가 건강에 미치는 특정한 영향 사이에서 비교된 생존율의 형태로 나타냄.</li> </ul>

〈표 1〉 계속

구분	특징	분석대상 분야
뎡기열 모의 모델 (CIMSIM과 DENSIM) <sup>3)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CIMSIM은 1헥타르 내 안데스 모기 한 종에 대한 변수의 평균값으로 역학적인 생명표를 모의하는 곤충학 모델</li> <li>• DENSIM은 국가의 출생률과 특정 연령대의 사망률로 계산되는 인구역학관련 모델, DENSIM은 혈청학과 관련된 사항 반영</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인간연령집단별/시간별 인구학적/곤충학적/혈청학적 정보 및 전염병에 관한 정보 제공</li> </ul>
LyMSIM <sup>4)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 진드기와 척추동물 숙주 중 검은발 진드기(I. scapularis)의 개체수역학과 라임병 병원체(B. burgdorferi)의 전염역학을 모의</li> <li>• 주변 온도, 강수량, 주거 유형, 숙주 유형, 진드기 개체수의 밀도 등을 모델링</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 라임병과 매개체 조절의 최적화 및 기후변화 영향연구에 사용</li> <li>• 기후의 함수로 라임병 병원체와 매개체의 계절적/지형적 분포를 분석할 수 있음.</li> </ul>
MARA/ARMA 및 LITe <sup>5)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falciparum 말라리아의 전파를 모의하는 생물학 모델</li> <li>• MARA/ARMA 결정규칙은 연간 기온과 강수량이 말라리아가 전파하기 좋은 상태이어야 하며, 이 상태는 전파가 완료될 때까지 장기간 지속을 조건으로 함. 안정된 전파는 보통 5달이 소요됨</li> <li>• MARA LITe는 MARA DB의 독립된 질문시스템으로 MARA와 관련된 DB(29개의 독립된 표)로 전환됨.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 위험에 노출된 사람 수를 분석함.</li> <li>• Falciparum 말라리아의 전염가능지역을 그래프로 나타냄.</li> </ul>

1) Martens, P. Modeling framework for the health Impact ASsessment of Man-induced Atmospheric change, Baltzer Science Publishers, 1999. 연락처 : Dr. Pim Martens, ICIS, P.O. Box 616, 6200 MD Maastricht, The Netherlands  
 2) Environmental Burden of Disease assessment 의 자료원: WHO, The World Health Report 2002 & Mcmichael, A.J. et al 2003. Chimate change. In Global Burden of Disease. C.J. Murray and A.D. Lopez(eds.) World Health Organization, Geneva.: [http://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/en/9241546204chap1.pdf](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/en/9241546204chap1.pdf)  
 3) CIMSIM 과 DENSIM은 Dengue simulation model임.  
 Focks, D.A., D.H. Haile, E. Daniels, and G.A. Mount. 1993. Dynamic life table model of a container-inhabiting mosquito, Aedes aegypti (L.) (Diptera: Culicidae). Simulation Results and Validation. J Med Entomol. 30:1018-1028.  
 Focks, D.A., E. Daniels, D.H. Haile, and J.E. Keesling. 1995. A simulation model of the epidemiology of urban dengue fever: Literature analysis, model development, preliminary validation, and samples of simulation results. Am J Trop Med Hyg. 53:489-506.  
 4) LyMe disease Simulation Model  
 Mount, G.A., D.G. Haile, and E. Daniels. 1997. Simulation of management strategies for the blacklegged tick (Acari: Ixodidae) and the Lyme disease spirochete, Borrelia burgdorferi. J Med Entomol. 34(6):672-663.  
 5) MARA/ARMA(MApping Malaria Risk in Africa/Atlas du Risque de la Malaria en Afrique). 1998. Towards and atlas of Malaria risk in Africa. Durban, South Africa. <http://www.mara.org.za/lite/information.htm>  
 MARA Lite는 2002년에 발간된 CD-Rom(Low end Information Tool for MARA)임.  
 6) 이 표에 수록된 방법들에 대한 상세한 정보는 United Nations Framework Convention on Climate Change의 자료에서 볼 수 있음. Compendium on methods and tools to evaluate impacts of, vulnerability and adaptation to, climate change [http://unfccc.int/adaptation/methodologies\\_for/vulnerability\\_and\\_adaptation/items/2674.php](http://unfccc.int/adaptation/methodologies_for/vulnerability_and_adaptation/items/2674.php)

가는 자세한 문헌 검토, 영향 평가를 위한 새로운 자료를 수집하거나 새로운 모델 개발, 정량화 분석이나 민감도 분석, 공식적인 불확실성 분석과 동료평가를 포함한다. 이러한 평가기법들은 기후에 민감한 질병의 잠재적 부담을 평가하고 취약성을 감소시키기 위한 대응을 인지하는데 응용된다.

### 3. 폭염과 적응대책

#### 1) 폭염기간의 증가로 인한 건강문제

우리나라의 폭염기간은 계속 증가하는 것으로 보고되고 있다. 1970년에서 2000년까지 강수와 기온의 자료를 기반으로 하여 2100년까지의 기후변화를 예측한 기상연구소의 보고서에 의하면 연평균기온이 2060년에는 4°C, 2090년에는 6°C이상 높이질 것으로 전망된다. 기후변화의 시나리오 중 A2시나리오를 사용한 예측자료에서 7월과 8월의 평균 기온은 서울의 경우 2100년까지 각각 평균 3.0°C, 3.3°C 증가하는 것으로 예측되었으며, 월평균 최고 6.9-7.3°C까지 차이를 보였다. 7월과 8월의 평균 강수량도 약간 상승하는 것으로 예측되었다.<sup>1)</sup>

인체와 외부환경 사이에는 전도, 대류, 복사, 증발 등의 기전을 통해 열 교환이 이루어지고 있다. 더위에 대한 인체의 순응은 5~6일이 지나면 가능하나 완전한 순응은 5~6년 걸린다. 무더

위는 식욕을 낮추고, 혈관팽창으로 인한 혈액순환 속도를 빠르게 하며, 땀을 많이 흘리게 한다. 장시간 고온에 노출되었을 때 생리적 영향과 반응을 살펴보면, 세포손상으로 효소의 변성 또는 비활성화, 세포막 파괴로 단백질 합성 장애, 열 스트레스로 인한 심장의 부담 증가 등이 있고, 주요 증상으로는 일사병, 탈진, 열기절, 만성질환자의 사망위험증가 등의 결과를 가져올 수 있다. 열스트레스로 인한 사망은 최고기온이 나타난 1~2일 후에 가장 많이 발생하는 것으로 알려져 있고, 열지수(체감온도지수)로 인한 사망은 최고 열지수 2~4일 후에 가장 많이 발생하는 것으로 알려져 있다.

고온으로 인한 심장질환자의 사망은 36.5도에서 1°C 증가할 때마다 사망률이 28.4% 증가(Diaz 등, 2002)하는 것으로 보고된 바 있다. 열지수 37 °C이상에서 사망자가 급증(1°C증가할 때마다 8명씩 증가 최광용 등, 2005)하는 보고가 국내에서 있었다. 서울의 경우 29.9 °C에서 1°C 상승할 때마다 사망률이 3.0% 증가, 폭염이 7일이상 지속시 9%이상 사망이 증가(김소연, 2004)하는 것으로 보고되었고 주된 사망의 원인이 호흡기계, 내분비계, 순환기계 질환인 것으로 나타났다(표 2).

폭염과 사망의 관련성에 관한 한 연구에서는 65세 이상의 고령자 사망이 폭염과 유의한 관련성을 나타내었고, 28.1°C이상의 날이 하루 증가할 때마다 사망자는 11명 증가할 것으로 예측되어 향후 폭염기간이 증가할수록 사망자수는 증

1) 기상연구소 기후연구실, 한반도 기후변화 100년 변화와 미래전망, IPCC SRES A2 온실가스증가 시나리오에 따른 한반도 기후변화 시나리오 CD, 2005.

표 2. 폭염기간의 주요 사인

사인분류	ICD-10 Code	관찰수	기대수	초과 사망수 (95% 신뢰구간)
호흡기계 질환	J00-J98	197	137	60(43.8)
내분비, 영양, 대사질환	E00-E88	158	107	46(43.0)
- 진성 당뇨병	E10-E14	133	92	41(44.6)
순환기계 질환	I00-I99	1,142	875	267(30.5)
- 뇌혈관질환	I60-I69	688	471	217(46.1)
- 기타 심장질환	I26-I51	266	201	65(32.3)

\* 위의 모든 사인분류에서 통계적으로 유의함(p<0.05).  
 자료: 김소연(2004), 기후변화로 인한 여름철 폭염현상이 사망률에 미치는 영향. 아주대학교 의학박사학위 논문; pp.38~44 재구성.

가할 것으로 전망하였다.<sup>2)</sup> 2006년 5월 발표된 기상연구소의 보고서에서는 32°C 이상에서는 1°C 상승할 때마다 고령자의 사망자수가 9명씩 증가하는 것으로 보고되었고, 서울지역의 경우 폭염기간의 사망자수는 평년보다 75% 높은 것으로 분석하였다. 기상연구소에서는 고온에 따른 노인들의 돌연사를 예방하기 위한 고온-건강예보 시스템을 조만간 구축할 예정으로 보도되었다.<sup>3)</sup>

## 2) 적응대책과 전략

인간의 생리적, 행동적, 사회문화적, 기술적 다양성은 적응능력에 영향을 준다. 더운지역에 사는 인구집단일수록 폭염으로 인한 사망률의 threshold는 추운지역의 인구집단에 비하여 더 높다. 더위에 대한 생리적인 적응능력은 의복, 식생활, 휴식과 활동방식에 따라서 더 향상될

수 있다. 주거양식도 기후조건과 매우 밀접한 관련이 있다. 한편 도시지역에서 폭염기간에 전기와 식수공급이 차단될 경우가 가장 심각한 현상을 일으킬 수 있다.

폭염에 대한 적응력을 향상시키기 위해서 정책적으로는 교육과 경고, 보호정책을 함께 강화해야 한다. 교육정책으로는 폭염에 대한 국민적 인식을 향상시키고 개인적으로 적응능력을 향상시킬 수 있는 기술을 보급해야 한다. 한편 취약집단일수록 보건교육적인 메시지에 대한 접근성이 낮고 또 보건교육에 대한 순응도가 낮은 가능성이 크기 때문에 별도의 효과적인 교육대책이 필요하다. 실내온도를 적절히 유지하는 방법과 의복착용의 요령, 식음료의 음용과 옥내외 활동요령에 대한 교육이 필요하다.

국가적으로나 지역적으로 폭염의 위험도에 따라 적절한 경고시스템(고온건강경보시스템)을 갖추는 것은 필수적이다. 폭염을 예측하는

기상예보의 체계가 마련되어야 하고, 온도변화 및 환경과 건강간의 인과적 관계에 대한 과학적 지식의 축적이 마련되어야 한다. 경고기간 동안 취할 수 있는 대책들이 개발되어야 하며 응급상황에 대처할 인프라가 구축되어야 한다.

보호정책으로는 폭염기간에 사망률이나 유병률이 높아질 수 있는 도시 및 인구밀집지역의 옥내외 공공장소의 환기상태를 개선하고, 녹지를 형성하는 등의 정책이 필요하다. 선진국일수록 인구집단이 옥내에서 생활하는 시간이 많으므로 실내의 온도조절이 중요하다. 도시지역에서 열섬현상은 피할 수 없는 현상이라는 보고들이 지배적이므로 도시계획단계나 도시개발에는 이러한 열섬현상을 줄이기 위한 대책을 강화할 필요가 있다.

우리나라의 취약계층 건강보호대책으로서 노인시설의 생활환경실태 개선, 독거노인 생활실태의 주기적 파악 등이 이루어질 수 있는 체계적 시스템을 구축하고 있다. 거동이 불편하거나 기능제한이 있는 독거노인은 100% 안전 확인 서비스를 실시하고 있으며, 독거노인에 대한 보건과 복지서비스를 종합적으로 연결하는 one-stop 지원센터를 지역마다 운영하고 있다.

국립의료원 중앙응급의료센터에서는 여름철 폭염으로 인한 응급환자 발생에 대비하여 신속한 응급처치와 응급의료기관 후송체계를 마련하고 있으며, 전국적으로 응급의료정보센터 12개와 권역별 응급의료센터 16개가 24시간 비상진료체계를 유지하고 있다.

## 4. 국내 기후변화 관련 전염성 질병에 대한 대책

### 1) 매개체를 통한 전염성 질병의 변화

전염성 질환을 발생하게 하는 매개동물의 서식 및 생태와 기후변화는 많은 관련이 있다. 우리나라는 비교적 전염성질환의 유병이 낮은 선진국형 양상을 보이고 있다. 그러나 지난 10년간의 추이를 보면 쯔쯔가무시, 렙토스피라증, 신증후군 출혈열 등이 증가하고 있는 것을 알 수 있다. 세균성이질은 1999년, 2000년, 2003년에 상당히 높아졌던 기록을 보이고 있다. 말라리아는 6월에서 9월에 가장 높은 빈도를 나타내는 질병이며, 1998년 이후 약간씩 감소하고 있다. 렙토스피라증 및 쯔쯔가무시는 8월에서 10월에 가장 많이 발생하며 계절의 영향을 많이 반영하는 질병이라고 할 수 있다(그림 1 참조).

### 2) 적응대책과 전략

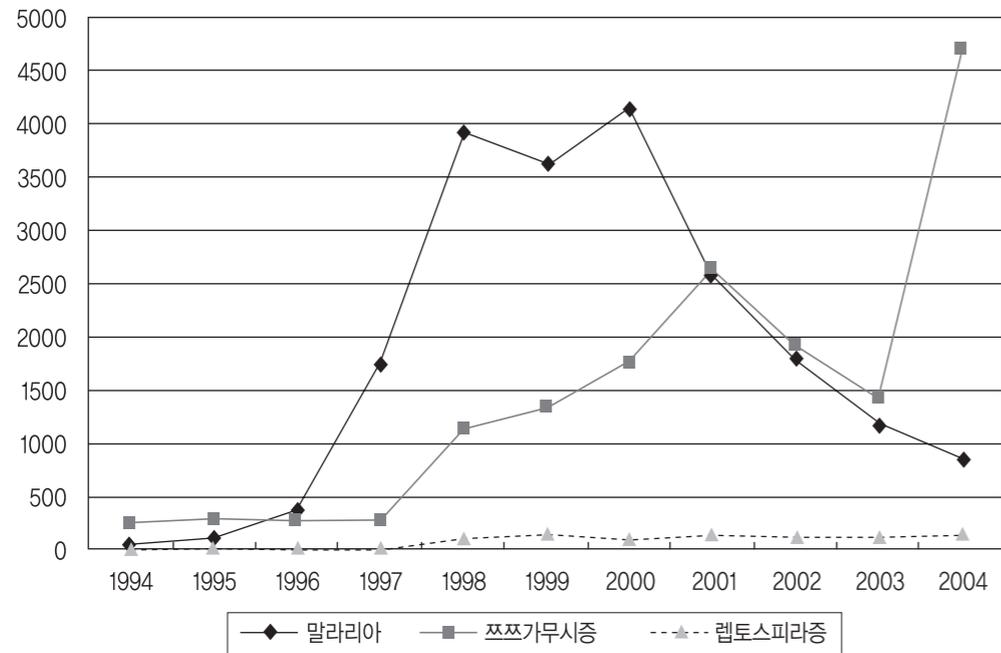
강수량과 온도와 같은 주요한 기후 변화들은 음용수로 인한 수인성 질환과 음식물 매개질환과 관련이 있다. 설사병은 가장 더운 달에 가장 많이 발생한다. 기온은 박테리아와 원생동물의 번식과 생존율과 관계가 깊은 습도와 연관이 많다. 집중 호우는 음용수의 오염에 영향을 미친다. 수인성 질환의 특징은 오염수를 사용하는 지역에 국한해서 2~3일 내에 환자가 일시에 폭발적으로 발생하였다가 점차로 감소한다. 그리고 질병은 성, 연령, 생활정도, 직업 등에 관계없이 발생하며 그 잠복기는 일반적으로 길고 치명

2) 박정임 등, 기후변화가 건강에 미치는 영향 및 적응대책마련, 환경부, 한국환경정책평가연구원, 2005.

3) 기상연구소, 고온과 일 사망률 관계, 2006. 5. 9. 보도자료.

그림 1. 연도별 국내 주요 매개체 전염 질병발생빈도의 추이

(단위: 명)



자료: 질병관리본부, 각년도.

률은 낮은 것으로 알려져 있다.

변화하는 전염성질환의 양상에 적극적으로 대처하기 위해서는 효율적인 역학조사와 매개동물의 조기발견, 환자의 조기발견 및 예방접종, 보건교육 등이 필요하다. 세계보건기구에서는 기후변화로 인해 변화되는 전염성질환발생의 모형을 개발하고 향후 변화양상을 예측하는 방법으로 조기경보시스템(Early Warning System; EWS)을 제안한 바 있다.<sup>4)</sup> 조기경보시스템은 전염병의 조기경보시스템은 과거의 전

염성질환의 발생경향을 토대로 현재와 미래의 질병양상을 예측하는 데 도움을 준다. 이 시스템의 목적은 질병의 유행양상 예측뿐만 아니라 능동적 감시와 대응에 대한 사전 결정까지 예측한다는 데 있다. 조기경보시스템을 이용하는 장점은 첫째, 표준화된 질병진단의 도구와 컴퓨터화된 네트워크를 이용한 보고체계를 통하여 빠르고 정확하게 질병을 모니터링할 수 있다. 둘째, 질병감시를 위한 자료들을 인공위성 및 지상의 시스템으로부터 무료 또는 저렴한 가격으로

로 얻을 수 있어 기후와 질병의 관련성에 대한 잠재적 요인을 조사하는 데 편리하다. 셋째, 통계학적 역학적 모델링 연구에 편리하고 단순한 감시체계에 의존하는 것 보다 더 명확하게 검증할 수 있다는 장점이 있다(그림 2 참조).

우리나라의 질병관리본부에서는 체계적인 전염병관리대책을 확립하고 있다. 여름철 폭염으로 인하여 수인성질환, 식품매개성 전염병의 발생을 조기에 발견하기 위하여, 전염병 정보보급 및 감시체계를 가동하고 있다. 전염병 발생예방을 위해 방역소독을 강화하고, 여름철 피서지에 실사환자 신고센터를 설치운영하고 있다. 기후변화로 여름철 기온이 높아짐으로 인해 생기기 쉬운 식중독을 예방하기 위하여 전국적인 비상연락체계를 마련하고 있다. 여기에는 보건복지부와 식품의약품안전청(지방청), 전국의 시도 및 시군구 보건소 등 관련 기관이 참여하고 있다. TV, 라디오, 지역 언론 등 언론매체를 통해 식중독 예방 홍보를 하고 있으며, 휴가철 다중이용 장소인 고속도로 휴게소, 해수욕장, 종합위탁시설, 유원지 및 부패·변질 등 위해발생 우려 식품에 대한 집중적인 지도와 단속을 하고 있다. 특히, 취약계층의 아동·노인 등에게 안전한 급식이 제공될 수 있도록 지도와 점검을 강화하고 있다.<sup>5)</sup> 2007년에는 기상청의 폭염특보 시험운영과 맞추어 각 부처에서 ‘폭염대비 종합대책(정부합동)’을 수립하였고, 폭염특보 발표 시 휴교 및 단축수업 조치(교육인적자원부), “무더위 쉼터” 운영 및 노인 등 취약계층을

대상으로 찾아가는 방문건강관리 프로그램 운영(지방자치단체), 폭염대비 노인 보호 대책 수립(보건복지부), 폭염에 대한 국민행동요령 집중홍보 대책(소방방재청) 등을 추진하였다. 향후 폭염특보 발표기준의 상향조정을 통한 개선 및 지역별 차별화, 특보 발표 및 발효 시기 등 시험운영에서 나타난 미비점을 보완하고, 관련부처와 협의를 거쳐 '07년 12월에 「2008년 폭염특보 운영계획」을 수립할 예정이다. 또한, 특보 운영에 필요한 관련법령을 정비하여 '08년 6월부터 정식 운영할 계획으로 보고된 바 있다.<sup>6)</sup>

## 5. 기후변화 관련 수해로 인한 피해와 대책

### 1) 수해로 인한 피해

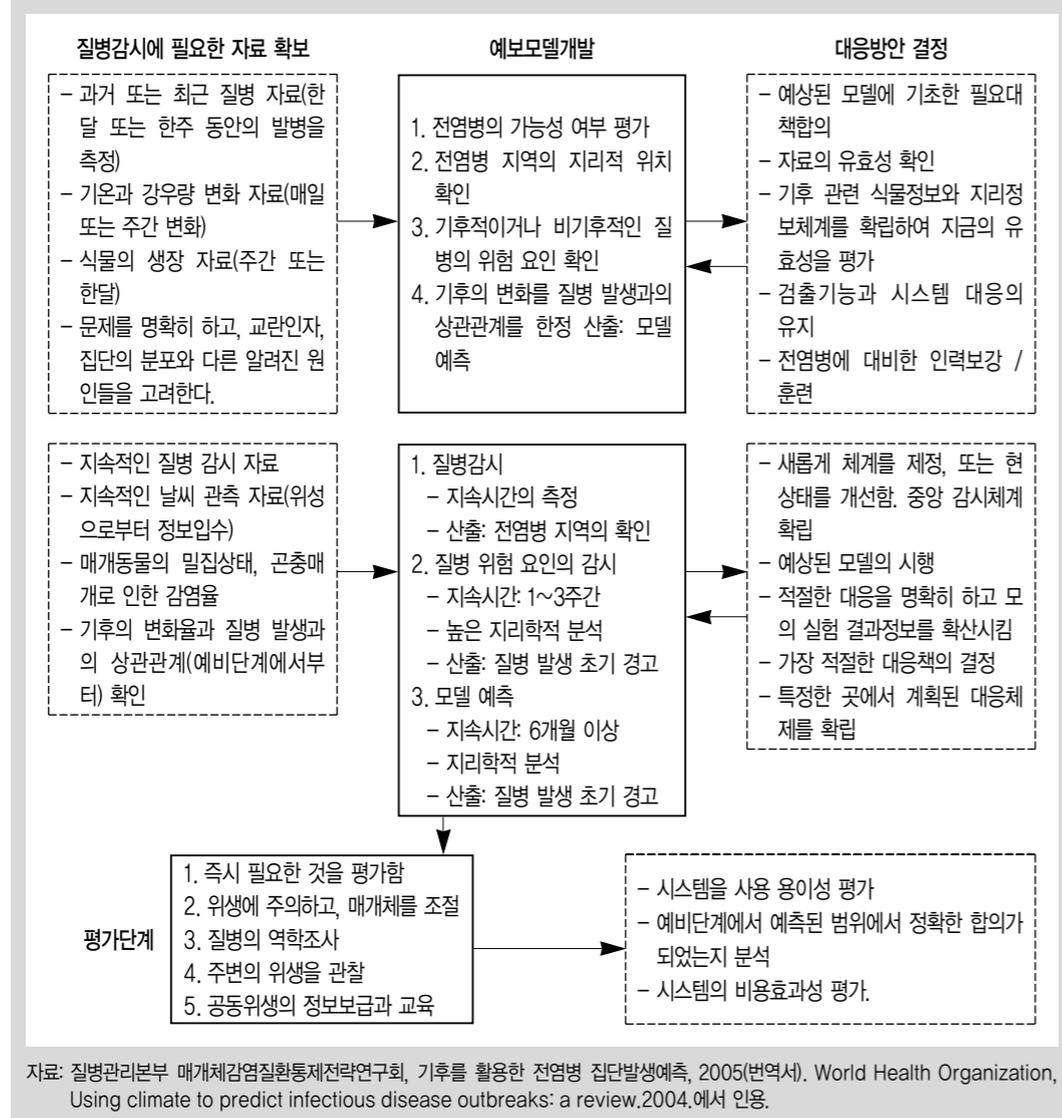
지구온난화로 인한 기후변화는 엘니뇨 현상을 증대시키고 홍수와 같은 수해를 증대시키고 있다. 수해로 인한 피해는 인명피해와 재산피해를 포함한다. 과거 100여 년간에 걸친 수해피해 통계를 보면 수해로 인한 사망을 상당히 줄여들었다. 그러나 수해로 인한 재산피해의 규모는 조금씩 증가해 왔고 2000년대에 들어서는 급격히 상승한 것을 알 수 있다(그림 3). 국토연구원의 연구에서는 전문가 조사를 통하여 홍수의 주요 인자별 가중치를 산정하였다. 홍수의 주요 인자는 자연적 요인, 사회적 요인, 정책적 요인,

4) 질병관리본부 매개체감염질환통제전략연구회, 기후를 활용한 전염병 집단발생예측, 2005(번역서). World Health Organization, Using climate to predict infectious disease outbreaks: a review, 2004.

5) 보건복지부 비상계획관실, 2006년 보건의로 폭염대책 추진계획, 2006.

6) 국정브리핑자료, 여름철 일상생활에 유용할 것으로 조사된 폭염특보, 2007.12.04.

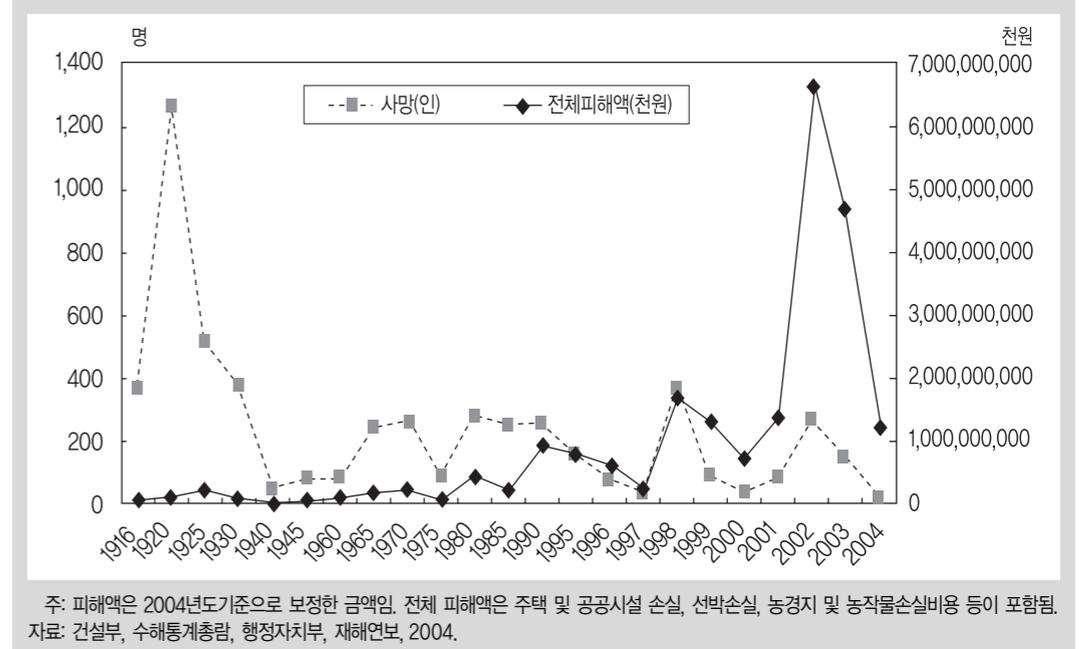
그림 2. 기후변화대비 전염성질병 조기경보시스템의 개발을 위한 구성도



시설적 요인 등이 있었고 가중치 합은 1.0이 되도록 하였다. 조사결과 자연적 요인의 가중치가 0.318로 가장 높게 산정되었다. 자연적 요인은 기후적 여건(연 강수량, 지형적 여건(하천밀도) 등이 포함되었다.<sup>7)</sup>

7) 박태선 등, 홍수피해특성분석 및 홍수피해지표개발에 관한 연구, 국토개발연구원, 2005.

그림 3. 연도별 수해로 인한 사망자수와 전체 피해액



## 2) 적응대책

홍수는 자연적 요인에 의한 증가가 가장 클 것으로 예상되는 재해이므로 기후변화로 인한 그 피해는 증가할 것으로 전망된다. 수해로 인한 피해는 인명피해와 재산피해를 포함한다. 과거 100여 년간에 걸친 수해피해 통계를 보면 수해로 인한 사망자수는 상당히 줄어들었다. 그러나 수해로 인한 재산피해의 규모는 조금씩 증가해 왔고 2000년대에 들어서서는 급격히 상승해 왔다. 따라서 향후 강수량의 증가와 더불어 수해의 피해는 재산피해 뿐만 아니라 정신적 피해와 전염성 질환으로 인한 피해가 보고되고 있다.

홍수에 대처하는 방안은 노출위험을 줄이고 노출될 가능성이 있는 지역주민을 보호하는 데

중점을 두어야 한다. 토지사용이나 개발 시에 홍수의 위험성에 대한 진단과 대책이 필요하다. 홍수유발이 가능한 지역의 조기경보시스템과 건물구조의 개선 등이 필요하다.

## 6. 결 론

기후변화가 인구집단에 주는 영향은 직접적인 요인과 간접적인 요인들이 있다. 가장 직접적인 요인들은 기온과 강수이며, 이들 요인은 폭염과 수해 같은 기상요인들로 나타난다. 이러한 기후변화의 요인들은 인구집단의 건강결정 요인에 영향을 줄 수 있다. 본 논고에서는 주된 기후변화의 영향과 적응대책을 중심으로 살펴

보았다. 기후변화와 더불어 성층권의 오존층 파괴가 극단지역부터 중위도까지 진행되고 있다. 그러나 오존층의 파괴를 막기 위한 행동강령이 잘 지켜진다면 2050년까지 산업화이전의 수준으로 오존층은 회복될 수 있을 것으로 전망되고 있다. 온실가스가 오존층을 파괴하고 지구온난화로 인해 계절간의 오존층 파괴율이 다양하게 나타나고 있다. 기후변화로 인한 수자원의 변화, 농업생산량의 변화, 생태계의 변화 등은 간접적으로 국민의 생활과 건강에 영향을 줄 것으로 전망된다. 따라서 보건부문의 기후변화영향 평가를 할 때, 이러한 간접적인 영향요인들을 고려해야 할 것으로 판단된다.

세계보건기구의 보고에 의하면 일반적으로 건강위험요인에 대한 취약성은 환경과 이용할 수 있는 자원(resources)의 수준, 효과적인 거버넌스(governance)와 제도적 장치, 보건인프라의 질(quality), 정보에의 접근성 등에 의해 좌우된다. 즉 취약성으로 인한 기대수명의 손실과 질병부담을 줄이기 위한 정책과 효율적인 자원의 배분과 활용 등이 취약성을 줄일 수 있다는 것이다.

기후변화로 인한 건강취약성 제고를 위한 정책 및 보건의 인프라의 질 평가 등이 이루어지기 위해서는 기후변화로 인한 건강취약성 평가에 관련된 연구들이 증가되어야 한다. 잠재적인 건강영향을 평가하기 위한 접근방법들은 관심의 대상이 되는 요인에 따라 달라진다. 전통적인 환경보건의 평가는 토지, 해양, 공기 속에 있는 화학물질의 위험수준과 취약성을 평가는 방법을 주로 사용하며 위험요인에 노출된 인구집단의 취약성을 분석하는 독성학적 위험평가모델을 주로 사용한다. 환경의 위험요인에 노출되

어 발생하는 질병의 양상에 대한 평가는 인과관계가 잘 밝혀진 바 있다. 그러나 기후변화와 관련된 요인과 질병발생의 인과관계를 분석하는 방법에는 보다 많은 관련변수들을 고려해야 한다. 왜냐하면 기후의 요인들은 다양한 사회여건에 따라 인간에게 미치는 영향이 매우 큰 차이를 나타내기 때문이다. 전통적으로는 환경적 위험요인과 관련된 공중보건분야의 접근방법이 크게 두가지에 의존하였다. 첫째는 생산된 지식 및 과학적으로 도출된 지식에 대한 확신의 정도이며 둘째는 그 요인에 대한 일반국민의 가치수준과 견해였다. 적절한 정책과 자원이 투입되기 위해서는 그 정책이 기반 할 수 있는 충분한 지식이 생산되고 공유되어야 한다. 그리고 정책을 수용할 수 있는 국민의 일반적인 견해와 지식도 고려되어야 한다. 따라서 일부 국가에서는 기후변화로 인한 영향에 대한 지불의사를 조사하는 방법을 사용하여 향후 적응대책을 마련하기 위한 기초적인 연구를 추진하기도 한다. 즉, 기후변화로 인한 취약성을 평가하는 것은 객관적이고 정량적인 연구도 필요하지만, 정성적인 연구 분석도 중요한 부분을 차지한다.

마지막으로 우리나라에서 기후변화와 관련된 보건부문의 대응방안 연구를 추진하기 위한 기초적인 데이터의 축적과 정보체계가 마련되어야 한다. 예를 들면 지역별 수해 피해의 통계, 지역별 감염성 질병의 통계, 취약인구집단의 지역별 일별 사망과 질병통계 등이 체계적으로 활용될 수 있도록 되어야 할 것이다. 그리고, 기후변화로 인한 인구집단의 취약성 평가에 대하여 다양한 기법을 응용한 연구들이 추진될 수 있도록 지원이 필요하다. **목차**