연구 2008-24-4

기후변화와 전염병 질병부담

Climate change and burden of infectious disease

신호성
김동진

한국보건사회연구원

기후변화와 전염병 질병부담

연구보고서 2008-24-4

발 행 일 2008년 12월
저 자 신 호 성 외
발 행 인 김 용 하
발 행 처 한국보건사회연구원
주 소 서울특별시 은평구 진흥로 268(우: 122-705)
전 화 대표전화: 02) 380-8000
홈페이지 http://www.kihasa.re.kr
등 록 1994년 7월 1일 (제8-142호)
인 쇄 처 대명기획
가 격 6,000원

ⓒ 한국보건사회연구원 2008

ISBN 978-89-8187-533-6 93510

머리말

지난 100년 동안 지표의 평균기온은 0.7℃ 상승하였으며, 시간이 갈수록 기온상승률이 증가하는 추세이다. 우리나라에서 관측된 20세기 기온자료를 분석해 보면 평균기온은 1.5℃ 상승하여, 우리나라에서 나타나는 온난화 추세는 전지구적인 온난화 추세를 상회하고 있다.

기후변화는 전세계적으로 사회적 변동, 인구이동, 경제적 고난, 환경적 퇴화 등의 심각한 문제들을 초래하고 있으며, 인간의 건강 또한 온도나 강수 패턴, 폭풍, 홍수, 가뭄, 해수면 상승 등의 기후 변화에 의해 영향을 받고 있는 것이 사실이다. 기후변화와 날로 증가하고 있는 기후의 변이성은 특히 매개체에 의한 전염성 질환에 영향을 미칠 수 있기 때문에, 기후변화에 의한 전염병 발생영향을 분석할 필요성이 있다.

이러한 배경 하에서 본 연구에서는 기후변화로 인한 전염병 발생의 변화를 모델링하고자 하였으며, 이와 함께 전염병 발생으로 인한 질병부담을 계산함으로써 전염병으로 인해 초래되는 건강영향을 계량화하고자 시도하였다.

본 연구는 신호성 박사의 주도하에 김동진 선임연구원이 참여하였다. 연구진은 본 보고서 작성에 자문을 해 주신 질병관리본부 강영아 연구관, 신이현 연구관께 사의를 표하며, 본 보고서를 읽고 좋은 의견을 주신 최은진 박사, 황나미 박사께 감사한다. 본 보고서에 수록된 내용은 연구진의 의견이며, 본원의 공식적인 견해가 아님을 밝혀둔다.

2008년 12월

한국보건사회연구원

원장 김 용 하

목 차

Abstract ····· **13**

요 약 ····· **15**

제1장 연구의 필요성 및 목적 ····· **21**

제1절 연구배경 및 필요성 ····· 21
제2절 연구목적 ····· 25

제2장 연구내용 및 방법 ····· **26**

제1절 연구내용 ····· 26
제2절 연구방법 ····· 39

제3장 문헌연구 ····· **75**

제1절 건강영향평가의 개념 ····· 75
제2절 기후변화로 인한 영향: 건강, 계절, 강수, 연안, 식량 ····· 88
제3절 기후변화에 의한 전염병 발생영향 ····· 95
제4절 우리나라 해외유입 전염병 현황 및 전염병 관리대책 ····· 98
제5절 장애보정생존연수(DALY)를 이용한 선행 연구결과 ····· 101

제4장 연구결과 ····· 107

제1절 기상자료 및 전염병 진료비 청구자료 기초 분석 ····· 107
제2절 전염병 발생 예측 분석 방법 ····· 137
제3절 전염병 발생 예측 결과 ····· 141
제4절 기후변화 관련 전염병으로 인한 질병부담 ····· 159

제5장 결론 및 정책적 시사점 ····· 173

제1절 기후변화와 보건의료 적응정책 ····· 173

참고문헌 ····· 183

부 록 ····· 189

표 목 차

〈표 2- 1〉 말라리아 발생 예측모형 ····· 30
〈표 2- 2〉 참여자의 특성에 따른 사전확률 차이 ····· 42
〈표 2- 3〉 월별전염병 발생현황(2002～2007) ····· 63
〈표 2- 4〉 기존문헌에서 언급된 기후변화 관련 전염병 ····· 66
〈표 2- 5〉 질병코드(ICD-10) ····· 69
〈표 2- 6〉 연도별 전염병 발생현황 ····· 71
〈표 2- 7〉 시군구별 전염병 발생현황 및 AWS 설치 현황 ····· 73
〈표 3- 1〉 건강영향평가의 정의 ····· 77
〈표 3- 2〉 건강영향평가를 실시하는 동안 검토되어야 할
건강영향의 분야 사례 ····· 87
〈표 3- 3〉 기후변화로 인한 부문별 영향 ····· 88
〈표 3- 4〉 금강유역 홍수 피해액 예측 ····· 93
〈표 3- 5〉 기상재해로 인한 사망자 ····· 93
〈표 3- 6〉 서울에서 여름철 고온으로 인한 사망자 추정 ····· 94
〈표 3- 7〉 환경의 변화와 전염성 질병의 영향 ····· 96
〈표 3- 8〉 매개체 관련 질병전파에 대한 기후요소의 영향 ····· 97
〈표 3- 9〉 연도별·질병별 해외유입전염병 발생 현황
(매년 7월 7일 기준) ····· 98
〈표 3-10〉 연도별·국가별 해외유입전염병 발생 현황
(매년 7월 7일 기준) ····· 99
〈표 3-11〉 질병관리본부 중심 표본 감시 ····· 100
〈표 3-12〉 우리나라 전염병 관리체계 ····· 100

〈표 4- 1〉 지역별 자동관측지점(AWS) 분포 ····· 107
〈표 4- 2〉 연도별 일평균기온, 일최고기온, 일최저기온 현황 ····· 108
〈표 4- 3〉 연도별 일평균풍속, 일평균강수량 현황 ····· 110
〈표 4- 4〉 연도별 극한 기온 일수 ····· 112
〈표 4- 5〉 성별 연령별 기후변화 관련 전염병 유병건수 및
유병률(2005～2007년) ····· 114
〈표 4- 6〉 성별·연령별 기후변화 관련 전염병 유병건수 및
유병률(2005년) ····· 115
〈표 4- 7〉 성별·연령별 기후변화 관련 전염병 유병건수 및
유병률(2006년) ····· 116
〈표 4- 8〉 성별·연령별 기후변화 관련 전염병 유병건수 및
유병률(2007년) ····· 116
〈표 4- 9〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 유병건수 및
유병률(2005～2007년) ····· 117
〈표 4-10〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 유병건수 및
유병률(2005년) ····· 119
〈표 4-11〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 유병건수 및
유병률(2006년) ····· 121
〈표 4-12〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 유병건수 및
유병률(2007년) ····· 122
〈표 4-13〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 건당
평균 요양일수(2005년) ····· 124
〈표 4-14〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 건당
평균 요양일수(2006년) ····· 125
〈표 4-15〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 건당
평균 요양일수(2007년) ····· 127

〈표 4-16〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 진료건당 평균 진료비(2005년) ····· 129
〈표 4-17〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 진료건당 평균 진료비(2006년) ····· 130
〈표 4-18〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 진료건당 평균 진료비(2007년) ····· 131
〈표 4-19〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 총진료비(2005년) ····· 133
〈표 4-20〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 총진료비(2006년) ····· 135
〈표 4-21〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 총진료비(2007년) ····· 136
〈표 4-22〉 분석대상 전염병 발생현황 ····· 138
〈표 4-23〉 우리나라와 외국의 전염병 장애가중치 ····· 140
〈표 4-24〉 전염병 발생 예측 모형(2005~2007) ····· 142
〈표 4-25〉 시간지연효과를 고려한 후 전염병 발생과 기후의 상관관계 ····· 142
〈표 4-26〉 렙토스피라에 영향을 미치는 요소 분석 ····· 145
〈표 4-27〉 시간지연효과를 고려한 후 렙토스피라증 발생과 기후의 상관관계 ····· 146
〈표 4-28〉 말라리아 발생에 영향을 미치는 요소 분석 ····· 150
〈표 4-29〉 세균성 이질 발생에 영향을 미치는 요소 ····· 153
〈표 4-30〉 장염 비브리오증에 영향을 미치는 요소 ····· 155
〈표 4-31〉 쯔쯔가무시증 발생에 영향을 미치는 요소 ····· 158
〈표 4-32〉 시간지연효과를 고려한 후 쯔쯔가무시증 발생과 기후의 상관관계 ····· 159
〈표 4-33〉 전염병별 평균 요양기간 및 이환기간 ····· 160
〈표 4-34〉 전염병별 단위온도 증가에 따른 기울기 영향 ····· 161
〈표 4-35〉 질병별 연령대별 전염병 발생 예측 건수 ····· 162

〈표 4-36〉 장래 인구 추계 ····· 162
〈표 4-37〉 기후변화에 따른 전염병 질병부담(인구구조 불변) ····· 166
〈표 4-38〉 미래 전염병 종류별 질병 부담예측 ····· 168
〈표 4-39〉 EME (Established Market Economies) 국가들의 YLD ····· 169
〈표 5- 1〉 건강도시 지표 ····· 177
〈표 5- 2〉 지역보건의료에서의 적응방안 ····· 180

그림 목차

〔그림 1- 1〕 위성과 관측기에 의한 지구 평균 기온, 해수면 및 적설량 추이 ····· 22
〔그림 1- 2〕 우리나라 연평균 기온의 변화 ····· 23
〔그림 1- 3〕 10년 평균 기온의 변화 ····· 23
〔그림 1- 4〕 기후변화와 전염병 발생 추이와의 상관관계 ····· 24
〔그림 2- 1〕 연구내용 및 절차 ····· 27
〔그림 2- 2〕 질병 매개체의 전이를 설명하는데 사용되는 SEIR 개념도 ·· 28
〔그림 2- 3〕 기후변화와 관련한 전염병 조기경보시스템 구축 Framework · 37
〔그림 2- 4〕 사전확률과 밀도함수 ····· 42
〔그림 2- 5〕 감수성집단, 환자군, 사망간의 기본 관계 ····· 61
〔그림 2- 6〕 법정 전염병 종류 ····· 64
〔그림 2- 7〕 연도별 월별 전염병 발생현황 ····· 65
〔그림 2- 8〕 시간경과에 따른 전염병 발생현황 ····· 65
〔그림 2- 9〕 분석에 사용한 시군구별 AWS 지점 현황 ····· 74
〔그림 3- 1〕 건강의 주요 결정요인 ····· 76
〔그림 3- 2〕 건강영향평가 모델 ····· 79
〔그림 3- 3〕 건강영향평가 과정의 flow chart ····· 84
〔그림 3- 4〕 6개 도시의 80년간 생활기온지수 발생빈도 변동 추세 ···· 89
〔그림 3- 5〕 기후변화로 인한 계절변화 ····· 90
〔그림 3- 6〕 최근 50년간 14개 지점 누적강수일수와 누적호우일수의 변화 ····· 90
〔그림 3- 7〕 기상관측값(1971～2000년)과 모델예측값(2071～2100년)에 근거한 향후 100년 후 아열대 기후구의 변화 ····· 91

〔그림 4- 1〕 연도별 일평균기온, 당해연도 일최고기온 및
일최저기온 현황 ····· 109
〔그림 4- 2〕 연도별 일평균풍속, 일평균강우량 ····· 111
〔그림 4- 3〕 연도별 극한 기온 일수 ····· 113
〔그림 4- 4〕 3년간 전염병 발생 빈도(예측값) ····· 141
〔그림 4- 5〕 주간 평균 최고기온의 변화에 따른
주간 전염병 발생 예측 ····· 143
〔그림 4- 6〕 렙토스피라증 발생 현황 예측 ····· 145
〔그림 4- 7〕 말라리아 모기 생활사 ····· 147
〔그림 4- 8〕 말라리아모기 생활사와 기온과의 상관관계 ····· 148
〔그림 4- 9〕 말라리아 발생 현황(예측) ····· 149
〔그림 4-10〕 말라리아 전염병 발생 예측 ····· 151
〔그림 4-11〕 시간경과에 따른 기온과 세균성이질 발생 ····· 152
〔그림 4-12〕 세균성 이질 예측과 주간최고기온과의 관계 ····· 153
〔그림 4-13〕 장염비브리오증 발생과 주간 평균 최고기온 ····· 155
〔그림 4-14〕 장염비브리오증 발생과 기온 ····· 156
〔그림 4-15〕 쯔쯔가무시병 발생과 계절변화 ····· 158
〔그림 4-15〕 한반도 기온변화 시나리오 ····· 164
〔그림 4-16〕 연령별 기온변화에 따른 질병부담(YLD) ····· 165
〔그림 4-17〕 전염병 종류별 질병부담(YLD) ····· 167
〔그림 4-18〕 2005년 전염병 발생분포 ····· 170
〔그림 4-19〕 2006년 전염병 발생분포 ····· 171
〔그림 4-20〕 2007년 전염병 발생분포 ····· 172
〔그림 5- 1〕 보건의료에서의 기후변화 대응과정 ····· 175
〔그림 5- 2〕 일차보건의료체계에서의 기후변화 적응전략 ····· 179

Abstract

Climate change and burden of infectious disease

With its widespread environmental and human health impacts, climate change has become a global issue. Variability of weather condition and global worming of temperature affected the distribution of vector-borne diseases. This study estimated marginal temperature effect on five infectious diseases caused by climate change and examined the burden of its diseases.

During the period 2005~2007, the prevalence of infectious disease ranked tsutsugamushi fever (22.1), malaria (11.7), shigellosis (6.2), leptospirosis (1.2), and vibrio vulnificus sepsis (1.2) by order. The total amount of money spent for the disease treatments was the highest in tsutsugamushi fever and vibrio vulnificus sepsis was the first in the unit cost. Based on the three years prevalence, the study estimated the expected number of diseases due to unit degree increase of temperature. On average, the prevalence of five diseases was expected to increase by 4.27%. The impact of climate change was ordered tsutsugamushi fever (5.98%), leptospirosis (4.07%), malaria (3.40%), vibrio vulnificus sepsis (3.29%), and shigellosis (1.81%).

When considering future population pyramid change, the burden of disease varied to age group and the type of disease. Absolute amount of disease burden was higher in the adults, but the burden of children and young adults (under 35) relatively increased due to decrease of population size of those groups. The order of future burden of disease was estimated tsutsugamushi

fever, shigellosis, malaria, vibrio vulnificus sepsis, and leptospirosis.

Compared to its impact and distribution of climate change, the strategy development of adaptation and underlying researches was in beginning stage. As one of the most prominent and prompt preparations, vector-borne diseases attracted the popular attention, but intervention for the future infectious disease outbreak was not developed fully. The first step of involvement started to estimate the impact of future events. We hopefully expected this study to contribute on the adaptation plan development.

요 약

1. 연구의 목적

□ 1979~2005년 동안 남극대륙, 동태평양 일부를 제외하고 전 지표면 및 중층 대류권(고도 10㎞)에서 온난화가 관측되었음.

- 지난 100년간(1906~2005년) 지표 평균기온은 0.74±0.18℃ 상승하였으며, 시간이 갈수록 기온상승률이 증가하는 추세임.

□ 기후변화는 우리나라 역시 예외일 수 없어서 1904년 이후 2000년까지 우리나라에서 관측된 20세기 기온자료를 분석해 보면 평균기온은 1.5℃ 상승하여, 우리나라에서 나타나는 온난화 추세는 전지구적인 온난화 추세를 상회하고 있음을 알 수 있음.

□ 전세계적으로 기후변화는 사회적 변동, 인구이동, 경제적 고난, 환경적 퇴화 등의 심각한 문제들을 초래하고 있으며, 인간의 건강 또한 온도나 강수 패턴, 폭풍, 홍수, 가뭄, 해수면 상승 등의 기후 변화에 의해 영향을 받고 있는 것이 사실임.

□ 전 세계적으로 기상이변을 동반한 기후변화와 함께 산업화로 인한 지구온난화 현상 등에 대비하기 위하여 건강을 포함한 각 분야별 대응체계를 구축해 나가고 있는 실정임.

□ 기후변화와 날로 증가하고 있는 기후의 변이성은 특히 매개체에 의한 전염성 질환에 영향을 미칠 수 있기 때문에, 기후변화에 의한 전염병 발생영향을 분석할 필요성이 있음. 이와 함께 우리나라에서는 해외유

입 전염병이 최근 지속적으로 증가되고 있어 이에 대한 적극적 감시 및 관리 대책이 요구되고 있음.

□ 본 연구의 목적은 기후변화로 인한 전염병 발생양상 변화가 국민의 건강에 어떠한 영향을 미칠 것인지를 계량화하고, 이에 대비한 국가정책이 적절한지를 평가하는 것임. 구체적인 연구목적은 다음과 같음.

- 첫째, 기후변화에 따른 모든 전염병의 영향을 개별적으로 평가하기는 힘들기 때문에 총량적인 평가와 함께 기후변화와 전염병간의 관계가 잘 알려진 질병을 중심으로 위험평가(risk assessment)를 수행하고자 함. 특히 위험평가는 장애보정생존년수(Disability Adjusted Life Years)를 이용하여 전염병으로 인한 질병부담을 계산하고자 하였음.
  - 건강보험심사평가원의 전산청구자료를 이용하여 기후변화와 관련있는 전염병으로 인한 현재의 질병부담 정도를 계산하였으며,
  - 전염병 발생양상에 대한 모델링을 통해 기후변화에 따른 미래의 질병부담 정도를 계산하여 현재의 질병부담정도와 비교하였음.
- 둘째, 이상의 연구결과를 바탕으로 적절한 전염병 감시체계 수립을 제안하고자 하였음. DALY 등의 요약지수로 계량화된 전염병의 발생양상 변화를 바탕으로 현재의 전염병 감시체계 혹은 전염병 관련 대책의 적정성을 관련 전문가의 도움을 얻어 평가하고자 하였음.

2. 주요 연구내용

□ 기상청에서 제공받은 전국 196개 자동관측지점에서 측정한 3년(2005~2007년)간의 기상자료(일평균기온, 일최고기온, 일최저기온, 일평균풍

속, 일강수량)를 이용하여 전국 및 지역별 3년간의 기후변화 양상을 분석한 결과는 다음과 같음.

- 우선 기온을 살펴보면, 일평균기온의 경우 전국을 기준으로 2005년 12.2도, 2006년 12.8도, 2007년 13.1도로 연구대상 기간동안 상승하고 있음을 알 수 있었고, 기온상승 효과는 광역 지역별로도 동일하게 나타났음.
- 일평균풍속과 일평균강수량을 연도별로 분석해본 결과, 이들은 연도별로 큰 차이를 나타내지는 않았으나 일평균강수량의 경우 2005년에 비해 약간 증가한 것을 알 수 있었음.
- 각 지역별로 분포한 자동기상관측지점에 기록된 일별 최고온도 및 최저온도의 평균값을 구하여 연중 극한 기온이 기록된 일수를 계산하여 본 결과, 저온일수는 연도별로 감소추세가 뚜렷하게 나타나 겨울철 온난화 현상이 반영된 것으로 판단되었음.

□ 건강보험심사평가원으로부터 제공받은 2005~2007년 건강보험심사평가원 전산청구자료를 분석한 결과, 기후변화 관련 전염병 건수는 총 2,592,515건이었으며, 이중 본 연구의 대상이 되는 렙토스피라, 말라리아, 세균성이질, 장염 비브리오, 쯔쯔가무시의 수진건수는 2005~2007년 기간 동안 총 61,354건으로 나타났음.

- 질병별로는 쯔쯔가무시가 가장 많은 32,051건(52.2%)였고, 다음으로 말라리아 16,898건(27.5%), 세균성이질 8,975건(14.6%), 렙토스피라 1,756건(2.9%), 장염비브리오 1,674건(2.7%)의 순서로 분포하고 있었음.
- 이를 인구 10만명당 유병률로 환산하면, 쯔쯔가무시 22.1명, 말라리아 11.7명, 세균성이질 6.2명, 렙토스피라 1.2명, 장염비브리오 1.2명임.

□ 먼저 이들 5가지 질병에 대한 3년간의 유병건수 및 유병률을 살펴보면 전체적으로 남자(인구 10만명당 39.9명)보다 여자(인구 10만명당 44.84명)의 유병률이 높았음.

□ 질병별로는 말라리아의 유병률이 해마다 증가하고 있었는데 특히 남성 집단에서의 유병률 증가를 확인할 수 있었고, 반대로 쯔쯔가무시의 경우 유병률이 낮아지고 있었음. 그러나 지난 3년간의 분석임으로 결과 해석에 주의를 요함.

□ 기후변화와 관련된 전염병으로 인한 진료비를 분석한 결과, 전체적으로 유병건수가 가장 많은 쯔쯔가무시의 경우 진료비 총액 또한 가장 많았고, 장염비브리오는 유병건수가 가장 작았음에도 불구하고 건당 평균 진료비가 높았기 때문에 진료비총액 또한 비교적 높게 나타났음.

- 성별로는 남자에 비해 여자의 진료비 총액이 더 높았고, 지역별로는 남자의 경우 모든 연도에서 경기와 서울의 총진료비가 가장 높게 나타났음.

□ 2005~2007년 3년 동안의 전염병 발생을 기준으로 온도변화에 따른 전염병 발생을 예측한 결과 우리나라의 온도가 섭씨 1도 상승할 경우 5가지 전염병의 평균 발생률은 4.27% 증가할 것으로 예측되었음.

- 5가지 전염병 중 쯔쯔가무시의 발생이 가장 높을 것으로 예측되었고(5.98%), 세균성이질(1.81%)의 경우가 가장 적은 영향을 받을 것으로 예측되었음. 기온 상승에 따른 전염병 발생 영향은 쯔쯔가무시, 렙토스피라, 말라리아, 장염비브리오, 세균성이질의 순으로 나타났음.

□ 향후 인구구조의 변화를 감안하여 연령대별로 기온상승에 따른 질병부담을 산출한 결과, 온도가 상승함에 따라 질병부담도 높아졌음.

- 특히 35~64세, 65세 이상의 질병부담이 상대적으로 감소하고 저연령층의 질병부담이 높아지는 현상이 나타났음. 이는 인구구조의 변동에 의한 것으로 연령대별 질병발생 빈도에 기인한 것이 아니라 인구피라미드가 역삼각형 모양으로 변화된 것 때문임.

□ 연령대별 질병부담을 모두 합한 값으로 전염별 종류별 질병부담을 측정하면 쯔쯔가무시(5.98%), 렙토스피라(4.07%), 말라리아(3.40%), 장염비브리오(3.29%), 세균성이질(1.81%)의 순으로 나타났음.

- 현재의 인구구조를 그대로 적용한 모형에 비하여 말라리아, 세균성이질, 장염비브리오의 경우 인구구조 변동을 반영한 모형에서 상대적으로 질병부담이 증가하며 쯔쯔가무시의 경우 그 영향이 줄어드는 것으로 나타났음.

□ 본 연구에서 산출된 전염병 질병부담은 세계보건기구가 2008년에 발표한 질병별 질병부담(YLD)의 EME(Established Market Economics) 국가군과 비슷한 양상을 보였음.

3. 결론 및 정책적 시사점

□ 우리나라 전염병 관리대책은 질병의 예방과 관리에 중점을 둔 추진방식, 예방을 위한 다단계 안전망 설정, 취약성에 기반을 둔 추진, 파트너쉽에 의한 추진 기본원칙을 가짐.

□ 취약성 기반 원칙은 취약계층, 취약시기, 취약지역 등 취약성에 기반을 둔 방식이나 질병의 발생 및 분포가 공간적, 시간적 변이를 가져 취약성 예측에 어려움이 있음.

□ 본 연구는 통계적 방식에 의한 전염병 발생 예측 모형을 적용하여 시공간적 변이성을 통제하고 기후요소에 의한 변이성을 최대한 고려하여 기후변화에 따른 향후 발생예측을 추계한 것임.

□ 기후변화의 주요 전염병에 대한 향후 유병률을 예측하고 연령대별 질병부담을 계산하여 취약성 기반 원칙을 추진할 수 있는 기반을 조성함.

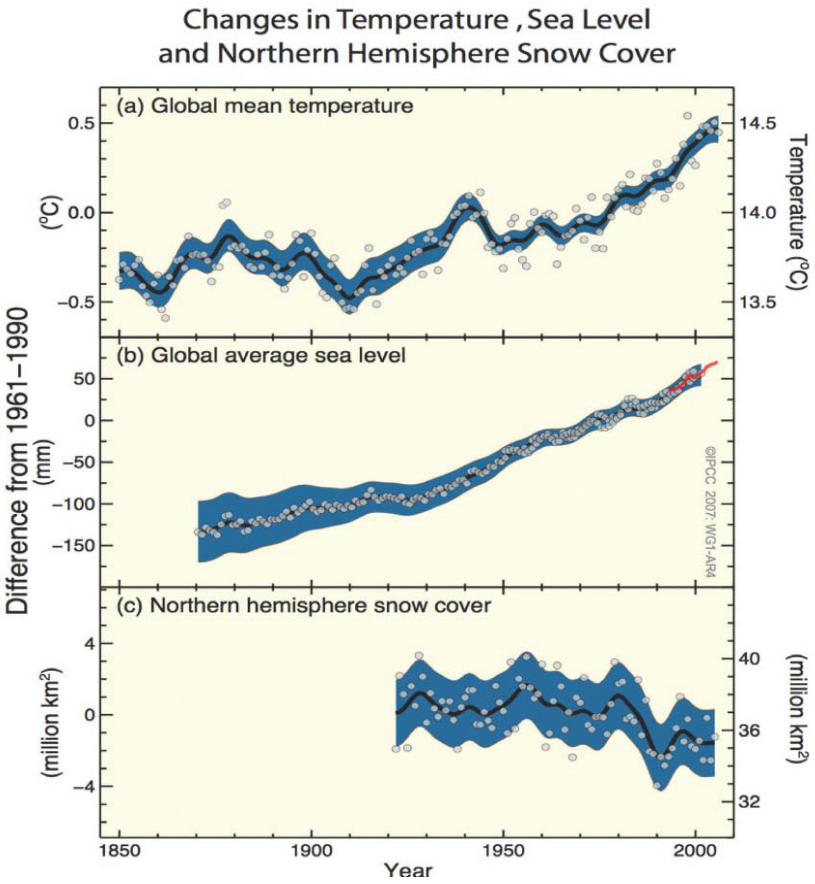
제1장 연구의 필요성 및 목적

제1절 연구배경 및 필요성

기후변화는 자연적인 요인과 인위적인 요인에 의해 발생되지만, 최근의 기후변화는 인간활동에 의한 지구 온난화 때문이다. 산업화 등의 인위적 행위로 인한 온실가스가 증가는 지구온난화 등 기후변화의 원인이 되어왔다. 지구 온난화는 이산화탄소(CO_2) 등의 온실가스 농도 증가로 인해 지표의 복사열을 과도하게 흡수하는 온실효과 때문이다. 전지구 CO_2 평균농도는 산업혁명 이전인 1750년에 280ppm 이던 것이 2005년에는 379ppm으로 증가하였다.

1979~2005년 동안 남극대륙, 동태평양 일부를 제외하고 전 지표면 및 중층 대류권(고도 10㎞)에서 온난화가 관측되었다. 지난 100년간(1906~2005년) 지표 평균기온은 0.74±0.18℃ 상승하였으며, 시간이 갈수록 기온 상승률이 증가하는 추세이다. 또한 북극기온은 지구 평균보다 거의 2배 증가했고, 1980년 이후 빙하는 10년에 2.7%씩 감소한 것으로 관측되고 있다(IPCC, 2007).

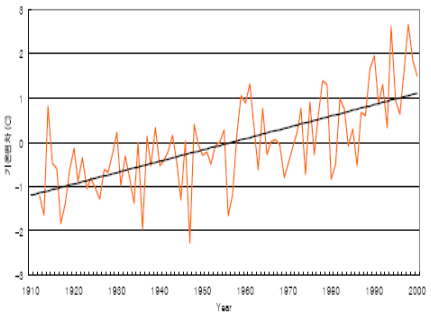
〔그림 1-1〕 위성과 관측기에 의한 지구 평균 기온, 해수면 및 적설량 추이



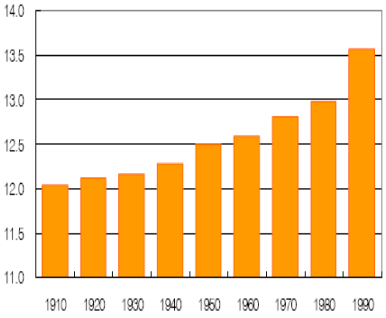
자료: IPCC, 2007; 정연앙, 2007, 재인용

기후변화는 우리나라 역시 예외일 수 없어서 1904년 이후 2000년까지 우리나라에서 관측된 20세기 기온자료를 분석해 보면 평균기온은 1.5℃ 상승하여, 우리나라에서 나타나는 온난화 추세는 전지구적인 온난화 추세를 상회하고 있음을 알 수 있다(그림 1-2, 1-3 참조).

〔그림 1-2〕 우리나라 연평균 기온의 변화



〔그림 1-3〕 10년 평균 기온의 변화



자료: 기상연구소 기후연구팀
(http://www.metri.re.kr/metri_home/Climate/uSubpage.jsp?menu=1039)

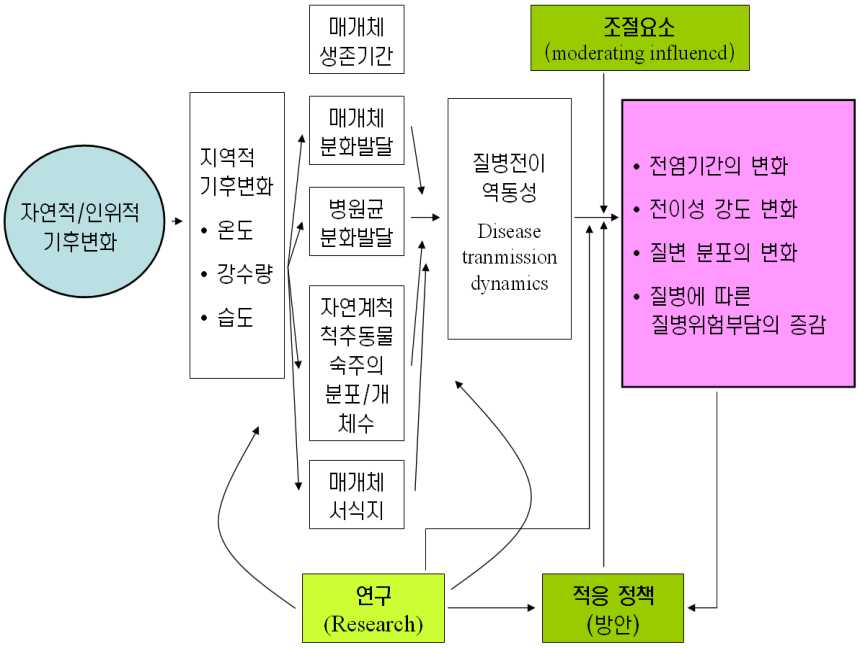
전세계적으로 기후변화는 사회적 변동, 인구이동, 경제적 고난, 환경적 퇴화 등의 심각한 문제들을 초래하고 있으며, 인간의 건강 또한 온도나 강수 패턴, 폭풍, 홍수, 가뭄, 해수면 상승 등의 기후 변화에 의해 영향을 받고 있는 것이 사실이다(Kenneth et al., 2008).

기후변화와 날로 증가하고 있는 기후의 변이성은 특히 매개체에 의한 전염성 질환에 영향을 미칠 수 있기 때문에(Kenneth et al., 2008), 기후변화에 의한 전염병 발생영향을 분석할 필요성이 있다.

이에 따라 본 연구에서는 기후변화로 인한 전염병 발생의 변화를 모델링하고자 하며, 이와 함께 전염병 발생으로 인한 질병부담을 계산함으로써 전염병으로 인해 초래되는 건강영향을 계량화하고자 시도하였다.

또한, 본 연구는 건강영향평가의 시범사업으로써 수행되었기 때문에 전체적인 연구 절차는 뒤에 소개할 건강영향평가(Health Impact Assessment, HIA)의 틀을 따르고자 하였다. 건강영향평가의 목적은 예방적인 도구(정책)을 선택하는데 있어서 건강영향에 대한 합리적인 판단(better inform, 건강위험과 건강혜택을 동시에 포함)에 근거하여 정책결정이 이루어질 수 있도록 지지하는 데 있다.

〔그림 1-4〕 기후변화와 전염병 발생 추이와의 상관관계



주: 1) 조절요소란 생활수준, 공공보건체계, 외국 여행 등 기후변화 관련 질병의 결과에 영향을 미치는 비기후적 요소를 말함.

2) 적응(adaptation) 정책이란 백신개발, 전염병 조기경보체계의 개발 등 전염병 발생으로 인한 건강피해를 줄일 수 있는 정책방안들을 의미함.

자료: Gubler, DJ. et al., (2001). Climate variability and change in the United States: potential impacts on vector- and rodent-borne diseases. Environ.Health Perspect., 109 Suppl. 2, 223-233.

제2절 연구목적

전 세계적으로 기상이변을 동반한 기후변화와 함께 산업화로 인한 지구 온난화 현상 등에 대비하기 위하여 각 분야별 대응체계를 구축해 나가고 있는 실정이다. 이와 관련하여 우리나라에서는 해외유입 전염병이 최근 지속적으로 증가되고 있어 이에 대한 적극적 감시 및 관리 대책이 요구되고 있다.

본 연구의 목적은 기후변화로 인한 전염병 발생양상 변화가 국민의 건강에 어떠한 영향을 미칠 것인지를 계량화하고, 이에 대비한 국가정책이 적절한지를 평가하는 것이다. 구체적인 연구목적은 다음과 같다.

첫째, 기후변화에 따른 모든 전염병의 영향을 개별적으로 평가하기는 힘들기 때문에 총량적인 평가와 함께 기후변화와 전염병간의 관계가 잘 알려진 질병을 중심으로 위험평가를 수행하고자 하였다.

위험평가(risk assessment)는 1) 기후변화와 관련이 높은 전염병의 확인, 2) 기후변화와 전염병간의 양반응(dose response) 관계 규명, 3) 향후 기후변화 시나리오, 4) 기후변화에 따른 질병부담 및 위험요소의 조절을 통해 얻을 수 있는 부담 감소의 정도 등 4가지 과정으로 수행될 수 있다. 특히 기후변화와 건강위험 정도를 비교하기 위하여 질병으로 인한 사망과 질병발생으로 인한 장애정도(질병 유병기간으로 산출)를 반영하는 DALY와 같은 요약지수(summary measure)의 산출이 중요하다.

둘째, 이상의 연구결과를 바탕으로 적절한 전염병 감시체계 수립을 제안하고자 한다. DALY 등의 지수(index)로 계량화된 전염병의 발생 양상 변화를 바탕으로 현재의 전염병 감시체계 혹은 전염병 관련 대책의 적정성을 관련 전문가의 도움을 얻어 평가하고자 하였다.

제2장 연구내용 및 방법

제1절 연구내용

본 연구의 연구내용은 크게 세가지로 나눌 수 있다. 첫째, 향후 전염병 발생양상에 대한 모델링, 둘째, 기후변화 관련 전염병으로 인한 질병부담 계산, 셋째, 전염병 발생 양상 변화에 따른 적절한 전염병 감시체계(전염병 관련 정책) 제안이다.

먼저 전염병 발생양상에 대한 모델링은 향후의 전염병 발생양상 예측을 위해 우리나라에서 발생되는 주요 기후변화 관련 전염병 및 전체 전염병에 대해 기후변화로 인한 발생 양상을 모델링하고자 하였다. 전염병 발생양상에 대한 예측은 전국 및 주요 대도시별로 실시하였다.

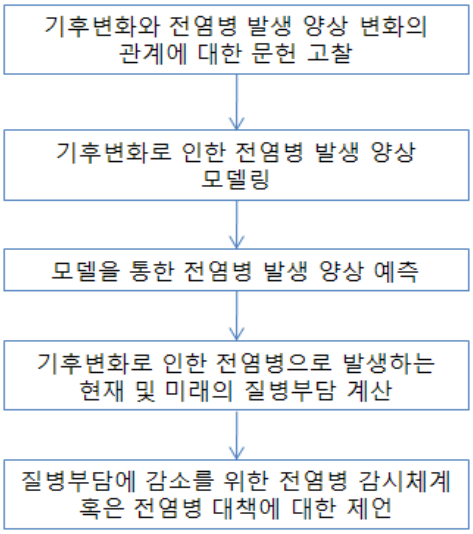
두 번째, 현재의 전염병 발생 자료 및 모델링을 통해 예측된 전염병 발생 예측 자료를 이용하여 기후변화 관련 전염병으로 인한 질병부담을 계산하여 비교하였다.

이 때 전국 단위 질병부담의 경우 전체 전염병으로 인한 질병부담과 주요 전염병에 대한 질병부담을 각각 계산하였으며, 주요도시별 질병부담은 전체 전염병에 대해 계산하였다.

마지막으로, 이상의 연구결과를 바탕으로 전염병 발생 양상 변화에 따른 적절한 전염병 감시체계 혹은 전염병 관련 정책에 대해 제언하고자 하였으며, 이때에는 관련 전문가들의 의견을 바탕으로 하고자 하였다.

이상의 내용을 도식화 하면 다음과 같다.

〔그림 2-1〕 연구내용 및 절차

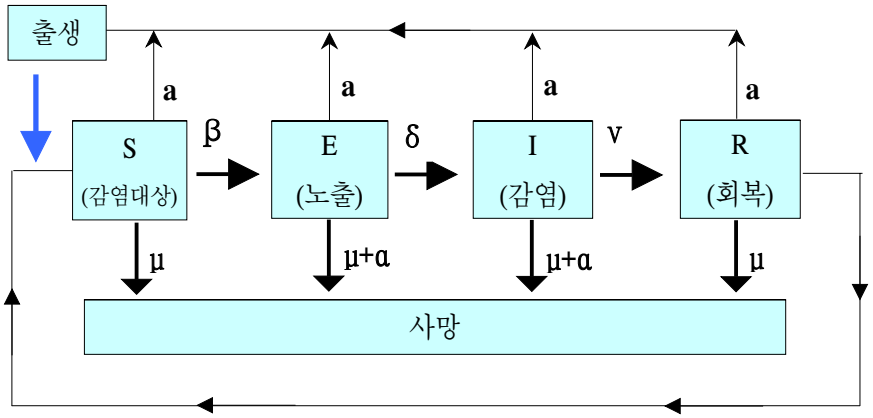


1. 전염병 발생 추이 모델링

가. 전염병 발생추이 모형

질병발생 추이의 모델링 과정에 일반적으로 사용되는 중요 개념틀 중의 하나는 SEIR(Anderson, 1992; Mollison, 1995) 모형이다. SEIR 모형은 인구집단을 통해 전파되는 질병의 전달과정의 각 단계에서 개입되는 질병매개체의 동적인 상태를 묘사한 개념틀이다. 이 모형을 현실에 적용할 때 매개체와 인구집단 SEIR 모형을 동시에 대비시켜 매개체 발생 변화에 따른 인구집단의 영향을 파악한다. SEIR 모형에서 S는 감염에 민감한 집단의 비율, E는 질병에 노출되었지만 감염은 되지 않은 인구 비율, I는 감염된 인구비율, R은 질병으로부터 회복, 사망, 면역에 의해 질병 매개체의 범위에서 제외된 인구 비율을 말한다.

〔그림 2-2〕 질병 매개체의 전이를 설명하는데 사용되는 SEIR 개념도



주: a 출산율
μ 사망률
α 질병 감염으로 인한 사망률
β 질병 매개체 전이율
1/δ 평균 잠복기
1/v 평균 감염지속기간

자료: Committee on Climate, Ecosystems, Infection Disease, and Human Health. Under the Weather. 2001. National Academy Press.

SEIR 모형은 실험이나 현지조사를 통해 알려진 질병관련, 혹은 인구집단 관련 변수가 각 단계에서 미치는 상대적인 영향을 보여준다. 예를 들어 감염에 민감한 상태에 있는 인구집단의 비율 변화는 최초의 민감대상수, 질병매개체의 출생/사망률, 민감집단과 감염집단의 접촉정도 등에 의해서 영향을 받게 된다.

SEIR 모형은 질병발생 변화과정이 입구집단의 크기, 인구밀도, 연령/성별 비율, 면역정도, 상호연결 패턴 등 대상인구집단의 특성에 영향을 받게 됨을 보여준다.

SEIR 모형은 질병 추이의 변화에 대한 기후 및 환경의 영향을 설명하는데도 적용 할 수 있다. 일반적으로 각 단계에서 다음 단계로 넘어갈 때

변화율은 일정한 것으로 간주되나 기후변화가 매개됨에 따라 이 변화율은 변동 가능한 것으로 바뀐다. 감염된 호스트에서 감염되지 않은 집단으로의 질병 전염률은 기후변화와 관련된 인구이동, 지역적 밀집정도, 인구특성의 변화 등에 의해 영향을 받을 뿐만 아니라 전염병원균의 재생산과정 및 유전적 변화에 의해서도 영향을 받게 된다.

기후변화와 관련된 전염병질환의 발생에 대한 수리적 모델링 기법은 전염병질환의 동적인 변화, 감시/통제 전략의 수립, 미래 발생 예측을 가능하게 하는 강력한 도구로서 사용되고 있다.

나. 모델링 방법

모델링 방법은 구조 모형과 통계모형으로 대별된다. 구조모형이란, 기후변화에 따른 전염병 질환이 인체에 미치는 영향에 대하여 일반적인 이론에 근거한 기전이나 과정을 표현하기 위한 것으로, 설명변수, 결과변수간의 관계를 표현한 식이며 관계식은 임의의 함수 형태가 적용된다. 질병발생에 대한 위험은 현재적 상황에 근거하여 예측되기 때문에 전염과정이나 인체반응에 영향을 미칠 수 있는 적응정책이나 개입이 고려될 수 없다. 그럼에도 불구하고 구조모형은 기후변화가 생태계에 어떤 변화를 가져오며 이것이 질병양상에 미칠 영향을 파악하는데 사용되어져 왔다.

통계적 모형은 기후와 기존의 연구에서 확인되어진 질병관련 변수와의 관계에 기초한 모형이며 과거의 변화패턴에 기초하여 관심변수가 미래에 미칠 영향을 예측한다. 이 방법은 가용자료의 부족 때문에 미래예측 모형으로서 한계가 생길 수 있으므로, 회귀식에 포함되지 못한 변수에 의한 영향과 다른 변수와의 관련성 때문에 생길 수 있는 설명력은 포함될 수 없다. 그럼에도 불구하고 향후에 예측가능한 변수에 의한 질병 영향을 분석하는데 유용한 도구가 될 수 있고 구조모형에 비해 필요한 자료의 양이 적은 장점이 있다.

모델링 작업은 이상의 두 가지 모형 중 일방적으로 한쪽 모형에 의존하여 개발되지 않는다. 질병 발생에 관한 핵심적인 과정을 예측모형에 포함하고 동시에 인구집단 전체에 이를 확대 적용하기 위하여 두가지 모형의 핵심적인 부분이 결합된 모형이 사용된다. 기존 연구에서 적용된 말라리아 발생 모형은 다음과 같다.

〈표 2-1〉 말라리아 발생 예측모형

주연구자	특징	연도
Craig MH	GIS를 이용한 fuzzy-logic climate-based distribution model 사용	1999
Lindsay SW	Anopheles maculipennis의 기온변화에 따른 말라리아 전염 정도를 파악하기 위하여 단순 수학적 방식을 사용	1996
Martens WJM	기후변화가 전 지구적 말라리아 전파에 미치는 영향 파악목적 rule-based modeling	1995
Lindsay SW,	기후변화 시나리오별 말라리아 전염정도 예측, 단순 수학적 방식 사용	1998
Hay SI	아프리카 고산지역에서 기후변화의 잠재적 영향 분석. 다변수 회귀분석	2002
Rogers DJ	말라리아 분포에 대한 기후변화(기온, 강수량, 습도)의 영향, 통계적 다변수 회귀분석방법 사용	2000
Hoshen MB	기후변화와 관련된 질병매개체 진화단계와 기후변화에 영향을 받지 않는 인구집단 요소를 결합, mathematical-biological model	2004

뎅기열은 기후변화와 관련하여 중요한 질병이지만 우리나라에서 그 발생 빈도가 낮아 상대적으로 낮은 정책적 중요도를 차지한다. 뎅기열의 전염발생 모형으로 1993년 Focks가 개발한 CIMSiM 및 DENSiM이 있다. CIMSiM는 1헥타르 내 안데스 모기 한 종의 기후변수 영향을 반영한 안데스 모기 생존 평균값으로 역학적인 생명표 방법을 적용한 곤충학 모델인 반면, DENSiM은 지역, 연령 반영 인구집단의 출생률과 사망률로 계산

되는 인구역학관련 모델이다. 출생당시 양성반응을 보인 어머니 혈청과 감염시 혈청반응을 모형에 포함하며 CIMSiM에서 계산된 곤충학적 요소가 모기집단의 biting 정도를 반영하기 위하며 모형에 포함된다.

다. 예측 모형 선별 시 기준

좋은 예측 모형이란 예측력(predictive performance)이 높은 모형(이론)을 말한다. 질병의 전염에 대한 모형은 일반적으로 비선형의 행태를 보이는 경우가 많으나 때때로 복잡한 분포를 보일 때도 있다. 이런 현상이 질병역학의 본질적인 부분에 의한 것인지 혹은 의도하지 않은 인공적인 결함에 의한 것인지 밝히는 것은 모델링 과정에 중요한 영향을 미칠 것이다. 예측력으로 판별할 수 없는 경우에는 기전에 대한 기술(description)이 기존의 이론과 합치되면 좋은 모형(이론)이다. 즉, 좀 더 기전을 잘 설명하는 모형(mechanistic model)이 순수하게 경험적인 모형(pure empirical model)에 비해 좋다

위 두 기준으로 판단할 수 없는 경우에는 단순할수록 좋은 모형(이론)(Parsimony Principle)이다. 복잡한 모형이 현실을 보다 잘 반영할 수 있을지라도 사용가능한(측정 가능한) 자료가 부족할 경우에 한계가 있을 수 있고, 현실의 질병발생 및 분포와 관련이 있는 본질적인 과정을 포함하는 종합적인 변수의 사용으로 다른 조건의 제한 없이 예측범위를 좁힐 수 있는 장점을 가지기 때문이다.

좋은 모형(이론)이 되기 위해서는 적당한 분석 시간 또는 공간의 단위(척도)를 사용해야 한다. 복잡한 생물학적/생태학적 과정을 모방하는 구조모형을 사용할 수 없는 가장 큰 장애는 아주 작은 단위의 환경변수를 측정할 수 없는 한계 때문에 발생하는 경우가 많기 때문이다.

또한, 실험 자료와 전문가 의견의 결합이 필요하다. 현장조사(field study)나 잘 계획된 실험을 통해서 질병역학의 많은 부분이 알려지기 때문에 이

들 자료를 모델링 가정에 포함하는 것은 중요한 부분이다. 사용가능한 실험자료가 부족한 경우 정성적 정보나 전문가의 의견(판단)을 포함하는 모델링 기법이 요구될 수 있다.

예측모형이 효과적인 모니터링 전략이나 공공보건정책을 결정하는 자료로서 사용될 경우 좋은 예측력을 보이는 모형이 바람직하지만 때때로 설명력이 부족한 모형이 오히려 유용하게 사용될 수도 있다. 모형이 개발목적이 부합하여야 하지만 항상 복잡한 자연현상을 온전히 설명할 수 있는 것은 아니다.

라. 모델링 작업에 사용되는 자료의 특성

1) 감시/ 관측/보고 자료

전염병 발생에 대한 예측모형 개발에서 부딪히는 가장 난제 중의 하나는 많은 지역에서 장기간에 걸쳐 수집된 질 좋은 역학 자료의 부족이다. 연구자료에서 보이는 예외적인 변화를 가려내기 위해서는 장기간에 걸쳐 수집된 자료가 필요하며, 다양한 조건 및 정황(context) 하에서 기후변화가 전염병의 전이과정에 미치는 영향을 분석하기 위해서 지역적으로 넓은 범위에 걸쳐 수집된 자료가 필요하다.

기후변화와 관련된 전염병 발생추이의 상대적 변화를 파악하기 위해서는 민간도 높은 감시체계의 유무가 전제조건인데, 일반적으로 가장 많이 사용되는 자료는 질병감시자료이다. 우리나라의 경우 4대 전염병 분류에 따라 보건소와 시도 관할 지역으로부터의 신고자료를 이용하여 질병관리본부에서 국가단위의 전염병 환자의 신고 자료 DB를 구축·관리하고 있다.

특히 EDI(전자문서보고프로그램)의 활용으로 개별 환자의 사례에 대한 보고와 일일, 주간, 월간, 연간 단위로 신고된 전염병의 자료 분석이 가능해 졌다. 2006년 이후 EDI 방식의 불편함과 자료 운영이 어려움을 보완하

기 위하여 웹기반 보고 시스템을 구축하였다. 1999년 개발된 전염병 정보망(DISWEB)은 전염병 관련 정보를 제공하고 전염병 감시 및 대응과 관련이 있는 인력들의 정보공유망 역할을 수행하고 있다.

말라리아, 홍역의 경우 공중보건 실험실을 연결한 실험실감시체계와 법정전염병 감시체계 자료를 연결하여 실험실 감시체계를 통해 확인된 환자와 EDI를 통해 보고된 환자의 통합 분석이 가능한 상태이다. 그러나 보다 포괄적인 전염병 감시를 위해 법정 전염병감시체계와 실험실감시체계의 전면적 통합운영이 요구된다.

환자나 의료인에 의한 법정전염병 신고율은 낮은 편인데, 법정전염병 신고/보고 정도를 5점 척도로 조사한 2002년 조사에 따르면 항상보고한다고 응답한 의료인은 28% 정도에 지나지 않아 의료기관을 통한 감시체계에 허점이 있음을 알 수 있다. 많은 병원에 이미 도입되어 있는 OCS나 EMR과의 연계를 통하여 의료기관 감시망의 질적 발전을 이룰 수 있을 것으로 기대된다.

2) 기상 자료

기후변화에 따른 질병발생율의 변화를 모델링하기 위해서 감시/보고 자료와 기후/환경 자료의 결합이 필수적이다. 기상청 기후자료관리시스템에서 제공하는 일별기상자료에는 평균기온, 최고(최저)기온, 강수량, 신적설, 평균해면기압, 평균이슬점온도, 평균상대습도, 평균풍속, 평균운량, 일조시간 등이 포함되며 일일평균기온, 일일최저기온 일일최고기온, 습도, 강수량 등의 기후 자료가 사용된다.

기상청 기후변화자료는 전국 77곳의 기상대와 관측소 관측지점에서 1일 8회의 정시관측 값으로 일평균 기온을 산출한다. 전국 246개 시군구 보건소에서 작성된 질병감시 자료와 전국 76개 관측소에서 측정된 기후자료가 공간적으로 불일치를 보이게 되는데, AWS (Automatic Weather System) 시

스템을 활용하여 이를 보완할 수 있을 것으로 예상된다.

기상청은 지상, 해양, 고층, 위성, 레이더, 항공, 지진, 낙뢰관측을 위해 94개 지점의 관측소와 462개소의 무인 자동기상관측장비(AWS), 5개의 해양부이, 6개 지점의 등표탑재 기상장비, 1척의 기상관측선을 운영하고 있다.

1904년부터 기록된 우리나라 기상관측 자료는 숱한 관측 지점의 이전과 기상관측기의 교체 혹은 변경, 일평균 기온 및 습도, 풍속 등 여러 기상요소의 산출방법의 변경 등과 같은 자료의 불연속성을 초래할 수 있는 외적 요인들을 포함하고 있으나 질병감시 자료와 통합이 가능한 최근의 기후자료의 경우 큰 문제가 없는 것으로 보고된다.

질병발생 변화 추이에 영향을 미치는 환경요소는 좁은 지역의 작은 시간 단위에 영향을 받기 때문에(예를 들어, 모기의 발생과 활동에 영향을 미치는 요소는 평균 대기기온보다는 서식지에 연계된 작은 지역의 특정 시간대의 기온(micro-environmental temperature)에 더 큰 영향을 받는다) 기후자료로 이런 척도로 측정된 자료가 요청된다. 작은 범위의 척도로 자료 수집이 가능한 원거리조작 기상위성자료의 활용으로 이런 문제점을 극복할 가능성이 있다.

기온관련 변수로 최대온도, 평균온도, 최소온도, apparent temperature(최광용, 2005), 습도온도 등이 사용되어 왔으나 현재까지 열파나 한기노출(cold stress)과 관련하여 표준척도로서 정해진 것은 없다(Michelozzi, et al., 2007). 최근들어 기후변화와 관련된 영향을 예측하는 모형에서 평균, 최대, 최소 기온을 변수로 사용하던 경향에서 탈피하여 Apparent temperature를 사용하는 연구가 늘어나고 있다. Apparent temperature(AT)는 R.G. Steadman (1979)에 의해 개발되었으며 여러 나라에서 다양한 방식으로 변형 발전되었다. Apparent temperature는 대기온도와 습도의 다양한 조합에 대하여 인간의 피부가 느끼는 생리적 반응에 기초한 것으로 이슬점 온도가 섭씨 14도일 때의 대기온도 14도와 같다. 습도와 기온이 복합되어 사람이 실제로

느끼는 더위를 지수화한 것으로 즉, 똑같은 기온이라도 습도에 따라 지수가 달라질 수 있으며 다음과 같이 표현될 수 있다(Michelozzi, et al., 2007).

$$AT = -2.653 + 0.004\ Temp + 0.0153\,(Dew)^2$$

Temp는 대기온도, D.ew는 이슬점온도(dew point temperature)이며 모두 섭씨로 측정된 것이다.

2. 기후변화와 적응대책 및 전염병 관리대책 중장기 계획 수립

우리나라의 기후변화 대응정책은 기후변화 완화정책에 우선 주목하여 정책이 추진되어 왔으나 IPCC 4차 보고서 이후 기후변화 적응정책이 각 관련분야에서 집중적으로 논의되기 시작하였다.

기후변화 대책은 기후변화협약 범정부대책기구를 중심으로 이루어진다. 최근 환경부와 기상청 공동협의기구인 한국기후변화협의체가 조직되어 기후변화의 현상 및 기후변화가 생태계 및 건강 등에 미치는 영향 분석 및 적응 방안 마련을 추진할 계획을 가지고 있다. 이에 따라 보건복지부 내 기후변화가 국민건강에 미치는 영향과 이에 대한 종합적인 대응 방안을 수립할 필요성이 증대되고 있으며, 전염병에 대한 적응정책인 전염병 관리체계, 감시체계방안도 범정부 차원의 종합대책에 맞추어 진행될 필요가 있다.

정부는 1998년 에너지절약 및 온실가스 감축이 우리 경제의 장기 발전 방향과 부합된다는 인식하에 정부종합대책 수립 기후변화협약 범정부대책기구(위원장: 국무총리)를 구성하여 3년 단위로 기후변화협약 제1차 종합대책(1999~2001년)을 수립/추진하였고, 그 후 2002년 기후변화협약 대책위원회로 격상되어 기후변화협약 제2차 종합대책(2002~2004년)과 2005년부터 제3차 종합대책(2005~2007년)을 수립 추진해 왔다.

2007년 제4차 기후변화대책위원회를 개최하여 온실가스 감축을 위한 단

기 부문별 목표 설정과 함께 기후변화에 따른 영향 최소화를 위해 분야별 대책 추진하기로 하였다. 또한 현행 관계 장관으로만 구성된 기후변화대책위원회를 민·관 합동회의 체제로 개편하는 등 대책추진에 민간의 참여 확대하며 기후변화대책위원회에 지자체 기후변화협의체를 설치·운영하고, 국민캠페인 등 자발적 국민 참여 방안 강구하기로 하였다.

한국기후변화협의체(Korean Panel on Climate Change; KPCC)는 환경부와 기상청 양 기관 공동으로 설립되었는데, 한반도에서 일어나는 기후변화의 현상 및 기후변화가 생태계 및 건강 등에 미치는 영향 분석 및 적응 방안 마련 등에 대한 연구를 수행할 계획이다. KPCC의 사업내용은 기후변화과학, 영향평가 및 적응관련 장·단기 연구계획의 수립, 기후변화 관련 연구과제의 종합·조정, 기후변화연구의 제도적 기반 조성, 기후변화관련 국제활동 지원 등이다.

정부차원의 기후대책위원회 종합대책과 결부하여 신규전염병 발생 및 유입전염병 종합 대책을 수립하고 있다.

3. 기후변화로 인한 전염병 조기경보시스템 구축

많은 전염병들의 지리적·계절적 분포는 기후변화와 연관되어 있다. 따라서 기후의 예측이 질병의 조기경보시스템을 위한 예측지표가 된다는 사실에 많은 관심이 집중되어왔다(WHO, 2004).

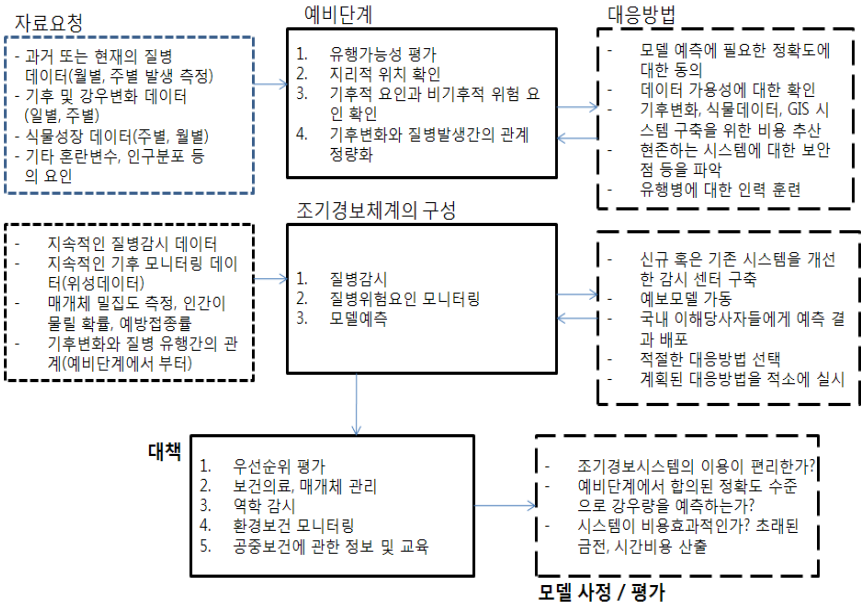
기후변화와 전염병의 연관성에 대해 보다 체계적이고, 역학적으로 이해함으로써 보다 전염병 발생에 대한 보다 정확한 예측이 가능하며, 이는 전염병으로 인한 위험을 완화하는 데 큰 역할을 할 수 있다(Wilson, 2004). 그러나 전염병 조기경보시스템은 기후변화에 대한 정보만으로는 정확한 예측이 불가능하며, 기후변화와 함께 기상학적, 생태학적, 역학적 관련 지표들이 추가적으로 보완되어야 할 것이다. 이러한 사실과 함께, 사용가능한 데이터의 증가, 역학적 모델링 및 정보기술의 발전, 그리고 다른 분야

에서의 조기경보시스템의 활용도 증가 등은 전염병 조기경보시스템의 개발 가능성을 더욱 높여왔다(WHO, 2004).

21세기 동안 지구의 평균 기온이 2~5℃ 상승할 것이라는 IPCC의 예측과, 기후변화로 인한 각종 이상 현상(열파, 홍수, 가뭄 등)의 빈도가 증가할 것(McMichael, 2001)이라는 예측은 조기경보시스템의 필요성을 더욱 높이고 있다.

WHO(2004)는 광범위한 문헌조사에 기초하여 다음 그림과 같이 기후기반 전염병 조기경보시스템 구축 개념도를 제시하였으며, 조기경보시스템 대상 질병으로 콜레라, 말라리아, 수막규균뇌수막염, 뎅기열/뎅기출혈열, 황열, 일본뇌염 및 세이트루이스뇌염, 리프트벨리열, 리슈마니아증, 아프리카수면병, 웨스트나일바이러스, 무레이벨리열과 로스리버 바이러스 등을 선정한 바 있다.

〔그림 2-3〕 기후변화와 관련한 전염병 조기경보시스템 구축 Framework



자료: WHO, 2004.

현재 진행되고 있는 역학적 감시와 환경에 대한 관찰로부터 기후예측에 관한 정보를 얻을 수 있고 이러한 정보는 질병으로 인한 위험을 미리 경고하는 예측 모델의 “투입변수”로서 활용 가능하다. 이러한 정보는 그 자체로서 사용하기 보다는 그러한 질병에 가장 취약할 것으로 예상되는 집단에 대한 분석 자료와 함께 위해 정도를 평가하는데 사용가능하고 이러한 자료는 결국 대응책 마련의 기본적 데이터가 될 수 있다. 마련된 대응책은 위해성, 위험 시나리오, 취약인구집단의 대응전략 등의 내용을 담고 있어야 하며, 보다 구체적인 내용은 다음과 같다(NRC, 2001).

- 역학 감시체계는 조기경보시스템의 필수적인 요소로서 관련 정보의 분석과 배포 등에 도움이 됨. 역학 감시체계는 질병의 발생양상 뿐만 아니라, 매개 집단의 개체수 변화, 병원균의 추기출현 정보를 위한 “sentinel” 정보에 대한 모니터링이 동시에 이루어져야 한다.
- 체계적인 기후변화 감시는 종종 어떤 사건의 전조가 된다는 점에서 조기경보시스템의 중요요소라고 할 수 있다.
- 취약성 평가는 인구집단의 민감도와 대응능력에 관련 있다. 따라서 취약성 평가는 영양, 거주지, 경제시스템, 그리고 건강 등과 관련된 영향을 파악한다. 가구단위에서는 식생활, 거주조건, 위행, 식수공급 등이 감염병과 관련된 취약성에 영향을 준다.
- 경보시스템은 국가 수준은 물론 지역수준에서도 마련이 되어야 한다. 과학적 예측 능력은 관련 정보를 정확히 해석하는 능력과 비례하여 증가하지는 않는다. 또한 경보시스템 개발에는 지역사회의 필요와 우선순위에 대한 의사결정이 이루어져야 한다. 경보시스템 개발에는 많은 비용이 소요되기 때문에 이는 또 다른 부담으로 작용할 수 있다.
- 개발된 경보시스템이 효과적이기 위해서는 관련 위험 인구집단을 대상으로 한 의사소통 전략이 동시에 고려되어야 한다. 경보시스템이 정확

하게 작동한다 하더라도 내용에 대한 파급력이나 전달주체에 대한 신뢰성이 부족하다면 실효성 있는 결과를 예측하기 힘들 것이다.

주요 전염병에 대한 조기경보시스템이 개발정도는 부록 표와 같다.

제2절 연구방법

본 연구에서는 전염병의 연도별 시간적 경과에 따른 변이와 행정구역별 공간적 분포의 변이성을 고려하고 전염균에 의한 감염에서부터 질병발생의 증상이 나타나 의료기관을 이용하게 되기까지의 시간지연효과를 반영한 모형 분석을 시도하였다. 또한 전염병 발생 빈도의 시공간적 분석을 위해서 준모수적인 방법인 스플라인 회귀법을 이용하였다. 준모수적 방법인 스플라인회귀법은 질병 발생의 시간적 변이성을 반영하기 위하여 적용되는데 스플라인 회귀법은 분절적(piecewise) 다항식의 평활곡선을 의미하는 것으로 비선형적 효과의 예측이나 경향분석에 적용된다(MacNab, 2003). 행정구역상 소지역 단위의 질병 발생 분석을 위하여 소지역 분석 방법을 적용하고 준모수적인 스플라인 회귀식이 포함된 계층적 베이지안 분석법을 사용하였다. 이러한 분석을 위하여 본 연구에서 적용된 방법들을 개별적으로 살펴보고자 한다.

1. 베이지안 추론

본 연구가 베이지안 방법을 적용하고 있어 우선적으로 베이지안 통계법에 대한 이해가 필요하다. 베이지안 방법은 추정계수의 분포를 사전적으로 가정하여야 하는 단점에도 불구하고 고전적인 최우추정법(ML)과는 달리 우도 함수의 직접적인 계산을 요구하지 않아 우도 함수의 계산 및 극

대점 추정과 관련된 고전적인 문제들을 근본적으로 해결할 수 있는 장점을 가진다(김태유, 2007). 또한 사후확률 산출에 사전확률에 대한 정보(기존의 실험이나 문헌고찰에서 알려진 정보) 등을 이용할 수 있고 복잡한 모형 적용에 유리한 점이 있다.

사전확률(prior probability)은 자료가 수집되기 전의 모형(모수)이 갖는 확률이다. 사후확률(posterior probability)은 수집된 자료를 고려한 후의 모형이 참(true)일 확률을 말한다. 우도(likelihood)란 특정 모형이 주어진 상황 하에서 자료의 조건부 확률이다. 예를 들면 모형의 확률이 p=0.6일 때 특정 조건을 만족하는 자료의 확률을 말한다. 사후확률은 사전확률과 우도의 곱셈 값을 정규상수로 나눈 값이 된다. 일반적 통계추론의 가설검정에서 p-값은 가설이 주어졌을 때 증거가 갖는 확률이다. 증거란 무한 반복을 시행할 경우 적어도 수집된 자료보다 극한 값을 가질 경우를 말한다. 베이즈 추론에서 우리가 계산하고자 하는 것은 사후확률은 이른바 '역확률(inverse probability)'로, 즉 증거가 주어졌을 때 가설이 갖는 확률이다. 베이지안 추론에서 중요한 요점은 측정된 자료에만 근거해서 모형의 확률을 산정하는데 측정된 자료 밖의 확률은 의미가 없다.

일반적인 통계추론 방법(빈도론자, frequentist)과 베이지안 방법의 차이를 예를 중심으로 살펴본다. 임의의 사건 X가 발생할 확률은 다음의 분포를 따른다고 하자

$$X \sim b(10, p)$$

$$f(x|p) = \binom{10}{x} p^x (1-p)^{10-x}, \; x = 1, 2, ..., 10$$

즉 발생확률이 p인 사건을 10번 시행 시 X번 이길 확률을 구한다. 이 경우 빈도론자들이 추론하는 방법은 최대우도원리를 적용하는 것인데 우도함수를 최대화 하는 확률을 추론하는 것이다.

$$l(p|x) = f(x|p) = \binom{10}{x} p^x (1-p)^{10-x}$$

x=10 일 경우

$$l(p|10) = f(10|p) = \binom{10}{10} p^{10} (1-p)^{10-10} = p^{10} \quad (2)$$

식(2)의 값을 최대화하는 p 값은 1이 된다. x=0의 경우

$$l(p|10) = f(10|p) = \binom{10}{0} p (1-p)^{10-0} = (1-p)^{10}$$

이 되어 p = 0일때 최대값 1을 만족하게 된다. 이와 같이 빈도론에 입각하여 이길 확률을 구할 경우 (x = n)

$$\hat{p} = \frac{n}{10}, \; n = 1,2,....,10 \quad (4)$$

이 된다.

이와 달리 베이즈안 추론을 위 예에 적용하면 사전확률이 $\pi(p)$일 경우 사건발생 확률은 베타 분포를 따르며 다음식을 만족한다.

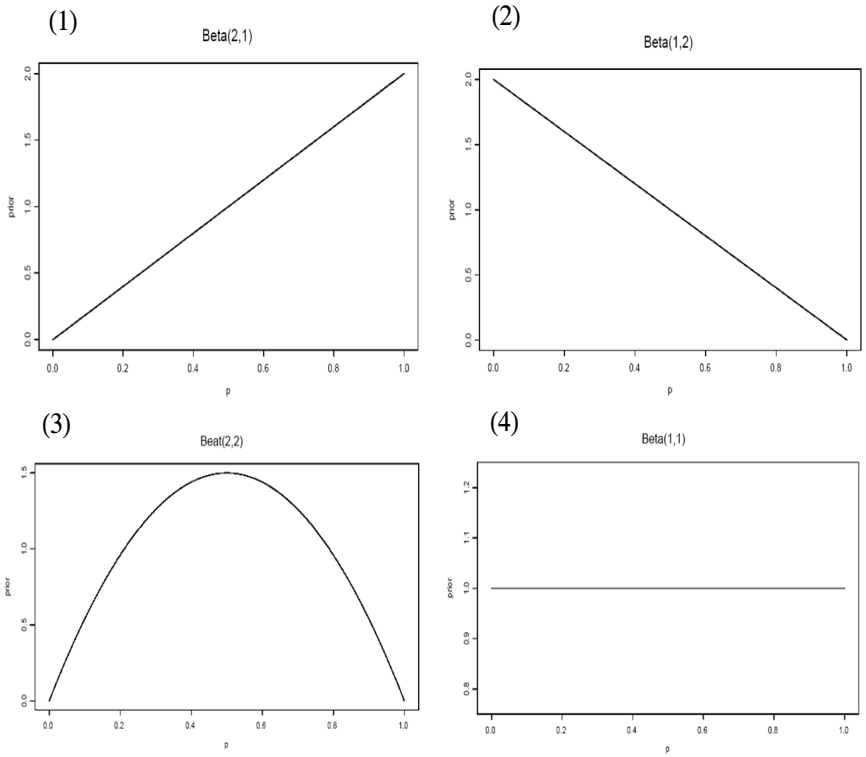
$$\pi(p) = \frac{r(a+b)}{r(a)r(b)} p^{a-1} (1-p)^{b-1} \equiv B(a,b)$$

이때 이길 확률은 사건에 관여하는 사람의 특성에 따라 사전확률이 달라지게 되는데 참여자의 특성에 따른 사전확률은 <표 2-2>과 같다.

〈표 2-2〉 참여자의 특성에 따른 사전확률 차이

참여자 특성	사전확률	밀도 함수	
전문적인 도박꾼	$\pi(p) = 2p \equiv B(2,1)$	(1)	사건발생확률과 사전확률이 비례관계
운이 따르지 않는 경우	$\pi(p) = 2(1-p) \equiv B(1,2)$	(2)	사건발생확률과 사전확률이 반 비례관계
50% 확률을 가진 경우	$\pi(p) = 6p(1-p) \equiv B(2,2)$	(3)	사건발생확률과 사전확률이 종모양의 관계
사전정보가 없는 경우	$\pi(p) = 1 \equiv B(1,1)$	(4)	사건발생확률과 사전확률이 무관계

〔그림 2-4〕 사전확률과 밀도함수



베이지안 추론에 따라 이길 확률(사후 확률, $\hat{p}$)을 구하면 다음과 같다. 여기에 x=n을 적용하면

$$E(p|x) = \int_0^1 p\, f(p|x)\, dp = \frac{x+a}{a+b+10} \tag{6}$$

$$\hat{p} = E(p|n) = \frac{a+n}{a+b+10} \tag{7}$$

식(7)는 빈도론에 입각하여 이길 확률을 구한 식(4)와 차이가 있다. 즉 사전 확률에 대한 정보를 이용하여 사후확률을 보다 합리적으로 산출할 수 있다.

95% 신뢰구간에 대한 해석에도 차이가 있다. 빈도론의 경우 95% 신뢰구간이란 무한 반복을 시행할 경우 추정된 모수를 포함하고 있는 구간이 만들어질 확률이 95% 이란 의미이나, 베이지안 추론의 경우 추정값이 신뢰구간에 포함될 확률이 95%란 본래의 신뢰구간 의미와 일치한다. 이는 빈도론의 추론 방식이 유사 무한 반복 시행의 결과에 의한 상대적 빈도로서 해석되어 지기 때문이다. 그러나 베이지안 확률은 사건발생의 불확실 정도로서 해석되며 확률은 관찰자의 주관에 의존하여 다른 과거 경험을 가지거나, 다른 정보에 근거할 경우 이에 대한 확률도 달라지게된다고 본다(Bullare, 2001).

2. 스플라인 회귀분석(Spline regression)

비모수회귀분석[1]의 방법에는 여러 가지 기법이 적용된다. 평활스플라인(smoothing spline), 커널함수방법(kernel method), 회귀스플라인(regression spline), 벌칙스플라인(penalized spline) 등의 그것이다. 비모수회귀분석의 장점은 모수회귀분석과 달리 특정 분포를 가정하지 않는 유연성에 있다.

1) 준모수적 방법(semiparametric method)도 이 영역으로 분류함.

독립변수와 종속변수의 기능적 관계는 모형에 의해 이루어지는 것이 아니라 자료에 근거하여 만들어지게 된다. 특히 스플라인 방법을 사용할 경우 특정 변수들은 종속변수와 선형관계를 가진다고 가정하나 나머지 변수들은 비선형적인 관계를 가정한다. 이런 이유로 스플라인 방법을 적용한 회귀분석을 준모수적 방법이라고도 한다. 종속변수 y_i와 선형관계를 맺는 독립변수를 X_i, 비선형 관계를 형성하는 독립변수를 z_i 라고 하면 이들 간의 관계를 다음 식으로 표현할 수 있다.

$$y_i = X_i + f(z_i) + \epsilon_i, \quad \epsilon_i \sim N(0, \sigma^2) \tag{8}$$

스플라인 추정법은 $f(z_i)$를 몇 개의 기저함수를 연결하여 근사하는 방법을 사용하는데 다음식과 같은 근사방법을 이용한다.

$$f(z_i) = \sum_{k=1}^{K} b_k (z_i - k_k)_+^p \tag{9}$$

k는 매듭(knot)라 불리며 $k_1 < k_2 < .... < k_k$의 관계가 설정된다. $(z_i - k_k)_+^p$ 는 $(z_i - k_k)_+^p$가 0 이상일 경우 $(z_i \geq k_k)$ $z_i - k_k$ 값을 가지며 반대일 경우 0의 값을 가진다. 식(8)을 보다 일반적인 표현방식으로 $y_i = X\beta + Zb + \epsilon$ 바꾸면 β, b의 추정값을 갖기 위해서 통상적인 회귀분석과 마찬가지로 $\| y - X\beta - Zb \|^2$를 최소화하는 β, b를 구하면 된다. 그러나 추정되는 함수값이 지나치게 과추정(overfitting)되는 것을 막기 위하여 새로운 제약조건을 부여한다.

$$\| y - X\beta - Zb \|^2 + \frac{1}{\lambda} b^T D b \tag{10}$$

즉, 식 (10)을 최소화하는 β, u의 값을 추정한다. λ 는 평활모수이고 D는 어떤 대칭적인 양반정인(positive semi-definite) 행렬이다. 평활모수 λ는 그 값이 큰 수일 때 회귀식에 제약을 부여하지 않으면서 지나치게 과추정될 수 있고 값이 반대일 때 기저함수가 차지하는 역할이 무시해도 좋을 정도로 작아져 추정식은 통상적인 최소자승모형이 된다(권오상, 2008). 이상의 모형을 추정함에 있어서 λ, k의 값과 매듭의 위치가 결정되어야 하는데 추정결과에 가장 큰 영향을 미치는 것은 λ 값이다. 최적의 λ 값을 얻는 방법으로 우도함수 방법을 적용하면 스플라인회귀 분석법을 흔히 혼합모형이라 불리는 모형으로 변환할 수 있다는 성질을 활용하게 된다(권오상, 2008). $y_i = X\beta + Zb + \epsilon$의 혼합모형에서 β 는 고정효과, b 는 임의효과 모수이다.

매듭의 수와 매듭의 위치는 기존연구에서 적용한 방식(Ruppert, 2002)과 같이 일반적으로 5~20 사이의 수와 매듭의 수에 해당하는 분위수(quantile)를 적용한다. K 가 20일 경우 k_{10} 은 47.62분위의 값을 가지며 이에 해당하는 확률은 $\frac{k(=10)}{K(=20)+1} = 0.4762$ 이다. 혼합모형에 적용되는 통계기법에는 경험적최량선형불편예측(empirical best linear unbiased estimator, EBLUP)법, 경험적베이방법(Empirical Bayes, EB), 계층적베이(Hierarchical Bayes, HB) 방법 등이 있다.

3. 베이지안 추정을 이용한 스플라인 회귀법

Ruppert 등(2003)은 혼합모형 형태의 분석방법을 적용한 일반 스플라인 회귀분석 방법을 발표하였다. 동시에 스플라인 준모수회귀분석법을 빈도론 및 베이지안 방식으로 추정할 수 있는 소프트웨어도 제공하였다. 이 장에서는 Crainiceanu 외(2005)이 제안한 방식을 따라 베이지안 스플라인 추정법을 살펴고자 한다.

시군구 행정구역 i 의 전염병 발생 건수 y_i 는 Poisson 분포를 따르고, 시군구 행정구역 i 의 주간 평균 기온 x_i 와 매듭수가 15인(K=15) 3차원 스플라인(cubic spline) 준모수적 관계를 형성한다고 할 때 매듭 위치(k)는 $\frac{k}{K(15)+1}$에 만들어지고 다음 관계식이 성립하게 된다.

$$\log(\mu_i) = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + \beta_3 x_i^3 + \sum_{k=1}^{15} b_k (x_i - k_k)_+^3 + \epsilon_i$$
$$y_i \sim Poisson(\mu_i)$$
$$b_k \sim N(0, \sigma_b^2) \quad (11)$$
$$\epsilon_i \sim N(0, \sigma_\epsilon^2)$$

x_i 는 log로 변환된 기온변수이고 전염병 발생 건수($\log(\mu_i)$)와 선형 관계를 형성하며 스플라인 계수와 b_k 와 전체모형 임의오차 ϵ_i는 서로 독립적이다. b_k는 평균이 0이고 분산이 σ_b^2 인 정규분포를 한다. 위 식을 WinBUGS 프로그램 스크립트로 변환하면 다음과 같다.

```
for ( i in 1:n) {
case[i] ~ dpois(mu[i])
mu[i] <- inprod2(beta[], X[i,]) + inprod2(b[], Z[i,])
}
```

WinBUGS 스크립트 3번째 줄 첫 번째 부분은 고정효과 부분이며 두 번째 부분은 임의효과부분을 나타낸다. inprod2는 WinBUGS 1.43에서 새로 추가된 함수로 inprod 명령어를 개선하여 내부계산 속도를 향상 시킨다. inprod2(v1, v2) = $\sum v1\, v2$ 의 관계식을 표현한다.

beta[]는 $\beta = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3)$을 표시하는 벡트이며 $X_i = (1, x_i, x_i^2, x_i^3)$ 를 나타낸다. 벡트 b 는 절단다항식(truncated polynomials)의 계수이며 Z_i 는 절단다항식의 벡터이다.

$$Z_i = [(x_i - k_1)_+^3, ..., (x_i - k_{15})_+^3]$$

식(11)의 두 번째 줄을 WinBUGS 스크립트로 표현하면 다음과 같다

```
for (k in 1:15) {
b[k] ~ dnorm(0, taub)
}
```

b_k 는 절단다항식의 계수이며 독립적이고 평균값이 0, 정밀도가 τ_b 인 정규분포를 한다. 정밀도 τ_b = σ_b^{-2}를 의미한다. 감마분포의 경우 평균이 1(=$0.001/0.001$)이고 분산이 1000(= $0.001/(0.001)^2$)인 분포를 하게 되는데 평활의 양은 $\frac{\sigma_b^2}{\sigma_\epsilon^2}$의 값으로 지정된다. 우도함수를 설정하고 나면 사전 확률 분포와 hyperparameter 값을 지정한다.

```
for (l in 1: degree+1) {
beta[l] ~ dnorm(0, 1.0E-6)
taub ~ dgamma(0.001, 0.001)
tauesp ~ dgamma(0.001, 0.001)
}
```

degree는 스플라인의 degree(p=3)을 τ_ϵ = σ_ϵ^{-2} 를 나타낸다. X_i, Z_i를

WinBUGS에서 구현하는 스크립트는 다음과 같다.

```
for (i in 1:n) {
for (l in 1:degree+1) {
X[i,l] <- pow(x[i], l-1)
}
for (k in 1: 15) {
Z[i,k] <- pow((x[i]-k[k])*step(x[i]-k[k]), degree)
}
}
```

WinBUGS 내부명령어 pow(a,b) = a^b이며, x가 양일 경우 step(x) =1이나 반대일 경우 0이된다.

4. 계층적 베이지안 분석(혼합모형)

소지역 추정법은 관심지역(영역)에 배정된 표본수가 적을 경우 특성이 유사한 인근의 세부단위들을 결합하여 세부단위들의 그룹을 만들고 그룹 내에서 세부단위들은 동일한 특성을 갖는다고 가정을 하거나 동일한 특성을 도출할 수 있는 방법을 사용하여 좀 더 신뢰도가 높은 추정 값을 작성하는 방법을 이용한다(통계청, 2004). 소지역 분석에 모형기반추정법(model-based method) 중 혼합모형(mixed model)이 일반적으로 적용되는데 모형기반 추정법은 일반적으로 관심변수에 대한 설명력이 높을수록 분산은 적어지나 편향(bias)이 존재할 위험이 있다. 이러한 편향의 위험을 최소화하기 위하여 평활(smoothing) 기법을 사용하는데 지역을 임의효과(random effect) 변수로 사용하고 기타 변수를 고정효과(fixed effect)로 사용하는 혼합모형을 이용한 통계적 방법이 적용된다(통계청, 2004).

모형에서 절편과 기울기가 지역의 영향으로 일정한 값을 가지지 못하고 지역에 따라 절편 및 기울기가 차이를 보이는 임의절편(random intercept)과 임의기울기(random slope)를 가지는 모형이 가능하다.

$$y_{ij} = x_{ij}^T \beta_j + e_{ij} \quad i = 1, 2, ..., N_i, \quad j = 1, 2, ..., m \tag{12}$$

여기에서 m은 소지역의 수, N_i는 소지역 j의 인구수를 의미한다. p개의 모형임의계수 β_j = {β_{j1},....,β_{jp}}는 지역 공변량(covariate) Z_j 와 다음과 관계를 갖는다.

$$\beta_j = Z_j \alpha + v_j \tag{13}$$

α 는 회귀방정식 계수이다. 식 (12)와 (13)을 조합하면

$$y_{ij} = x_{ij}^T Z_j \alpha + x_{ij}^T v_j + e_{ij} \tag{14}$$

의 관계가 성립된다. 방정식 (14) e_{ij} ~ N(0, σ_e^2)의 관계를 가지나 σ_e^2 가 어떤 값을 가지느냐에 따라 3가지 모형[2]으로 구분된다(You, 1999). 식 (14)를 다시 정리하면 아래식과 같이 표현될 수 있다.

$$y_{ij} = X_{ij}\beta + Z_j u + v_j + \epsilon_{ij}$$

이를 WinBUGS 스크립트로 표현하면 다음과 같다.

```
model {
for (i in 1:N) {
```

2) 동일오차분산 모형(equal error variance model), 가변오차분산모형(unequal error variance model), 임의오차분산모형(random error variance model)

```
Y[i] ~ dpois(mu[i])
log(mu[i]) <- beta[0] + beta[k]*X[i]+ u2[Z[i]]
}
z.bar <-mean(Z[])
for (j in 1:n2) {
u2[j] ~ dnorm(mu.u2[j], tau.u2)
mu.u2[j] <- alpha[1]
}
}
```

계층적 베이즈(HB) 방법에서는 모수β, σ_v^2뿐만 아니라 모집단의 값이 랜덤으로 간주되며, 모형 모수들에 대한 사전분포가 주어진다. 실제 분석에서σ_v^2은 대부분 미지의 값이며, 이러한 경우 β 뿐만 아니라σ_v^2에 관한 사전분포를 적시해야 하며 또한 서로 독립임을 가정하여 주변사후분포(posterior marginal distribution)를 유도해 낸다. 만약σ_v^2에 관한 사전분포를 불완전(improper) 사전분포로 고려한다면 모수의 사후분포가 불완전 사후분포가 될 수 있기 때문에 이러한 문제를 피하기 위해서 인버스감마분포를 따르고 hyperparameter 값이 a_0, b_0 값을 배정한다(한국조사연구학회, 2003).

```
# Priors for fixed effects
for (j in 1:11) { beta[j] ~ dflat() }
alpha ~ dflat()
}
# Priors for random terms
tau.u2 ~ dgamma(0.001, 0.001)
sigma2.u2 <- 1/tau.u2
```

5. 베이지안 추론을 이용한 공간-시간 모델링(Spatio-temporal modeling)

공간적 분포에 중점을 둔 질병자료의 분석 목적은 질병 위험요소가 높은 지역과 낮은 곳을 구분하고, 질병 발생 지역을 구분하며 위험요소의 분포에 근거하여 발생요인에 대한 단초를 제공하는데 있다(small area surveillance). 이 경우 시간경과에 따른 변이성과 지역적 분포의 차이 문제를 적절히 통제할 필요가 있다. 특히 질병노출 인구집단의 크기가 작은 경우나 희귀질병인 경우 작은 차이가 큰 변이를 가져오기 때문에 지역에 따른 질병 발생의 시공간적 유형에 영향을 미치는 구조적인 위험요소에 특히 주의를 기울여야 한다. 시공간적 분석에 특화된 모형 도출을 위해서 공간적 변이성(spatial variability), 시간적 변이성(temporal variability), 이 둘 간의 교효작용 등을 모두 고려할 필요가 있다. 이 모든 문제는 시공간 분포자료의 평활문제(smoothing issue)와 관련이 있다.

베이지안 추론은 측정되지 못한 혼란변수의 영향, 공간적 의존성, 측정오차, 위험요소 추정 등과 관련된 문제 해결에 유용하다(MacNab, 2004). 계층적 베이지안 분석으로 공간적 임의효과를 구현할 수 있을 뿐만 아니라 소지역 추정 시 공간적 평활이나 자료통합(data pooling)에도 장점을 발휘한다. 이는 질병노출 인구집단의 크기가 작은 소지역 단위 질병 조발생율(crude rate)의 경우 변이성이 대단히 높을 수 있기 때문이다. 베이지안 공간분석(계층적 베이지안 분석)은 위험요소의 평활을 통해서 공간적 변이성을 통제하여 신뢰성 높은 위험요소 추정을 가능하게 한다.

본 연구에 적용된 준모수적 방법인 스플라인회귀법은 질병 발생의 시간적 변이성을 반영하기 위함인데 기존의 Gaussian이나 Poisson 회귀분석 방법보다 진화된 분석법으로 인식되고 있다(MacNab, 2003). 스플라인 회귀법은 분절적(piecewise) 다항식의 평활곡선을 의미하는 것으로 비선형적 효과의 예측이나 경향분석에 적용된다.

질병 발생의 소지역 분석을 위하여 스플라인방법을 적용한 계층적 베이지안 분석법의 장점은 소지역 정보나 감시자료를 활용함으로써 보다 신뢰성 있는 시공간 위험요소 예측이 가능하고 단일 분석틀내에서 계층적 지역단위의 질병발생 경향을 모형화 함으로써 전체지역(global)와 하부 소지역(local)을 동시에 비교가능하고 단일 시공간 분석틀을 적용함으로써 질병발생의 시공간적 변화과정을 생생하게 감시할 수 있게 된다는 점이다 (MacNab, 2003).

y_{ij} 를 시간 t_{ij}[3] , 개체(sub) i 의 전염병 발생건수라 하면 전염병 발생여부가 다음 모형으로 구성된다(Crainiceanu, 2005).

$$y_{ij} = f(t_{ij}) + f_{a(i)}(t_{ij}) + f_i(t_{ij}) + \epsilon_{ij} \tag{15}$$

$f(.)$ 는 y_{ij} 의 전체 분포곡선, $f_{a(i)}(.)$ 는 전체분포곡선에 대한 지역그룹의 편차(deviation), $f_i(.)$ 는 지역분포에 대한 개별 개체의 편차이다. $a(i)$ 는 개체 i 가 속한 지역을 나타낸다. 3개 함수가 선형 벌점 스플라인(penalized spline)으로 구성된다고 하면 다음 식으로 표현할 수 있다(Crainiceanu, 2005).

$$\begin{cases} f(t) = \beta_0 + \beta_1 t + \sum_{k=1}^{K_1} b_k (t - k_{1k})_+ \\ f_a(t) = \gamma 0_a I(a > 1) + \gamma 1_a t I(a > 1) + \sum_{k=1}^{K_2} c_{gk} (t - k_{2k})_+ \\ f_i(t) = \delta 0_i + \delta 1_i t + \sum_{k=1}^{K_3} d_{ik} (t - k_{3k})_+ \end{cases} \tag{16}$$

$I(a > 1)$ 는 a 가 1보다 크면 1 값을 가지는 지시자이다. 즉 a=1 일 때

3) 실제 $t_{ij} = j$ 의 의미임.

식 (16)의 두 번째 식은 $f_a(t) = \sum_{k=1}^{K_2} c_{gk}(t - k_{2k})_+$ 로 표시된다. WinBUGS 스크립트로 식(16)을 표시하면

```
model {
for ( k in 1: n)  {
y[k] ~ dpois(mu[k])
log(mu[k]) <- f[k] + fa[k] + fi[k]
        f[k] <- inprod2(beta[], X[k,]) + inprod2(b[], Z[k,])
        fa[k] <- inprod2(gamma[area[k],], X[k,]) * step(area[k]-1.5)
                  +inprod2(c[area[k],], Z[k,])
        fi[k] <- inprod2(delta[sub[k],], X[k,]) + inprod2(d[sub[k],], Z[k,])
}
}
```

일반적인 WinBUGS 스크립트에서 사용하는 for (i in 1: n) 를 사용하지 않고 for (k in 1: n)를 사용한 이유는 개체(sub[i])가 t 년 동안 반복 측정되기 때문인데 총 개체수(k)는 k = t * (i - 1) + j 이다. WinBUGS code의 f[k]는 앞 스플라인 부분에서 설명한 것과 같다. 다만 fa[k]의 정의에서 사용된 step(area[k]-1.5)는 WinBUGS 내부 함수로 area[k]-1.5의 값이 양수이면 1이 되는 지시자이다. fa[k] 식에서 area[[k],]가 포함된 이유는 γo_a , $\gamma 1_a$ 에서처럼 지역적 차이를 반영하기 위함이다.

본 연구에서 매듭의 수 $K_1 = K_2 = K_3 = K$ 로 동일한 매듭수를 가지며 식(16)에 포함되는 모수 b, c, d, δ 는 모두 상호 독립적이고 아래와 같은 분포를 가진다.

$$\begin{cases} b_k \sim N(0, \sigma_b^2),\ k=1,.....,K \\ c_{ak} \sim N(0, \sigma_c^2),\ a=1,.....,N_2,\ k=1,.....,K \\ d_{ik} \sim N(0, \sigma_d^2),\ i=1,.....,N,\ k=1,.....,K \\ \delta 0_i \sim N(0, \sigma_0^2),\ i=1,.....,N \\ \delta 1_i \sim N(0, \sigma_1^2),\ i=1,.....,N \end{cases}$$

```
for (k in 1:K) {
    b[k] ~ dnorm(0, taub)
for (g in 1: N2) {
    c[g,k] ~ dnorm(o, tauc)
}}
for ( i in 1: N) {
for  (k in 1:K) {
    d[i,k] ~ dnorm(0, taud)
}}
for(i in 1: N) {
for (j in 1: degree+1) {
delta[i, j] ~ dnorm(0, agudelta[j])
}
}
```

σ_b^2, σ_c^2, σ_d^2 는 전체분포곡선, 지역 그룹곡선, 개별개체의 축소량(amount of shrinkage)을 조절하며 σ_0^2, σ_1^2 는 개별 개체의 임의 기울기 및 절편의 분산을 나타낸다.

식(15)에 계절성, 기후함수, 기후함수의 시간지연 효과 등 다른 공변량을 포함하여 분석할 수 있으며 각 공변량 역시 스플라인 함수 형태로 식

(15)에 포함될 수도 있다(Crainiceanu, 2005). 베이지안 준모수적 혼합모형을 완성하기 위한 모수들의 초기값(prior)은 다음과 같다.

$$\begin{cases} \beta_0, \beta_1, \gamma 0_a, \gamma 1_a & \sim N(0, 10^6),\ a = 1, ..., N_2 \\ \sigma_b^{-2}, \sigma_c^{-2}, \sigma_d^{-2}, \sigma_\epsilon^{-2}, \sigma_0^{-2}, \sigma_1^{-2} & \sim G(10^{-3}, 10^{-3}) \end{cases}$$

(17)

식(17)을 WinBUGS code로 나타내면 $\beta_0, \beta_1, \gamma 0_a, \gamma 1_a$ 는 다음과 같이 표현된다.

```
for ( l in 1: degree+1) {
beta[l] ~dnorm(0, 10^-6)
for ( j in 1: N2) {
gamma[j,l] ~ dnorm(0, 10^-6)
}}
```

$\sigma_b^{-2}, \sigma_c^{-2}, \sigma_d^{-2}, \sigma_\epsilon^{-2}, \sigma_0^{-2}, \sigma_1^{-2}$ 가 Gamma 분포를 따르므로 이들의 초기값은

```
taub ~ G(10^-3, 10^-3)
tauc ~ G(10^-3, 10^-3)
taud ~ G(10^-3, 10^-3)
taueps ~ G(10^-3, 10^-3)

for (j in 1: degree+1) {
agudelta[j] ~G(10^-3, 10^-3)
}
```

이다.

가. 계절성(seasonality)

기후변화와 관련되어 있지 않은 전염병 발생의 계절성을 반영하기 위하여 연간 주기성(Annual Periodicity)을 가지며 사인함수와 코사인 함수로 표시되는 최대 6주기 조화함수인 푸리에 변환(Fourier Term)[4]을 회귀식에 반영하였다(Hashizume, 2007; Stolwijk, 1999; Rayco-Solon, 2005).

$$f_s(t) = \cos(T) + \sin(T)$$

$$T = 2\pi \frac{(t-1)}{t_F}$$

위 식은 전염병 발생률의 계절성 반영하는 부분으로 t_F 는 한 주기 동안 반영될 계절성의 수를 의미하며 t 는 숫자로 표시된 주 단위 시간을 의미한다. 예를 들어 한해 6주기의 계절성을 반영할 경우 t_F 의 값은 6이 되며 t 값은 한해의 첫째 주일 경우 정수 1, 두 번째 주일 경우 정수 2로 표시된다. 전염병 발생의 계절성은 기후변화에 의한 것이 아니라 사람들의 활동 양식이나 환경적인 문제 때문에 발생한 전염병 발생의 계절성을 고려하는 것이다(Hashizume et al., 2007).

나. 시간지연 효과(time lag effect)[5]

노출변수의 시간지연 효과를 반영하기 위하여 일정기간(예, 4주) 노출변수의 각기 다른 주간 동안의 영향을 산출하여야한다. 이 경우 노출변수간의 white noise[6]가 발생할 수 있는데, 상호연관을 없애기 위하여 다항 시

4) 시간영역의 함수를 주파수영역의 함수로 변환하는 것으로 주어진 함수를 삼각함수의 선형 결합으로 표현한 것임.
5) 시간지연효과 모형에 대한 서술은 Schwartz, 2000; Braga, 2002; Michelozzi, 2007의 논문을 중심으로 하였음.
6) 예를 들면 노출변수의 serial correlation을 의미함.

간지연효과 모형(polynomial distributed lag model)을 적용한다. 시간지연 효과의 일반적 모형은 다음과 같다.

$$\log(E(Y_i)) = \alpha + \sum_k \beta_k X_{ki} + \delta_0 Z_0 + ... + \delta_q Z_q \qquad (18)$$

Z는 노출변수를 나타내며 시간 q 동안의 지연효과는 Z_q로 Z_0는 현재시점이 되며 Z_1 은 바로 전 시간대의 노출변수의 크기를 나타낸다. 위 식(18)을 효과적으로 추론하기 위해서 일반적으로 적용하는 방법은 Almon (1965)이 개발한 식(19)을 δ 에 적용하는 것이다. 이 방법은 δ 의 변위모양을 제한하는 것이다.

$$\delta_j = \sum_k^d \eta_k j^k \qquad (19)$$

여기서 d 는 다항방정식의 차원을 의미한다. 식(18)에 식(19)를 반영하면

$$\begin{aligned}\log(E(Y_i)) = \alpha &+ \sum_k \beta_k X_{ki} + \eta_0 Z_0 \\ &+ (\eta_0 + \eta_1 ..... + \eta_d) Z_1 \\ &+ (\eta_0 + 2\eta_1 ..... + 2^d \eta_d) Z_2 \\ &+ ..... \\ &+ (\eta_0 + q\eta_1 ..... + q^d \eta_d) Z_q\end{aligned}$$

으로 표시되고 이를 η 를 중심으로 다시 정리하면

$$\begin{aligned}\log(E(Y_i)) = \alpha &+ \sum_k \beta_k X_{ki} \qquad (20) \\ &+ \eta_0 (Z_0 + Z_1 ..... + Z_q) \\ &+ ..... \\ &+ \eta_d (Z_0 + 2^d Z_1 ..... + q^d Z_q)\end{aligned}$$

으로 q는 시간지연 기간을 나타낸다. 식(20)는 일정한 규칙을 보이는데

$$W_d = Z_1 + 2^d Z_2 + ... + q^d Z_q$$
$$W_0 = Z_0 + Z_1 + ... + Z_q$$

으로 치환하면 결국 식(20)은 아래와 같이 표현된다.

$$\log(E(Y_i)) = \alpha + \sum_k \beta_k X_{ki} + \eta_0 W_0 + ... + \eta_q W_q$$

모형을 개발하는데 있어서 중요한 원칙 중의 하나인 parsimony 원칙과 노출변수의 설명력 등을 고려하고 기존의 연구에서 사용되어진 방식을 따르면 일반적으로 5차 이전의 다항방정식이 일반적으로 적용된다(Schwartz, 2000; Braga, 2002; Michelozzi, 2007).

6. 질병부담 측정

가. 장애보정생존연수(DALY)의 개념

단일한 척도안에 조기사망과 장애로 인한 영향을 포함하기 위해서는 공통의 단위가 필요하다. 1940년대 후반 이래 질병의 부담에 관한 연구자들은 일반적으로 시간(time)이 적절한 단위라는 점에 동의하고 있다. 즉, 조기사망으로 손실된 시간, 장애를 갖고 살아가는 시간 등이다. 이러한 시간에 근거한 측정의 범위는 나라마다 다른 다양한 형태로 발전되었다(김재용 외, 2002).

장애보정생존연수(Disability Adjusted Life-Year, DALY)는 세계보건기구(World Health Organization, WHO)와 세계질병부담연구(The Global Burden of Disease Study, GBD) 그룹에서 개발되었다. DALY는 GBD 연구를 위해 특별히 고안된 것으로 조기사망으로 인해 손실된 연수(Years of Life Lost,

YLL)와 비치명적 건강결과인 장애로 인해 손실된 연수(Years Lost due to Disability, YLD)를 합한 지표이다(박재현·윤석준 외, 2006).

$$DALY_i = YLL_i + YLD_i$$

여기에서 YLL_i는임의료 정해지는 어떤 수명의 한계에서 사인 i 로 인해 조기사망한 시점의 연령을 차감함으로써 계산되며, YLD_i는 이 특정 질병이 가져오는 장애의 종류와 그 중증도에 따라 가중치를 주어 계산하게 된다(신영수 외, 2004). 위의 식에서 구한 장애보정손실년 1(1 DALY)은 특정 질병으로 인해 잃어버린 건강한 삶 1년에 해당하므로 DALY가 크면 클수록 질병부담이 늘어나게 된다.

이와 같은 DALY의 접근 방법은 객관적인 것 처럼 보이나 그 이면에는 가치의 선택이라는 주관적인 가치판단이 매우 큰 비중을 차지하고 있는데, 다음과 같이 최소한 다섯가지의 문제가 고려되어야 한다. 첫째, 수명의 한계가 정해져야 한다. 예컨대, 한 사람의 사망으로 인한 YLL을 구하기 위해서는 질병이 없었을 때 몇 살까지 살 수 있었는가가 가정되어야 한다. 둘째, 연령에 따른 사회적 역할의 가치를 반영할 것인지의 문제이다. 즉, 청년기 사망과 노년기 사망의 사회적 가치가 같은가 하는 문제이다. 셋째, 미래의 건강에 대한 할인율을 고려해야 한다. 지금 현재의 건강상태와 30년 후의 건강상태의 가치에 대한 비교가 전제되어야 한다. 넷째, 각 질환별 상대적인 가중치를 결정해야 한다. YLD를 구하기 위해서는 질환이나 상해별 YLD에 대한 정보가 필요하다. 다섯째, 사회경제적 지위에 따른 차이에 대한 가치판단이다. 예를 들어 두사람의 사망으로 인한 상실년수가 동일하다고 했을때, 두 사람의 사회경제적 지위가 다르다고 하면 두 사람의 사망으로 인한 사회적 가치가 동일한가 아니면 다른가 하는 문제이다.

이러한 문제에 대하여 GBD 연구자들은 다음과 같이 입장을 정하였다

(신영수 외, 2004).

첫째, 평등주의 원칙으로 질병부담 산출시에는 개인적의 연령과 성별만을 고려하고 그 외 사회경제적 지위, 종교, 인종 등은 고려의 대상이 되지 않는다.

둘째, 아동의 사망은 노인의 사망보다 훨씬 더 큰 손실을 가져오기 때문에 이를 반영하기 위해 여러 가지 방법들이 제안되었는데, 대표적인 것이 잠재수명 상실년수(PYLL), 기간기대여명 상실연수(PEYLL), 코호트기대여명 상실연수(CEYLL), 표준기대여명 상실연수(SEYLL)로 구분할 수 있다.

셋째, 한정된 의료자원 하에서 생명이 위독한 두 사람을 살려야 한다고 했을 때, 상실년을 기준으로 한다면 무조건 나이가 어른 유아를 살려야 할 것이다. 그러나 GBD 연구자들은 DALY의 산출에 있어서 아동이나 노인에 비해 청장년에 더 많은 중요도를 부여하는 연령별 가중치를 이용하였다. 그리고 이를 위해 아래의 수식을 이용하였다.

$$g(C, age, \beta) = C \times age \times e^{-\beta \times age}$$

GDB 연구에서 age 는 연령, β와 C는 상수로서 β는 0.04, C는 0.1658의 값을 취하였다.

넷째, 미래에 발생할 편익이 현재 발생하는 편익보다 가치가 적다면 현재의 시점에서 미래의 가치를 평가할 때는 할인율(discount rate)를 적용해야 한다. 이는 건강에도 똑같이 적용되어져서 GBD 연구자들은 미래의 건강을 연간 3%씩 할인 하는 경우와 그렇지 않는 경우를 같이 제시하고 있다.

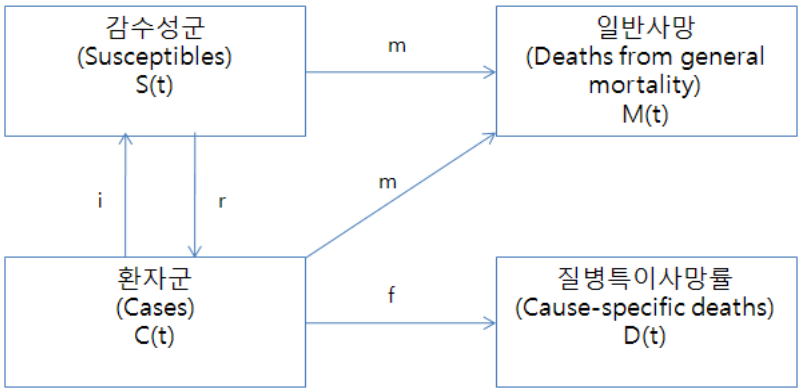
다섯째, 조기사망으로 완전히 건강을 상실하는 경우를 기준으로 할때, 장애를 안고 사는 동안에는 얼마의 가중치를 주어야 하느냐의 문제가 있다. 장애가중치란 특정 시점에 특정 수준으로 고정된 각각의 건강상태(health status)에 일정한 가치(value)를 점수로 부여한 것이다. 즉, 사망을 1,

최적의 건강상태를 0으로 정하였을 때 특정한 건강상태를 0과 1사이의 값으로 표현한 것을 말한다.

일반적으로 YLD를 계산하기 위한 방법은 연령군 별로(5세 단위) 총 유병기간(=장애기간)을 산출하여 여기에 장애율을 곱한 후 인구수를 적용하는 방식을 사용한다. 이것은 다음의 수식과 같이 연령가중치와 할인율을 고려해 주는가 여부에 따라서 계산식이 다소 복잡해질 수 있으나 궁극적으로는 연령군별 '총유병기간'과 '장애가중치'를 다루는 것이다(김재용 외, 2002).

이중 연령군별 총 유병기간 산출을 위해서는 1) 유병률 혹은 발생률, 2) 치명률, 3) 관해율의 3가지 지표가 요구된다. 실제의 유병기간 산출은 DisMod 프로그램을 통해서 계산을 하게 되는데, 이것은 다음의 그림과 같이 i (발생율, incidency rate), m (사망률, mortality rate), r (관해율, resolution rate), f (치사율, fatality rate) 등의 4가지 지표가 서로간에 internal consistency를 가져야 하고 이들 지표로부터 유병률 및 유병기간의 산출이 가능하다는 개념에서 만들어진 프로그램이다.

［그림 2-5］ 감수성집단, 환자군, 사망간의 기본 관계



이 그림에서 i 는 감수성 집단(susceptibles)에서 환자(case)가 될 비율, r은 환자상태로부터 감수성 집단으로 변화될 비율, f는 특정 원인으로 사망할 비율이며, m은 감수성 집단과 환자군이 일반적으로 사망할 비율이다. S(t)는 t 시점에서 감수성 있는 사람들의 수이며, C(t)는 t 시점에서 질병을 갖고 있느 사람수, D(t)는 t 시점에서 특정질병상태로 인해 사망한 사람들의 수이다(Murray와 Lopez, 1996; 윤석준 외, 2003 재인용).

DALY를 구하기 위해서는 YLD과 YLL이 구해져야 하는데, 각각의 계산식은 다음과 같다.

$$YLD = D\left\{\frac{KCe^{ra}}{(r+\beta)^2}[e^{-(r+\beta)(L+a)}[-(r+\beta)(L+a)-1]-e^{-(r+\beta)a}[-(r+\beta)a-1]]+\frac{1-K}{r}(1-e^{-rL})\right\}$$

여기에서 r은 할인율, β는 연령가중 파라미터, K는 연령에 따른 가중치를 사용하는 경우 1, 사용하지 않는 경우0, C는 상수, 그리고 a는 장애가 시작된 연령, L은 장애기간, 그리고 D는 장애별 가중치를 의미한다.

$$YLL = \frac{KCe^{ra}}{(r+\beta)^2}[e^{-(r+\beta)(L+a)}[-(r+\beta)(L+a)-1]-e^{-(r+\beta)a\beta}[-(r+\beta)a-1]]+\frac{1-K}{r}(1-e^{-rL})$$

여기에서 r, β, K, C는 위와 같고 a는 사망시의 연령, L은 사망시 표준기대여명을 의미한다.

한편, Lima(2005)와 Zhang(2007)은 질병부담을 계산한 최근의 연구에서 YLL과 YLD 계산식을 각각 다음과 같이 보다 간단히 표현하였다.

$$YLD = I \times DW \times \frac{1}{r} \times (1-e^{-(rD)})$$

여기서 I는 의료기관방문횟수(number of hospitalizations), 즉 유병율 또는 발생율, DW는 장애가중치(disability weights), r은 건강할인율(discount of future health rate), D는 질병이환기간(average duration of disability)을 나타낸다.

$$YLL = N \times \frac{1}{r} \times (1 - e^{-rL})$$

여기서 N은 사망자 수(number of deaths), r은 건강할인율(discount of future health rate), L은 사망시 기대여명(life expectancy at age of death)를 나타낸다.

7. 전염병 자료

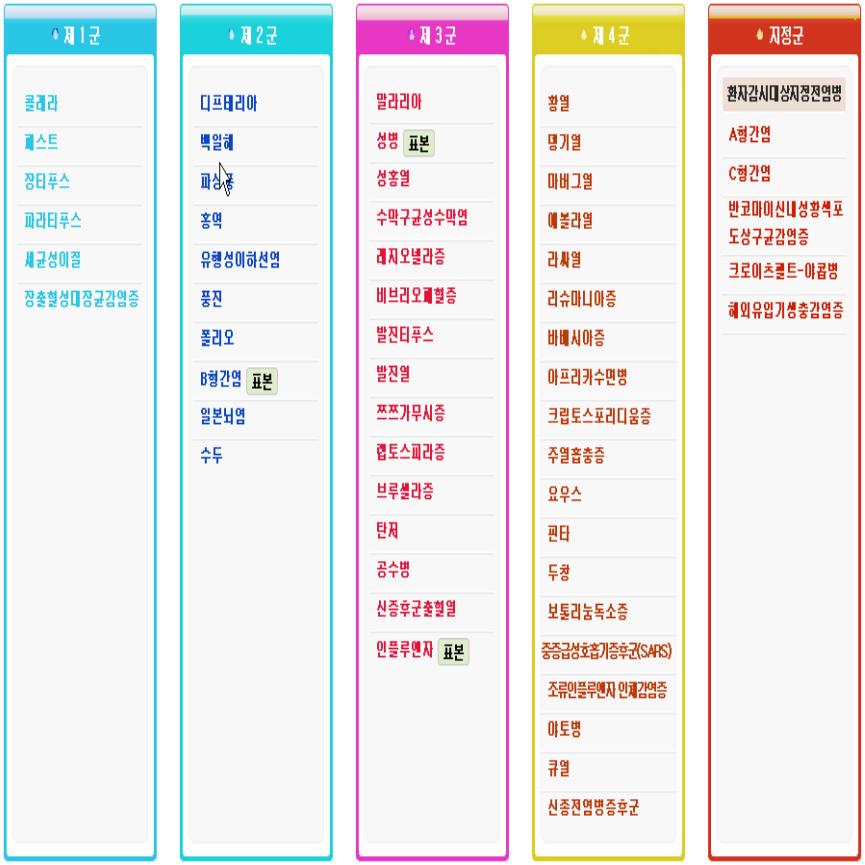
법정 전염병이란 큰 사회적 손실을 야기할 수 있는 전염병을 법률로 환자와 그 가족, 의료인 및 국가의 권리와 의무를 명시한 전염병을 말한다. 우리나라에서 법정전염병으로 관리하고 있는 종류는 [그림 2-6]과 같다.

〈표 2-3〉 월별전염병 발생현황(2002~2007)

	계	2002	2003	2004	2005	2006	2007
계	59,005	6,633	6,399	8,994	13,480	23,499	34,954
1 월	2,000	362	321	176	175	966	1,753
2 월	1,160	166	140	115	120	619	1,121
3 월	1,745	461	214	151	189	730	1,495
4 월	2,724	350	537	216	324	1,297	2,589
5 월	3,720	341	437	399	373	2,170	4,261
6 월	4,335	394	602	486	429	2,424	3,826
7 월	4,009	573	620	591	554	1,671	2,723
8 월	3,683	687	580	418	606	1,392	1,605
9 월	2,852	459	399	326	492	1,176	1,176
10 월	10,661	1,341	1,050	2,293	2,741	3,236	2,603
11 월	15,936	1,126	1,024	3,173	5,360	5,253	7,286
12 월	6,180	373	475	650	2,117	2,565	4,516

자료: 질병관리본부. 전염병웹시스템 http://stat.cdc.go.kr/Years/FivTenYearMonth.aspx.

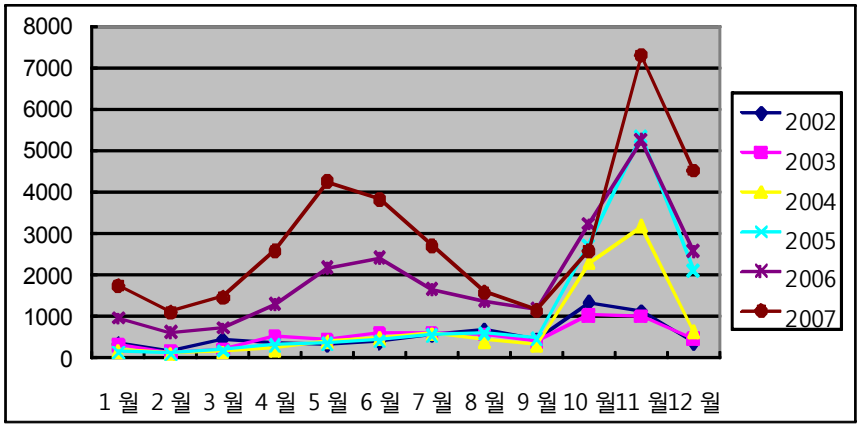
［그림 2-6］ 법정 전염병 종류



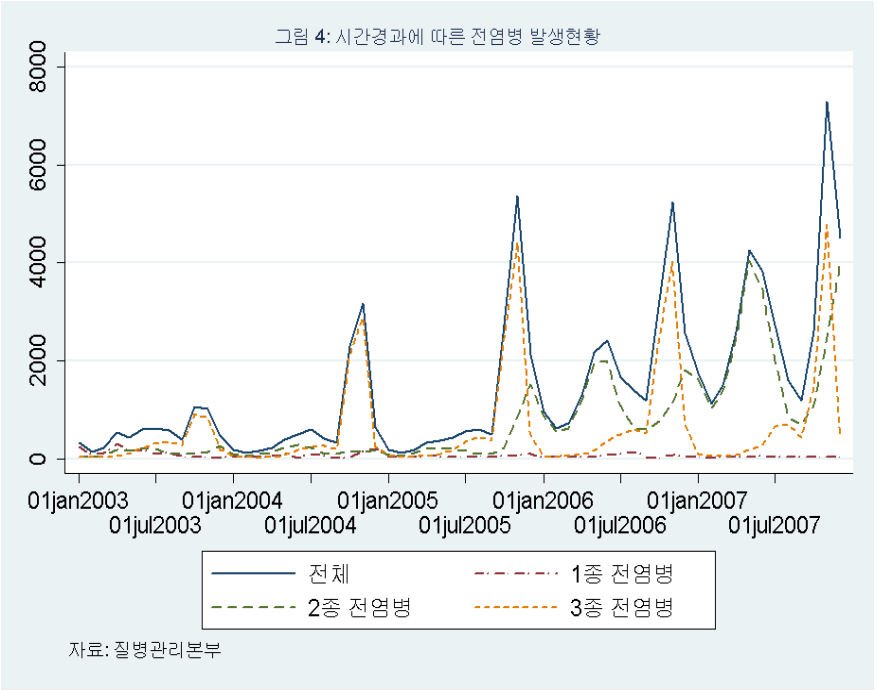
자료: 질병관리본부 http://stat.cdc.go.kr/Index_List.aspx.

질병관리본부가 관리하고 있는 전염병 발생현황 데이터베이스에 따르면 1종을 제외하고 2종, 3종의 경우 시간이 지날수록 전염병발생율이 증가하고 있다.

［그림 2-7］ 연도별 월별 전염병 발생현황



［그림 2-8］ 시간경과에 따른 전염병 발생현황



기후변화에 따른 전염병의 발생예측을 기술한 보고서는 각기 다른 질환군을 대상으로 하고 있어 기후변화에 따른 전염병의 총괄적인 질병부담 측정에 어려움이 생길 수 있다. 본 연구에서는 각 보고서에서 기후변화와 관련하여 언급하고 있는 질병을 모두 정리하여 연구대상 전염병군으로 설정하였다.

〈표 2-4〉 기존문헌에서 언급된 기후변화 관련 전염병

출처	내용
장재연 등(2003)	○ 전염병을 '곤충을 매개로 하는 질병'과 '설치류를 매개로 하는 질병', '수인성 질환', '음식물 매개 질환'으로 구분 – 곤충을 매개로 하는 질병(WHO, 2000): 말라리아, 뎅기, 황열, 일본뇌염, 주혈흡충증, 수면병, 리버블라인드, 샤가스병 – 설치류를 매개로 하는 질병(IPCC, 2001): 한타바이러스, 랩토스피라증, 쯔쯔가무시증, 발진열, 라임병 – 수인성 질환(National Research Council & Howard 등, 2001 등등): 콜레라, 설사, 크립토스포리디움증, 지아디아 렘블리아, 비브리오 – 음식물 매개 질환: V. vulnificus, C. cayetanesis
박윤형 등(2006)	○ 기후변화 관련 법정 전염병 – 쯔쯔가무시 – 말라리아 – 세균성이질 – 신증후군출혈열 – 렙토스피라증 – 발진열 – 콜레라 – 일본뇌염 – 홍역 – 수막구균성수막염 ○ 기타질환 – 장염 – 인플루엔자 – 기관지천식
WHO(2003)	○ 전염병 전파과정을 anthroponoses(human reservoir)와 zoonoses로 나누고 각각을 direct transmission과 indirect transmission으로 나누어 설명 ○ vector and rodent-borne 에 영향을 미치는 기후의 효과를 다음과 같이

출처	내용
	나눔. – temperature sensitivity : 모기관련 질환 – precipitation sensitivity : 곤충, 설치류 관련 질환 – humidity sensitivity : 모기, tick 관련 질환(뎅기, 라임 등) – sea level sensitivity : salt marsh 관련 질환
WHO(2004)	○ 기후변화와 관련되어 조기경보가 필요한 질병을 다음과 같이 나열함. – 콜레라 – 말라리아 – 수막구균 뇌수막염 – 뎅기열/뎅기출혈열 – 황열 – 일본뇌염 및 세인트루이스 뇌염 – 리프트벨리열 – 리슈마니아증 – 아프리카수면병 – 웨스트나일바이러스 – 무레이벨리열과 로TM리버바이러스
IPCC(2007)	○ food safety – 비브리오 ○ water and disease(water-borne disease) – 설사 – 콜레라 ○ vector-borne, rodent-borne and other infectious disease – 뎅기 – 말라리아 – 기타 전염병(한타바이러스, 라임병, tick-borne 뇌염, 설사, 식중독 등)
웹[1)]	– Bubonic/Pneumonic plague (B/I)[2)] – 샤가스 (P/I) – 콜레라 (bacteria) – 뎅기열 (V/M) – 에볼라 (V/R) – 뇌염 (V/M) – 사상충증 (W) – 람블편모충증 (P) – 한타바이러스 (Ro/R) – 구충질환 (W) – 인플루엔자 (V) – 장구충감염 (N/D)

출처	내용
	– 라사 열병 (Ro) – 리슈마니아증 (P/Fy) – 라임병 (B/T) – 말라리아 (P/M) – 마버그 바이러스 (V) – 사상충증 (W/Fy) – 광견병 (V/A) – 리케치아병 (Flea) – 리프트밸리열 (V/M) – 주혈흡충증 (Fl) – Seal plague (A) – 황열 (V/Mo)

주: 1) Rutgers University Environmental Science Institute. Climate changes and the effects on disease. 1998 http://www.woodrow.org/teachers/esi/1998/r/health/index.htm 2007.7.20 접근

2) 질병전이방법; B= bacteria, A= Animal, P= protozoa, R= Air, V= virus, Ro= Rodent, M= mosquito, N= nematode, I= insect, D= Digestion, T= tick, Fl= Fluke, W= worm, Fy= Fly

자료: 장재연 등(2003), 「한반도 기후변화 영향평가 및 적응프로그램 마련」; 박윤형 등(2006), 「기후변화에 의한 전염병 발생 영향 통합관리체계 구축」; WHO(2003), Climate change and human health; WHO(2004), Using climate to predict infectious disease outbreaks: a review; IPCC(2007), Climate change 2007: impacts, adaption and vulnerability;

본 연구 대상이 된 기후관련 전염병을 질병분류 국제기준인 ICD-10으로 정리한 표는 <표 2-5>와 같다.

〈표 2-5〉 질병코드(ICD-10)

질병	ICD-10
말라리아(malaria)	B50, B50.0, B50.8, B50.9, B51.0, B51.8, B51.9, B52.0, B52.8, B52.9, B53, B53.0, B53.1, B53.8, B54
뎅기(dengue fever)	A90, A91
황열(yellow fever)	A95, A95.0, A95.1, A95.9
일본뇌염(encephalitis japanese)	A83.0, A83.9
주혈흡충증(schistosomiasis)	B65, B65.0, B65.1, B65.2, B65.3, B65.8, B65.9
수면병(african trypanosomiasis)	B56, B56.0, B56.1, B56.9
리버 블라인드니스(river blindness)	B73
샤가스병(Chagas's disease)	B57, B57.0, B57.1, B57.2, B57.3, B57.4, B57.5
한타바이러스(hantaan virus disease)	A98.5
랩토스피라증(leptospirosis)	A27, A27.0, A27.8, A27.9
쯔쯔가무시병(tsutsugamushi fever)	A75.3
발진열(murine typhus)	A75.2
라임병(lyme disease)	A69.2
콜레라(cholora)	A00, A00.0, A00.1, A00.9
크립토스포리디움증 (cryptosporidiosis)	A07.2
장염비브리오 (vibrio vulnificus sepsis)	A41.5
세균성이질(shigellosis)	A03, A03.0, A03.1, A03.2, A03.3, A03.8, A03.9
홍역(measles)	B05, B05.0, B05.1, B05.2, B05.3, B05.4, B05.8, B05.9
수막구균성수막염 (meningococcal meningitis)	A39.0, G01
장염(intestinal infection)	A08, A08.0, A08.1, A08.2, A08.3, A08.4, A08.5
인플루엔자(influenza)	J10, J10.0, J10.1, J10.8, J11, J11.0, J11.1, J11.8
천식(asthma)	J45, J45.0, J45.1, J45.8, J45.9
리프트 밸리열(rift valley fever)	A92.4
리슈마니아증(leishmaniasis)	B55, B55.0, B55.1, B55.2, B55.9
웨스트 나일(West Nile fever)	A92.3

질병	ICD-10
무레이밸리열(Murray valley fever)	A83.4
로스리버 바이러스 (Ross River fever)	B33.1
에볼라 바이러스 (Ebola virus disease)	A98.4
사상충증(filariasis)	B74, B74.0, B74.1, B74.2, B74.3, B74.4, B74.8, B74.9
람블편모충증(Giardiasis)	A07.1
구충질환(Hookworm disease)	B76, B76.0, B76.1, B76.8, B76.9
장구충감염(Intestinal Helminth)	
라사열병(Lassa fever)	A96.2
마버그 바이러스 질환 (Marburg Virus disease)	A98.3
사상충증(Onchocerciasis)	B73
공수병(Rabies)	A82, A82.0, A82.1, A82.9
리케치아병(Rickettsioses)	
페스트(Plague)	A20, A20.0, A20.1 A20.2, A20.3, A20.7, A20.8, A20.9

주: 1) 비브리오는 장염비브리오, 패혈증비브리오, 콜레라 비브리오의 세가지로 나뉨. 콜레라 비브리오는 콜레라 진단코드에 포함되어 있음. 패혈증 비브리오 코드는 찾지 못했음.
2) 일본뇌염, 수막구균성수막염, 비브리오패혈증은 건강보험심사평가원(2007), 질병코드 기재원칙을 따랐음.
3) 장염의 질병분류는 박윤형 등(2006)을 따랐음.
4) 사상충증은 모든 종류의 사상충증을 포함하였음.
5) 구충질환은 모든 종류의 구충질환을 포함하였음.
6) 장구충감염은 B82 또는 B83 정도의 코드가 예상되나 정확한 코드를 찾지 못함.
7) 리케치아병은 A77, A79로 시작되는 코드가 예상되나 정확한 코드를 찾지 못함.
8) seal plague는 plague로 대체함.

건강보험 심사평가원으로부터 상기 질병코드로 인한 의료이용 자료를 협조 받아 연도별로 발생건수를 분류한 결과 아래와 같은 결과를 업었다. 3년간 발생건수가 1,000건을 넘는 전염병은 장염(intestinal infection), 인플

루엔자(influenza), 쯔쯔가무시병(tsutsugamushi fever), 말라리아(malaria), 세균성이질(shigellosis), 구충질환(Hookworm disease), 홍역(measles), 한타바이러스(hantaan virus disease), 랩토스피라증(leptospirosis), 장염비브리오(vibrio vulnificus sepsis), 수막구균성수막염(meningococcal meningitis), 콜레라(cholora)이며, 10,000 이상 발생한 전염병은 장염(intestinal infection), 인플루엔자(influenza), 쯔쯔가무시병(tsutsugamushi fever), 말라리아(malaria)로 조사되었다. 발생건수 계산에 있어서 같은 주(week)에 여러 번 의료기관을 방문한 경우 발생건수를 1회로 가정하여 계산하였다.

〈표 2-6〉 연도별 전염병 발생현황

상병명	2005	2006	2007	합계
공수병(Rabies)	47	71	54	172
구충질환(Hookworm disease)	2,112	2,450	1,738	6,300
뎅기(dengue fever)	74	88	149	311
라사열병(Lassa fever)	1	0	0	1
라임병(lyme disease)	31	38	37	106
람블편모충증(Giardiasis)	109	126	605	840
랩토스피라증(leptospirosis)	634	504	634	1,772
로스리버 바이러스(Ross River fever)	5	1	6	12
리버 블라인드니스(river blindness)	23	21	21	65
리프트 밸리열(rift valley fever)	3	10	8	21
마버그 바이러스 질환(Marburg Virus dise	14	30	2	46
말라리아(malaria)	4,765	5,590	6,538	16,893
무레이밸리열(Murray valley fever)	0	3	4	7
발진열(murine typhus)	38	59	44	141
사상충증(filariasis)	29	23	40	92

상병명	2005	2006	2007	합계
샤가스병(Chagas's disease)	12	12	19	43
세균성이질(shigellosis)	3,248	2,587	3,136	8,971
수막구균성수막염(meningococcal meningit	569	493	410	1,472
수면병(african trypanosomiasis)	81	57	61	199
에볼라 바이러스(Ebola virus disease)	1	0	4	5
웨스트 나일(West Nile fever)	1	0	0	1
인플루엔자(influenza)	213,190	172,980	255,145	641,315
일본뇌염(encephalitis japanese)	23	11	12	46
장염(intestinal infection)	523,462	583,374	766,221	1,873,057
장염비브리오(vibrio vulnificus sepsis)	576	572	524	1,672
주혈흡충증(schistosomiasis)	243	115	109	467
쯔쯔가무시병(tsutsugamushi fever)	10,961	10,711	10,308	31,980
콜레라(cholora)	390	280	356	1,026
크립토스포리디움증(cryptosporidiosis)	1	4	2	7
페스트(Plague)	39	37	73	149
한타바이러스(hantaan virus disease)	799	907	818	2,524
홍역(measles)	964	636	1,145	2,745
황열(yellow fever)	17	14	26	57
합계	762,462	781,804	1,048,249	2,592,515

8. 기후자료

본 연구는 주간단위로 수집된 전염병 발생건수를 시군구 행정단위로 집적한 자료를 사용하였다. 그러나 우리나라 기상청에서 운영하는 기상대는 전국 76개로 시군구 행정단위 수 251개보다 적다. 이를 보완하기 위하여

기상청에서 운영하는 무인기상관측장비(Automatic Weather System, AWS)에서 측정된 기상관측 자료를 이용하였다.

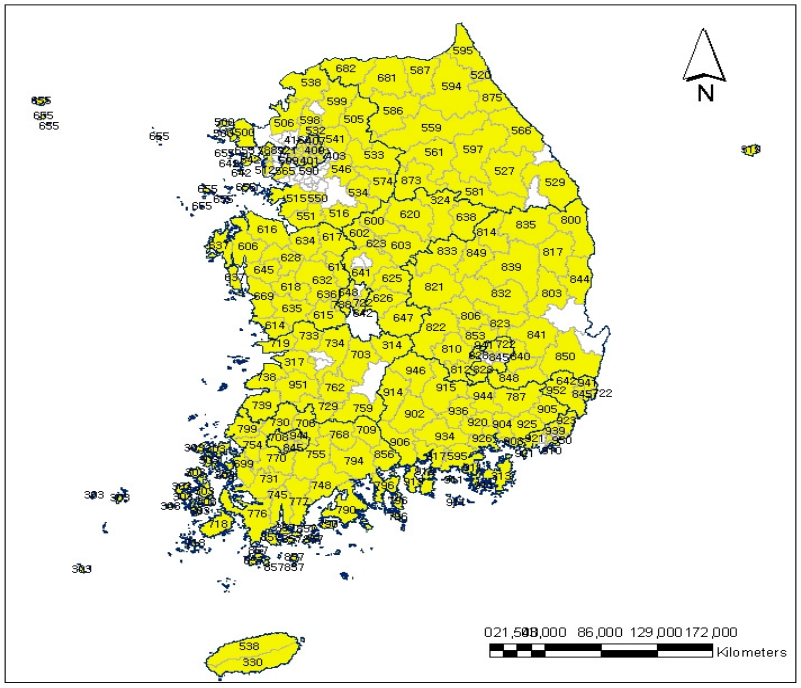
전국 AWS(Automatic Weather System)에서 최근 3년간(2005~2007년) 최고기온, 최저기온, 평균기온, 일강수량, 습도 자료를 1일을 기준으로 작성된 자료를 이용하여 동일 시군구 행정단위별로 존재하는 여러 개의 AWS 중 임의로 하나의 AWS를 선정하여 해당 시군구의 대표 기상자료로 간주하였다(그림 2-9 참조). 이후 기 수집된 전국 251개 시군구 단위별로 전염병 발생 현황 자료와 merge하여 기존문헌에서 기후변화와 관련 있다고 증명된 전염질환에 대한 질병부담 계산 및 향후 전염병 발생 모델링의 근거자료로 활용하였다.

〈표 2-7〉 시군구별 전염병 발생현황 및 AWS 설치 현황

행정구역	AWS 설치 개수	AWS 설치 행정구역 수	전염병 발생 행정구역수	시군구 수
강원도	67	16	18	18
경기도	43	22	45	45
경상남도	41	20	20	20
경상북도	56	23	24	24
광주광역시	5	3	5	5
대구광역시	3	3	8	8
대전광역시	3	3	5	5
부산광역시	10	9	16	16
서울특별시	26	25	25	25
울산광역시	7	4	5	5
인천광역시	17	5	10	10
전라남도	70	21	22	22
전라북도	27	12	15	15
제주도	19	4	4	4
충청남도	28	15	16	16
충청북도	24	12	13	13
합계	446	197	251	251

전염병 발생자료와 기상청 AWS 자료가 일치하지 않는 광역시도는 경기도이다. 경기도 전체 시군구 45개 중 기상청 AWS는 22개로 절반에도 미치지 못하였다(그림 2-9 참조).

〔그림 2-9〕 분석에 사용한 시군구별 AWS 지점 현황



제3장 문헌연구

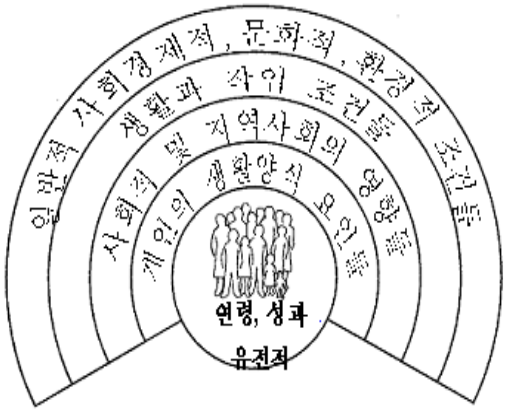
제1절 건강영향평가의 개념

1. 건강영향평가의 대두 배경

전통적인 건강의 개념은 “단지 질병이 없거나 허약한 상태가 아니라 완전한 육체적, 정신적 및 사회적 안녕 상태”(WHO, 1948)를 말한다. 이러한 건강의 개념은 1986년 오타와 헌장에 의해 “건강은 생활의 목표로서가 아니라 일생생활을 영위하는 수단으로 이해되어야 한다”라고 하여 보다 동적인 개념으로 확대되었다(WHO, 2005).

이와같이 전통적인 “건강”의 정의에서 벗어나 보다 포괄적이고 광범위한 건강의 개념은 건강결정요인에 관한 다양한 과학적 연구결과들에 의해 증명되고 있다. 건강 상태나 건강 상태의 차이는 개인이나 가족을 둘러싼 유전적 요인, 환경적 요인, 사회적 요인 및 경제적 요인과 깊은 관련이 있다. 이러한 건강결정요인에 대한 중요성은 최근에 더 주목받고 있는데, [그림 3-1]은 인간의 건강에 영향을 미치는 다양한 요인들을 잘 묘사해주고 있다.

〔그림 3-1〕 건강의 주요 결정요인



자료: Whitehead M, Dahlgren G. What can be done about inequalities in health? The Lancet 1991:338:1059-1063.

이와 같이 포괄적인 건강의 개념을 적용하면 사람의 건강은 전통적으로 생각해오던 건강부문이 통제 가능한 울타리를 훨씬 뛰어넘어 다른 많은 부문들이 수립하여 시행하는 정책과 프로그램들에 의해서도 긍정적으로 혹은 부정적으로 영향을 받고 있다(WHO EURO, 2002).

이는 실질적으로 수행되는 정책이나 프로그램이 건강에 미치는 영향을 과학적으로 평가하여 긍정적으로 영향을 미칠 부분은 더욱 신장하고 부정적인 영향을 미칠 부분은 최소화하게 만들면 건강 개선을 위한 일련의 조치들이 더욱 효과를 발휘하게 될 가능성을 시사한다. 이에 따라 1990년대 중반 이래로 서부유럽의 영국을 포함한 여러 국가들과 북미의 캐나다와 미국, 그리고 세계보건기구 서태평양사무처 소속 국가인 호주와 뉴질랜드, 그리고 동남아시아의 태국 등은 자국민의 건강수준을 향상시키는 접근방법의 하나로 “건강영향평가(health impact assessment, HIA)”를 도입하여 정책이나 프로그램에 대하여 어떤 의사결정을 할 경우에 관련되는 정보를

미리 알고 의사결정하게하며, 가능한 여러 선택지 가운데 특정한 선택지를 선택할 때 그 선택으로 말미암아 초래될 국민의 건강상의 결과를 예견하게 하고 있다(서미경 외, 2008).

2. 건강영향평가의 정의

건강영향평가는 '제안된 정책이나 사업들이 인구의 건강에 미치는 영향을 평가하는 절차나 방법의 조합'으로 간결하게 정의될 수 있다(Ratner et al., 1997). 건강영향평가는 인구의 건강 및 아직 실행되지 않는 정책결정에 대한 미래의 결과를 예측하는데 주로 관심을 두므로 다음 <표 3-1>과 같이 여러 정의들로 제시되었다(지역보건연구회, 2008).

〈표 3-1〉 건강영향평가의 정의

출처	정의
WHO Gothenburg Consensus (1999)	건강영향평가는 "하나의 정책, 프로그램 또는 프로젝트가 인구집단의 건강에 미치는 잠재적 효과와 인구집단 내에서 효과의 분포를 판단하게 하는 절차(procedures), 방법(methods), 그리고 수단(tools)의 조합"이다.
영국의사회(BMA, 1998)	건가영향평가는 "한정된 인구집단에 대한 정책, 프로그램 계획이나 발전방안(개선지침)으로 인한 건강위험에 긍정적이든, 부정적이든, (단일적으로나 집단적으로) (미치는) (유사한) 변화의 정의(규정), 예측 및 평가를 가능케 하는 방법(론) 이다. 이런 변화들은 즉시에 직접 일어나거나 지연되어 간접적으로 발생할 수 있다."
Scott-Samuel(1998)	"건강영향평가는 한정된 인구집단의 건강에 대한 특정 계획(사업, 과제)의 효과의 추정이다"
Scottish office(1999)	"건강영향평가는 인구집단별 건강에 대한 각종 정책, 주도적인 프로그램과 행동(사업, 전략)들의 유효한 효과를 평가하며, 건강이익을 극대화하고 건강위험을 최소화하도록 권고안을 개발하는데 도움을 주는 방법이다. 이것은 건강의 수많은 결정요소들로 고려되어 지며 영향을 미치는 평가 내에서의 틀을 제공해준다"

출처	정의
National Assembly for Wales(1999)	건강영향평가는 “한 인구집단의 건강이나 건강에 유념하여야 할 특정 인구집단에 대한 각종 정책, 프고그램 또는 다른 대안으로 (건강위험에) 긍정적이든 부정적이든 그 효과를 규명하도록 판정해주는 절차나 방법의 조합”이다.

자료: 지역보건연구회, 건강영향평가 - 개념, 이론, 기술 그리고 적용, 2008, 재인용.

이러한 정의들 중 대체적으로 세계보건기구 유럽사무소(WHO Reginal Office for Europe)에서 1999년에 발간한 “Gothenburg Consensus Paper”에서 제시된 건강영향평가에 대한 정의에 대해 공감대가 형성되어 있다(enHEALTH, 2001). 2006년에 발표된 세계보건기구 건강증진 용어집에서는 <표 3-1>의 정의에서 말한 정책과 프로그램 외에 생산물(products)과 서비스(services)를 추가하였다.

Kemm(2007)은 건강영향평가의 특성을 첫째, 어떤 결정에 필요한 정보를 제공하려고 하는 것, 둘째, 여러 가지 서로 다른 선택이 가능한 것들을 시행함으로 인하여 발생하는 건강상의 결과를 예견하려고 하는 것으로 규정하였으며, “건강영향평가란 이들 하나하나의 가능한 선택 사항들로부터 빚어지는 결과들이 무엇일까를 탐색하는 것”이라고 하였다.

3. 건강영향평가의 목적

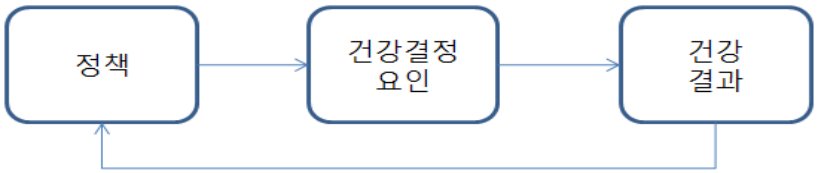
건강영향평가의 목적은 크게 두가지로 나눌 수 있는데, 첫째는 특정 인구집단을 대상으로 한 사업(proposal)의 건강영향을 예측하는 것이고, 둘째는 의사결정 과정에서 의사결정자에게 사업으로 인한 건강영향에 대해 근거를 기반으로 한 정보를 제공하는 것이다(WHO, 2005).

구체적으로 말하면, “정책 혹은 프로그램의 잠재적인 영향에 대한 지식을 향상시키고, 의사결정자들과 영향을 받는 인구집단에게 알리며 부정적

영향은 최소화하고, 긍정적 영향은 최대화하도록 제안된 정책을 수정하도록 하는 것"이 건강영향평가의 주요 목적이 될 수 있다. 이러한 과정에는 건강영향에 대한 예측(prediction), 다양한 이해집단의 참여(participation), 제안된 정책의 수정(informing)이라는 구성 요소가 중요한 의미를 가진다.

아래 그림은 건강영향평가의 과정을 간단히 도식화 한 것인데, 어떤 사업으로 인한 건강영향을 직접 측정하기란 쉬운 일이 아니기 때문에, 특정 사업이 건강결정요인에 미치는 영향에 대한 측정을 통해 간접적으로 건강에 대한 결과를 예측하여야 한다. 때문에 건강영향평가는 크게 세 단계로 나눌 수 있다; 첫째, 특정 사업이 건강결정요인에 미치는 영향 파악, 둘째, 건강결정요인이 건강에 미치는 영향 파악, 셋째, 건강영향평가로부터 얻어진 결과를 이용하여 사업을 수정할 수 있도록 정책결정자에게 피드백 제공(WHO, 2005).

〔그림 3-2〕 건강영향평가 모델



자료: Federation of the Swedish County Counsils and Association of Swedish Local Authorities, Focusing on health - how can be health impact of policy decisions be assessed?, 1998.; WHO, 2005. 재인용.

건강영향평가를 통해 다음과 같은 이익을 얻을 수 있다(WHO, 2005).

- 건강영향평가는 "건강한" 의사결정을 지원한다.
- 건강영향평가는 건강에 대한 부정적 영향을 증명함으로써 문제 해결을 위해 재정적인 투자를 유도한다.
- 건강영향평가는 다양한 인구집단에 대한 잠재적 건강영향을 증명하고

건강 불평등을 감소시킬 수 있는 변화를 유도한다.
- 건강영향평가는 (긍정적 혹은 부정적인) 잠재적 건강영향에 대한 관심을 이끌어내고, 건설적 변화를 위한 대안을 제시한다.
- 건강영향평가는 정책개발이나 의사결정시 공중보건에 대한 관심이 반영되도록 하는 도구이다.
- 건강영향평가는 내재된 가치나 원칙을 통해 보다 나은 정책결정을 유도한다.
- 건강영향평가는 보다 향상된 전인건강(health for all)이 성취되도록 하는 종합적 접근 수단의 한 부분이다.
- 건강영향평가는 정책결정자로 하여금 그들의 결정으로 인해 발생할 수 있는 잠재적 건강영향에 대한 정보를 제공하고, 건강향상을 위한 부문간 협력의 기반을 제공한다.

또한, 건강영향평가는 민주주의, 형평성, 지속가능한 발전, 그리고 근거의 윤리적 사용의 네가지 가치에 기초하고 있다(WHO, 2005).

- 민주주의: 투명한 의사결정과정에 주민이 참여할 수 있는 권리가 주어져야 함.
- 형평성: 취약 인구집단의 건강 영향에 대한 고려되어야 함.
- 지속가능한 발전: 건강영향에 대한 단기적 효과는 물론 장기적 효과에 대한 고려가 필요하고, 직접적 효과 외에 간접적 효과까지도 고려되어야 함.
- 근거의 윤리적 사용: 건강영향평가 과정에서 제시되는 다양한 정량적, 정성적 근거들은 엄격하게 사용되어져야 하며, 또한 가능한 한 포괄적인 평가를 하기 위하여 다양한 분야의 학문적, 기술적 방법론을 적용하여야 함.

4. 건강영향평가 모형(지역보건연구회, 2008)

초기단계에는 두 가지 모형이 주를 이루었다. 그 중 하나는 생의학적 모형(biomedical)이고 다른 하나는 사회경제적 모형(socio-economic)이다. 생의학적 모형은 초점이 질병상태와 그 인과관계에 주어져 있다. 이 모형은 대부분 환경건강영향평가(environmental health impact assessment)에 주로 사용된다. 건강의 사회경제적 모형은 실업, 주택, 교육, 사회적 지지와 같은 건강의 보다 광범위한 결정요인에 초점을 맞추고 있다. 생의학적 모형은 협의의 건강영향평가이고 사회경제적 모형은 광의의 건강영향평가로 불리운다(Kemm, 1999). 생의학적 모형은 역학과 독성학 분야에 기반을 두고 있고 사회적 모형은 사회과학에 기반을 두고 있다. 전자에서는 계량적 작업이 우선되며 후자에서는 정성적인 작업과 이해관계자의 지식이 보다 중요하게 부각된다. 이러한 두 가지 접근은 상호배타적이지 않다.

5. 건강영향평가 과정[7)]

건강영향평가에 대한 정의가 다양한 것처럼 건강영향평가 과정 또한 각 국가나 지방정부 등의 실시주체별로 약간씩 다르게 수행되고 있다. 여기에서는 호주 enHEALTH(2001)에서 제시한 건강영향평가 과정을 예로 들었다.

enHEALTH에서는 건강영향평가 과정을 크게 스크리닝(screening), 스코핑(scoping), 프로파일링(profiling), 위해성 평가(risk assessment), 위해성 관리(risk management), 수행 및 의사결정(implementation and decision-making), 모니터링 및 사후평가(monitoring, environmental and health auditing, post-project evaluation)으로 나눌 수 있다(그림 3-3 참조).

---

7) enHEALTH, 2001.

가. 지역사회 협의 및 의사소통

지역사회 협의는 건강영향평가 전단계에 걸쳐 실시되는 것이 바람직하며, 적절한 수준은 제도화된 요구사항뿐 아니라 프로젝트의 규모나 형태에 따라 달라질 수 있다. 지역사회 협의는 특히 의사결정전 이해당사자들 사이에서 반드시 이루어져야 한다.

나. 프로젝트에 대한 설명

건강영향평가 초기단계에서는 프로젝트에 관해 개괄적으로 기술해 줄 필요가 있는데, 여기에는 프로젝트의 목적과 내용, 그리고 예상되는 영향들에 대해 일반인들이 이해하기 쉽도록 작성되어야 한다. 프로젝트에 대한 기술은 대략적으로 아래와 같은 사항들이 포함되어야 한다.

- 합리성, 프로젝트의 목적과 목표
- 프로젝트 과정, 구성요소 및 프로젝트에 사용될 도구나 장비
- 계획, 디자인, 구조, 경영, 유지 및 해제 단계에 대한 설명
- 투입물(에너지, 수자원, 화합물 등)의 양과 형태 그리고 산출물(생산품과 폐기물)에 처리 및 폐기 등에 관한 논의
- 예상되는 기반시설, 지역 설비 및 사회기반서비스(전기, 수자원, 하수도, 도로 등)
- 인지된 건강상의 부정적 혹은 긍정적 영향
- 응급상황에 대한 대처절차

다. 스크리닝

스크리닝은 영향평가를 실시할 것인지 아닌지에 대해 결정하는 과정이다. 즉, 스크리닝은 여러 가지 근거로 미루어 볼 때 건강영향평가가 필요

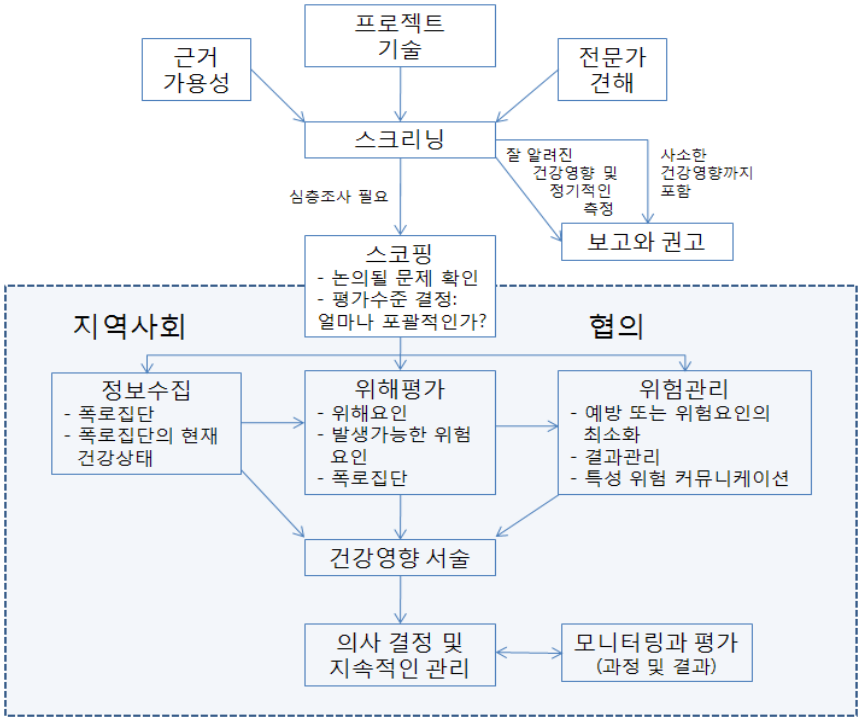
없는 프로젝트를 걸러내는 작업이다. 보통 이러한 프로젝트는 법이나 규정에 의해 명시되어 있다. 건강영향평가가 필요 없는 프로젝트는 주로 건강에 대한 영향이 무시할만한 수준이거나, 건강영향이 있다 하더라도 그러한 영향이 이미 잘 알려져 있고, 그에 대한 즉각적인 통제가 가능하여 자세한 실험이나 분석이 요구되지 않는 경우이다. 스크리닝 등 건강영향평가의 초기과정에서는 가장 한정된 자원만이 이용된다.

라. 스코핑

스코핑은 건강영향평가에서 다루어져야 할 구체적인 문제들을 확인하는 과정이며, 다음과 같은 과정을 포함한다.

- 잠재적인 건강문제에 대한 파악
- 다루어야 할 범위에 대한 인식; 시간적, 공간적 범위, 그리고 대상 인구집단
- 관련된 이해당사자들에 대한 파악, 취약인구집단에 대한 파악
- 보건의료전문가, 건강영향평가 제안자, 기타 이해 당사자들간의 위해성 평가 세부사항에 대한 합의

〔그림 3-3〕 건강영향평가 과정의 flow chart



자료: enHEALTH, Health Impact Assessment Guidelines, 2001.

마. 프로파일링

프로파일링은 건강영향이 예상되는 인구집단의 건강상태 및 일반적인 특성에 대해 서술하는 단계인데, 특히 예상되는 영향으로 인한 변화와 관련된 요소를 파악하는데 주안점을 둔다.

이 단계에서는 다음과 같은 요소를 파악해야 한다.

- 건강영향이 예상되는 인구집단의 특성; 인구의 크기, 밀도, 분포, 연령, 성별, 출생률, 민족, 사회경제적 위치, 취약인구집단

- 인구집단의 건강상태, 특히 취약인구집단의 건강상태; 사망률, 장애인비율, 이환율 등
- 건강행태지표; 음주율, 알코올 관련 문제
- 환경적 조건; 대기, 수질, 토양의 질, 수자원 공급 또는 오수 유출
- 취약집단이 집중된 지역; 특정 거리나 학교나 너싱홈 밀집 지역

바. 건강 위해성 평가

건강위해성 평가는 제안된 프로젝트가 어떠한 건강영향을 미치는지에 대해 파악하는 과정이다. 프로젝트로 인한 영향은 부정적 영향에서 부터 개발사업으로 인한 일자리 창출 등의 긍정적인 영향까지 다양한 스펙트럼으로 나타난다. 영향평가 과정에서는 건강에 대해 보다 넓은 시각을 가져야 할 필요가 있다.

위해성 평가는 건강을 기반으로 한 가이드라인에 따라 실시하되, 평가방법은 정량적이거나 혹은 정성적인 방법 혹은 두가지를 혼합하여 사용한다.

사. 위험 관리

위험관리(risk management)는 위해성 평가에 따른 대안을 선택하고, 실행하며 평가하는 과정을 말하는데, 의사결정은 과학적이고, 기술적이며, 사회적, 경제적, 정치적 정보를 통합하며, 가치에 대한 판단을 요구한다.

대안들은 건강영향평가 제안자나 또는 지역사회 협의 과정에서 확인되며, 일단 발생가능한 건강영향이 확인되면 긍정적 혹은 부정적 영향들이 영향을 미치는 집단과 그렇지 않은 집단으로 분류할 필요가 있다.

의사결정자에 대한 권고사항은 보건의료 전문가에 의해 작성되는데, 행정지침이나 법적 규정에 부합하도록 작성되어야 한다. 작성된 권고사항은 프로젝트 제안서를 수정하거나 가능한 대안을 고려하는데 사용된다.

이 단계에서는 지역사회 협의가 필수적으로 요구되는데, 특히 스크리닝과 스코핑 단계에서 논의된 영향들이 파악되었는가 하는 것과, 지역사회에서 중요하다고 파악된 영향들이 충분히 고려되고 그에 대한 조치가 취해졌는가 하는 것에 대한 논의가 필요하다.

아. 의사결정

의사결정과정은 과학적이고, 기술적이며, 사회적, 경제적, 정치적 정보를 통합하는 과정이며, 그동안의 과정에서 확인된 지역사회 관심사를 반드시 포함해야 한다. 의사결정의 역량은 보건전문가와 의사결정자 사이의 관계와 그동안의 협의과정에 의해 결정된다.

자. 모니터링과 평가

모니터링은 프로젝트와 관련된 조건들에 대해서 그리고 프로젝트로 인한 건강영향에 대해 실시한다.

평가는 건강영향평가 과정의 효율성에 대해서 그리고, 건강영향평가로 인한 건강결과가 개선되었는가에 대해서 실시한다.

건강영향평가의 적용대상과 범위는 일반적으로 scoping 단계에서 결정되고, 각 사업에 따라 다르며 사업자가 결정하게 되어 있다. 건강영향평가에서 다루어야 할 건강영향의 분야별 사례를 보면 <표 3-2>와 같다. 건강영향평가의 적용대상은 건강에 결정적인 결과를 초래하는 건강결정요인에 의해 달라진다고 할 수 있다.

〈표 3-2〉 건강영향평가를 실시하는 동안 검토되어야 할 건강영향의 분야 사례

분야	사례
일반적인 환경적 영향	• 공공인프라가 손상되거나 개선됨(상수도공급, 폐기물관리, 건강, 교육 및 다른 정부의 서비스) • 운반과정중 발생할 수 있는 화재 및 누수 등의 급성적인 위험도의 변화 • 교통량변화로 인해 손상이나 공해의 위험의 변화 • 인간의 건강에 매우 중요한 환경생태계 부문에 위해를 주는 정도 • 냄새, 소음, 먼지, 곤충, 그늘, 진동, 조명 등의 변화로 인한 건강에 대한 영향(environmental health nuisances에 해당하는 영향) • 건강생활을 증진하거나 방해하는 정도(예를 들면 산책로나 자전거도로 침해)
잠재적으로 신체적 건강에 주는 영향	• 전염성 질병(성병, 모기매개질병 등) • 비전염성 질병- 심장질환, 암, 천식 등 • 현재 건강상태의 악화 • trauma로 인한 손상
건강에 영향을 주는 사회적 영향	• 고용이 창출되거나 줄어듦. • 지방정부의 세수에 영향을 줌. • 지역 산업이 재편성됨. • 건강과 관련된 사회적 생활양식의 변화 또는 인구학적 변화(예를 들면 일부지역에 주류소비량이 증가함) • 지역사회의 정신적, 정서적 안녕에 영향을 줌(예를 들면 개발이 스트레스 감소, 염려증, nuisance, 불편함 등을 감소시킴). • 레크리에이션이나 사회화의 기회를 변화시킴(증대 또는 감소) • 개인이 고립되는 정도가 변화함. • 영향받은 지역에 인구이동이 생기로 이로 인한 건강의 영향
특수 인구집단에 대한 영향요인 검토	• 노인 • 장애인 • 태아 및 어린이 • 영어를 쓰지 않는 사람들 • 저소득계층 • 호주토착민

자료: Commonwealth of Australia, Health Impact Assessment Guidelines, 2001.

제2절 기후변화로 인한 영향: 건강, 계절, 강수, 연안, 식량[8)]

1 전지구의 영향

기후변화에 따른 자연계에서 관측된 영향으로는 수권, 생물권, 해양 등에서 다양하게 나타나고 있다. 이를 테면, 갑작스런 홍수의 증가와 빙하호의 확장 및 증가, 산과 영구동토지역 및 산악지역의 눈사태로 지반의 불안정 증가, 북극, 남극의 식물군과 동물군의 변화, 고위도 해양에서 플랑크톤, 해조류, 어류의 극향 이동 등을 들 수 있다.

기후변화예측 모델(19개의 해양대기 접합모델)을 이용한 미래의 부문별 및 지역별 영향은 다음과 같다.

〈표 3-3〉 기후변화로 인한 부문멸 영향

	2020년대(1℃상승)	2050년대(2~3℃상승)	2080년대 (3℃ 이상 상승)
수자원	- 4~17억 명의 물 부족 영향	- 10~20억 명의 물 부족 영향	- 11~32억 명의 물 부족 영향 - 전 세계 인구의 1/5이상 홍수 영향
생태계	- 양서류의 멸종 - 산호의 백화현상 - 생물 종의 다양성 변화	- 20~30% 멸종위기	- 전 지구 생물의 대부분 멸종 - CO_2 배출에 의해 지리적 생물권 분포 변화
식량	- 대체로 전 지구적 농작물 수확 잠재력 증가 - 1~3천만명의 기근 위협		- 저위도 지역의 적응잠재력 증가 - 중·고위도 지역의 수확량 감소 - 3~12천만명의 기근 위협
해안	- 홍수와 폭우 위험 증가	- 3백만명의 홍수 위협	- 해안가의 30%이상 유실 - 15백만명 이상 홍수 위협
건강	- 알러지 및 전염성 질병 확산	- 영양 부족, 과다출혈, 심장관련 질병 증가 - 열파, 홍수 가뭄으로 사망증가	

자료: IPCC, 2007 재구성.

8) IPCC, 2007.

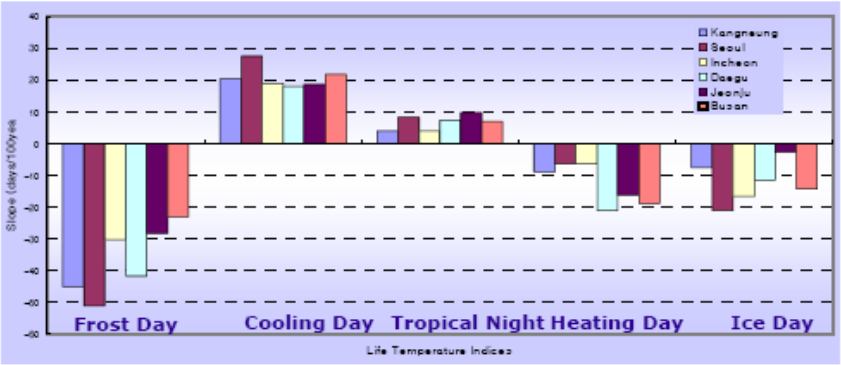
2. 한반도 영향

가. 우리나라의 기후변화 현황

우리나라의 10년 평균기온의 변화를 보면 우리나라의 기온은 지속적으로 상승하고 있다. 이러한 기온 상승의 원인은 지구온난화와 도시화를 들 수 있으며, 기온 상승에 대한 도시화 효과는 약 20~30%로 분석되었다[9].

생활 기온 지수를 살펴보면 겨울철 혹한과 관련된 지수의 발생빈도는 줄어들고, 여름철 혹서와 관련된 지수는 증가하는 경향을 보이고 있다. 구체적으로 일최저기온 18℃이상의 냉방일은 약 20일/100년의 비율로 증가하는 추세를 보였고, 일최고기온 18℃이하의 난방일은 약 15일/100년의 비율로 감소하는 추세를 보였다. 또한 여름철 야간의 열대야 현상도 약 5일/100년의 비율로 미약하게 증가하는 추세를 보인 반면, 일최저기온 0℃미만의 서리일은 약 30일/100년의 비율로 뚜렷하게 감소하였고, 최고기온 0℃이하의 결빙일도 전주와 강릉을 제외하면 거의 15일/100년의 비율로 감소하였다.

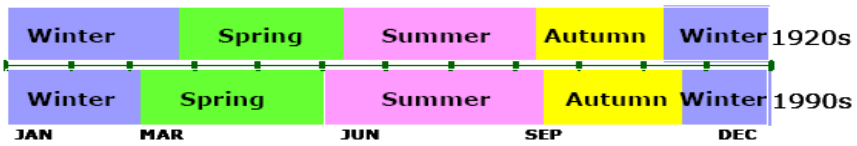
〔그림 3-4〕 6개 도시의 80년간 생활기온지수 발생빈도 변동 추세



9) http://www.metri.re.kr/metri_home/Climate/

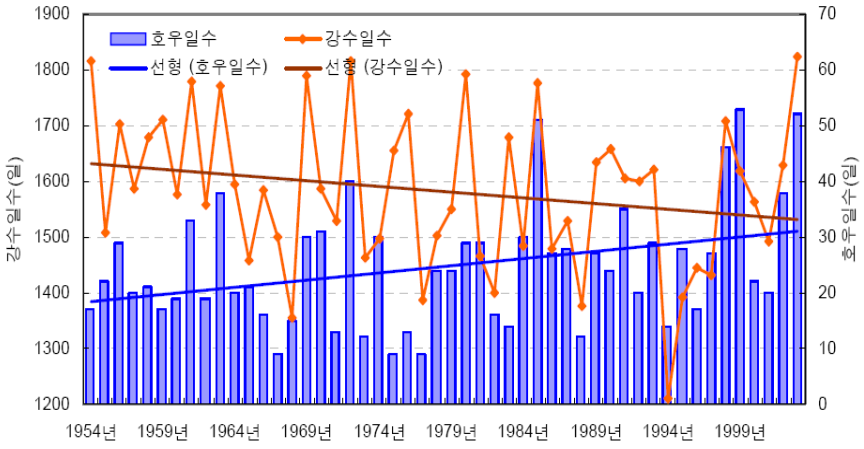
기후변화와 관련하여 자연계절의 변화도 탐지되었다. 일평균기온 5℃이하를 겨울, 20℃ 이상을 여름으로 정의하고 그 사이를 봄과 가을로 정의하면, 겨울은 1920년대에 비하여 1990년대에 약 한달 정도 짧아졌으며, 여름과 봄은 기간이 길어졌음을 알 수 있다.

〔그림 3-5〕 기후변화로 인한 계절변화



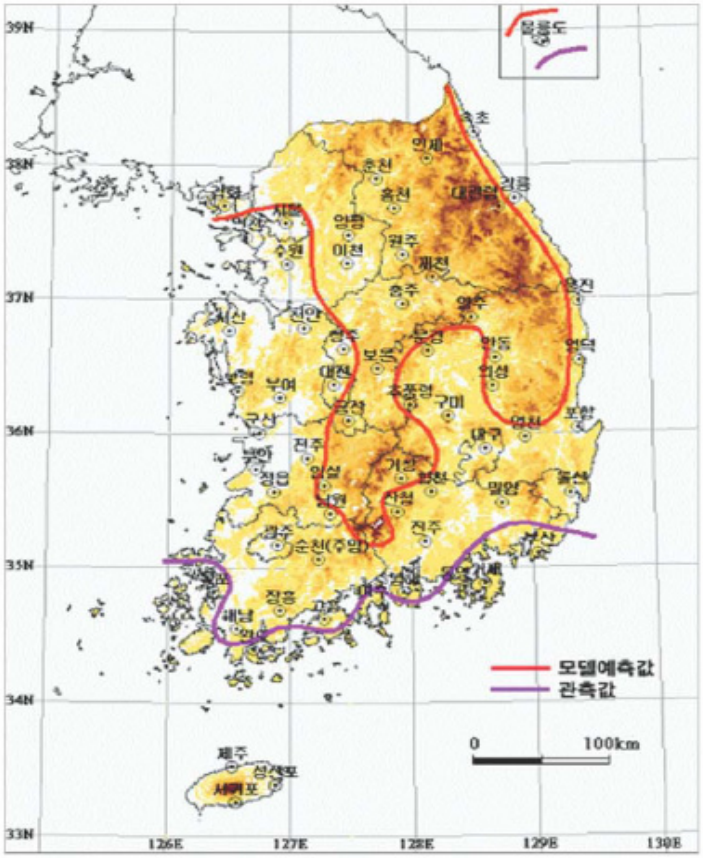
최근 50년간(1954~2003년) 14개 관측지점(강릉, 서울, 인천, 울릉도, 추풍령, 전주, 대구, 울산, 포항, 광주, 부산, 목포, 여수, 제주)에서 강수일수(강수량 0.1mm 이상)는 감소하고, 일강수량이 80mm 이상인 연평균 호우발생빈도는 1954~1963년 평균은 약 1.6일/년인데 비하여 1994~2003년은 2.3일/년으로 증가추세이다.

〔그림 3-6〕 최근 50년간 14개 지점 누적강수일수와 누적호우일수의 변화



2071~2100년의 아열대기후지역을 전망한 결과 태백산맥과 소백산맥을 중심으로 그 주변 지역을 제외하고는 제주도와 울릉도를 포함하여 충청북도 지역까지 아열대 기후지역이 확장될 것으로 예측되었다.

〔그림 3-7〕 기상관측값(1971~2000년)과 모델예측값(2071~2100년)에 근거한 향후 100년 후 아열대 기후구의 변화



자료: 권영아, A1B 시나리오에 따른 우리나라 아열대 기후구 전망, 기상청 기후변화뉴스레터 vol 5, no, 3, 2007.

나. 기후변화로 인한 영향

1) 산림·생태(국립산림과학원, 2005)

한반도 평균기온이 6℃상승할 경우 금세기말 우리나라는 기존의 산림 생물들이 고사되거나, 고립되는 등 멸종위기에 처하게 된다. 2℃ 상승 시 기후대는 극방향으로 위도 150~550km, 고도 150~550m 로 이동하는 반면, 나무 이동 속도는 4~200km로서 산림이 기후대 이동을 쫓아가지 못하기 때문이다[10].

2) 식량(한국환경정책평가연구원, 1996)

금세기말(2081~2090)에는 전국 평균 벼 수량은 14.9%(80.2kg/10a)감소될 것으로, 이 중 남서해안지대가 20.1%(108kg/10a)로 가장 높은 감소율을, 전라남도는 19.4%(104.9kg/10a)로 가장 높은 감소폭을 보일 것으로 예상된다.

3) 수자원 부문(삼성경제연구소: 2007, 한국환경정책평가연구원: 2006)

한반도는 1980년대 후반부터 기후변화로 인해 태풍 등 기상이변의 빈도와 피해 증가되어 왔다. 경제적 피해 규모가 1960년대 매년 평균 1천억 원대에서 1990년대 6천억원, 2000년 이후에는 2.7조원대로 확대되는 경향을 보인다.

그 중 금강유역에 대한 홍수피해액 예측결과(KEI, 2006)는 1970～2000년을 기준으로 2011～2040년에는 최고 169.1%, 2051～2080년에는 최고 291.5% 증가할 것이라는 전망이다.

---

10) 식물의 이동속도(m/년)는 소나무(1,500), 전나무(40～300), 자작나무(500～2,000), 밤나무(200～300) 등임.

〈표 3-4〉 금강유역 홍수 피해액 예측

(단위: 백만원)

유역명	홍수피해액 (기준년도) (1970~2000)	홍수피해액 (2011~2040)		홍수피해액 (2051~2080)	
		피해액	변화율 (기준년도대비)	피해액	변화율 (기준년도대비)
무주남대천합류점	95	114	21.15	227	140.53
보청천합류점	95	109	15.21	137	45.71
성연천	106	138	30.40	151	42.77
소원면	195	270	38.63	278	42.93
만경강상류	80	94	16.50	126	56.46
동진강	63	171	169.06	249	291.53

4) 건강(한국환경정책평가연구원, 2005)

기후변화로 인해 발생하는 여름철 이상고온으로 인한 초과사망자수는 기상재해로 인한 사망(실종)자에 비해 2배에 달한다.

〈표 3-5〉 기상재해로 인한 사망자

년도	여름철 혹서로 인한 초과사망자 수					기상재해로 인한 사망(실종)
	서울	대구	인천	광주	합계	
1994	738	161	134	50	1,083	72
1995	40	71	15	18	144	158
1996	66	57	22	22	167	77
1997	130	20	28	14	192	38
1998	0	14	1	11	26	384
1999	129	3	28	8	168	89
2000	61	14	46	9	130	49
2001	52	46	34	15	147	82
2002	29	16	18	7	70	270
2003	0	3	0	1	4	-
합계	1,245	402	326	154	2,127	1,219

따라서 2032~2051동안 기후변화로 인해 여름철 고온인 날 수 증가로 초과사망자 수 증가 예상된다.

〈표 3-6〉 서울에서 여름철 고온으로 인한 사망자 추정

년도	여름철 혹서로 인한 초과사망자 수
2032	50.6
2033	321.5
2034	147.9
2035	108.3
2046	476.9
2047	303.7
2048	218.6
2049	586.0
2050	491.6
2051	640.1

5) 해안(국립해양조사원 : 2007, 한국환경정책평가연구원 : 2003)

전체적인 평균해면 상승은 연간 0.1~0.6cm으로 연안 지역 침수 가능성이 매우 크다. 부산연안은 지난 34년간(1973~2006) 7.8cm 상승, 연간 0.2cm 상승해 왔으며, 제주연안도 매년 0.5cm씩 상승하여 지난 43년간(1964~2006) 총 21.9cm 상승하였다.

해수온도의 변화로 우리나라 근해 수온은 1968년부터 1997년까지 30년간 동해는 0.62℃, 남해는 0.61℃, 서해는 0.88℃ 상승하였다.

해수면 기온상승은 비브리오균 등 미생물의 증식을 일으키고 해수나 해산물을 통한 질병발생의 가능성을 증대시킨다.

제3절 기후변화에 의한 전염병 발생영향

IPCC 3차 보고서의 건강영향이 포함된 장(Climate Change 2001: Impacts, Adaptation & Vulnerability), 에서는 크게 다음과 같이 5개 분야로 대별하여 기후 변화로 인한 영향을 기술하고 있다(장재연 외, 2003).

- 열스트레스(Thermal Stress)
- 극단적 현상과 기상재난(Extreme Events and Weather Disasters)
- 대기오염(Air pollution)
- 전염성질환(Infectious Disease)
- 연안문제(Coastal Issues)

1989년 창설된 미국의 US Global Change Research Program(USGCRP)는 2000년 11월 'Climate Change Impacts on the United States: The Potential Consequences of Climate Change Variability and Change'라는 보고서에서 기후변화로 인한 건강영향의 핵심적인 이슈를 다음과 같이 5개 분야로 구분한 바 있다.

- 기온과 관련된 사망(Temperature-related Illness and Deaths)
- 극단적인 기상현상과 관련된 건강영향(Health Effects Related to Extreme Weather Events)
- 대기오염과 관련된 건강영향(Air Pollution-related Health Effects)
- 수인성/식품관련 질병(Water- & Food-borne Disease)
- 매개곤충이나 쥐에 의한 질병(Insect-, Tick-, & Rodent-borne Disease)

또한, NRC(National Research Council)은 기후변화와 건강 그리고 사회적 영향을 평가하고 있는데, 2001년 'Under the Weather Climate, Ecosystems, and Infectious Diseases'를 발간하였으며, 이 보고서는 기후변화와 전염성질환 사

이의 관계, 그리고 전염병 조기 경고시스템의 구축에 초점을 두고 있다.

이와 같이 기후변화로 인한 건강영향의 국제적 연구동향을 보면 공통적으로 전염성 질환에 대해 초점을 두고 있는 것을 알 수 있으며, 매개체에 의한 전염병은 인간이라는 새로운 숙주에게 침입하기까지 다양한 경로를 통하여 감염되며, 이 과정에서 여러 가지의 요인에 의하여 영향을 받아 각기 다른 건강영향을 가져올 수 있다는 것이다.

기후변화는 질병의 발생에 영향을 미칠 수 있는 중요한 요인 중 하나인데, 매개체를 통한 질병들은 생태계 내에서 숙주와 매개체, 병원체간의 상호작용에 의하여 발생하며, 이러한 상호작용은 각각의 생육 환경의 변화 즉 기후변화에 의하여 영향을 받기 때문이다(장재연 외, 2003). 기후변화를 포함한 환경변화가 전염성 질병에 주는 영향은 다음과 같다.

〈표 3-7〉 환경의 변화와 전염성 질병의 영향

환경의 변화	질병	영향을 미치는 경로
댐, 수로	말라리아	모기 번식장소의 증가
	River blindness	흑파리 번식 감소, 질병감소
농업의 증가	말라리아	살충제의 이용과 매개체의 생존력 증가
	베네주엘라출혈열	쥐의 수 증가, 접촉기회의 증가
도시화	콜레라	위생시설의 열악, 수질오염 증가
	뎅기열	하수처리시설과 매개체인 Aedes aegypti 모기의 번식 장소 증가
삼림파괴	말라리아	매개체의 번식장소 증가와 사람과의 접촉기회 증가
	리슈마니아증	매개체인 sandfly의 접촉 증가
조림	라임병	진드기 숙주의 증가, 외부의 노출 증가
해수면 온도 증가	적조	독성 조류의 증가
강수량의 증가	한타바이러스증후군	쥐의 먹이 증가, 행동패턴의 변화

자료: Wilson ML, Ecology and infectious disease, The Johns Hopkins Univ. Press, 2001.; 장재연 외, 2003 재인용.

생태학적 관점에서 보면 기후는 질병의 원인인 병원체와 매개체를 포함한 모든 살아있는 생명체의 생존과 번식에 영향을 미친다. 그러나 기후변화로 인해 발생양상에 분명한 변화를 보이는 전염성 질병도 있으나, 일반화시켜 영향을 파악하기에는 어려움이 있을 것이다. 그럼에도 기본적으로 기후변화가 환경변화 중에서도 매개체의 생존과 번식에 가장 큰 영향을 주는 원인이 되는 것은 분명하다(장재연 외, 2003).

특히, 모기를 매개로 하는 질병(Mosquito-borne disease)과 설치류를 매개로 하는 질병(Rodent-borne disease)은 기후의 영향을 크게 받으며. 특히 기온, 강수량, 습도 등이 중요한 영향을 미치며 바람이나 일조량도 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.

〈표 3-8〉 매개체 관련 질병전파에 대한 기후요소의 영향

기후 요인	모기	병원균	척추동물(쥐)
기온 증가	- 생존력 감소 - 일부 병원체의 생존력 변화 - 개체수 증가 - 사람과 접촉 증가	- 부화율 증가 - 전이계절 증가 - 분포 증가	- 따뜻해진 겨울은 쥐의 생존에 유리
강수량 감소	- 더러운 물이 고여 있어 모기가 알을 낳을 곳이 증가 - 지속된 가뭄으로 달팽이 수 감소	- 영향 없음.	- 먹이의 감소로 개체수 감소 - 사람주변으로 이동하여 접촉 기회 증가
강수량 증가	- 개체수의 질과 양이 증가 - 습도의 증가로 인한 생존력 증가 - 홍수에 의한 서식지 제거 기능	- 직접적 영향에 대한 증거 없음. - 일부자료에 의하면 말라리아 병원균이 습도와 관계있음.	- 먹이의 증가로 개체수 증가 가능성이 있음.
홍수	- 홍수는 매개체의 서식지와 전이에 변화를 초래 - 서식지를 쓸어내림.	- 영향 없음.	- 동물의 배설물에 오염될 수 있음.
해수면 상승	- 홍수가 소금물에서 알을 낳는 모기가 많아지는 것에 영향을 줌.	- 영향 없음.	- 영향 없음.

자료: IPCC, 2001; 박윤형 외, 2006.

제4절 우리나라 해외유입 전염병 현황 및 전염병 관리대책

1. 해외유입 전염병 현황

우리나라 국민의 여행, 학업, 사무 등으로 인한 해외 이동이 늘어남에 따라 정부는 해외여행 중 감염발생이 가능한 질환으로서 해외유입이 예상되는 질환으로 여행자 설사, 와포자충증, 광동주혈선충증, 유극악구충증, 이형흡충증, 포충증, 말라리아, 사상충증, 뎅기열, 리슈만편모충증, 아프리카수면병, 샤가스병, 바베스열원충증, 라임병, 주혈흡충증, 메디나충증, 요우스, 핀타, 라싸열, 에볼라-마버그 바이러스 질환, SARS, 조류인플레인자 등을 설정하였다.

해외여행을 하는 사람들의 1~5%는 진료를 받아야할 정도의 의학적 문제를 경험하며, 여행으로 인한 사고나 질병으로 10만명당 1명이 사망하는 것으로 알려져 있다(Ryan ET, 2000, 윤도경, 2005 재인용).

질병관리본부가 분석한 “해외유입 전염병 발생현황”에 따르면, 해외유입 전염병이 지속적으로 증가하고 있는 것으로 조사되었다. 실제로 2004년 대비 2005년의 내국인 출국자수 증가율은 14.1%였던 반면, 해외 유입 전염병은 무려 44.1%로 크게 증가했음을 알 수 있다[11].

〈표 3-9〉 연도별·질병별 해외유입전염병 발생 현황(매년 7월 7일 기준)

	2002년	2003년	2004년	2005년
계	37	51	48	69
세균성 이질	5	3	12	23
말라리아	18	32	17	20
장티푸스	6	3	9	12
뎅기열	4	4	2	8
기타	4	9	8	6

11) 김미연, 데이터뉴스 2006-07-07 20:26:40

〈표 3-10〉 연도별·국가별 해외유입전염병 발생 현황(매년 7월 7일 기준)

	2002년	2003년	2004년	2005년
계	37	51	48	69
캄보디아	2	0	0	14
인도	7	8	13	8
태국	1	3	5	7
인도네시아	5	12	8	7
필리핀	3	3	7	7
기타	19	25	15	26

2. 우리나라 전염병 관리대책

1980년 이후 신종 및 재출현 전염병의 산발적 또는 집단 발병이 지속되자 정부는 1990년대 말부터 이러한 전염병에 대한 감시 및 대응 능력 강화를 위하여 지속적으로 노력해 왔다(박 옥, 2006).

현재 전세계적으로 전염병 발생 DB를 구축하여 전염병 발생현황, 개별환자사례관리등을 수행하고 있으며 우리나라의 경우 4대 전염병 분류에 따라 보건소와 시도 관할 지역에서 신고된 법정 전염병 환자의 DB를 갖고, 질병관리본부는 국가단위의 전염병 환자의 신고 자료 DB를 관리하고 있다.

또한 전염병 감시를 위한 노력의 일환으로 전염병 감시체계 구축하였는데, 1997년 인플루엔자 및 학교전염병 표본감시체계 구축을 시작으로 2000년에 A형, C형간염과 성매개전염병, 크로이펠트야곱병, 반코마이신냉성확색포도상구균감염병에 대한 표본감시체계와 함께 해외유입전염병의 표본감시체계도 구축한 바 있다.

표본감시는 표본감시의료기관을 중심으로 전염병 발생 상황을 지속적으로 감시·분석하여, 국민·의료인에게 필요한 정보를 제공함으로써 보건증진과 전염병 예방활동을 지원하는 전염병 감시방법으로, 전염병의 발생수준과 발생경향의 변동양상, 그리고 전염병 발생의 고위험군을 파악할 수 있다(박기호, 2006).

표본감시 전염병 중 해외유행 전염병의 경우 질병관리본부 중심의 표본감시체계를 가지고 있으며(표 3-11 참조), 이것이 가지는 특징 중의 하나는 인플루엔자 등의 감시체계와는 달리 시군구보건소나 시도를 거치치 않고, 바로 질병관리본부로 신고하는 신고체계를 가지고 있다.

〈표 3-11〉 질병관리본부 중심 표본 감시

표본감시전염병	표본감시목적	표본감시의료기관 선정기준	신고시기 및 절차
해외유행 전염병	· 해외유행 전염병의 유입규모와 변동양상 파악 · 해외유행 전염병의 고위험지역 및 국가 파악	기생충학 교실이 있는 의과대학	· 신고주기: 7일 이내 · 신고체계 표본감시의료기관 ↓ 질병관리본부
반코마이신내성황색 포도상구균감염증	감수성이 저하된 균주를 조기에 파악하여 확산방지	국민건강보험법에 의한 종합 전문요양기관	

〈표 3-12〉 우리나라 전염병 관리체계

사전예방	대상전염병	관련기관	사후확산차단
살충소독 예방접종 홍보교육 위생점검 보균검사 건강검진 유행예측 검역정보	즉시 조치 전염병	* 의료기관 * 학교 * 사업장 * 단체급식소 * 보건소(243) * 시도 보건과 * 시도 보건환경연구원(15) * 국립보건원 * 국립검역소(13) * 중앙/시도역학 조사반(18) * 식품의약품안정청	* 조기 발견/ 조기 치료 * 표본감시망 * 정밀 역학조사실시 * 과학적 원인규명 - 병원균 유전자 검사 - 전염병 전문가 양성 * 확산예방조치 - 환자격리 조치, - 업무종사제한 - 집회금지 - 유통식품 수거, 폐기 - 시설폐쇄 - 교통차단 - 매개동물구제 - 어로제한, 금지 등 *각종 전염병 DB구축
	콜레라, 장티푸스, 세균성이질, 페스트, 파라티푸스, 장출혈성대장균감염증		
	예방 접종 관리 전염병(9)		
	홍역, 볼거리, 풍진, 일본뇌염, 디프테리아, 소아마비, 파상풍, 백일해, B형간염		
	집중 모니터 전염병(18)		
	AIDS,말라리아,결핵,탄저병브루셀라,인플루엔자,비브리오렙토스피라,신증후군출혈열		
	신종, 유입,지정 전염병(24)		
	황열, 에볼라열, 뎅기열, 기타		

사전예방	대상전염병	관련기관	사후확산차단
	해외유입전염병 등(13) A·C형 간염, VRSA 등(8) 두창,보툴리늄독소증, v-CJD(3)		- 전염병전산신고 - 전염병조기경보망 *보건 요원지속적 교육

자료: 정은경. 우리나라 주요 전염병 관리체계 및 발전방향

제5절 장애보정생존연수(DALY)를 이용한 선행 연구결과

질병으로 인해 발생하는 조기사망 혹은 장애로 인한 질병부담을 측정하는 연구는 WHO 중심으로 연구되어 왔다.

WHO는 2001년 Global Burden of Disease 보고서를 발간하였는데, 이 보고서에서는 135개 주요 사망원인으로 인해 발생한 조기사망 및 장애로 인한 질병부담을 측정, 제시하였다. 그 결과 허혈성심질환과 뇌혈관질환으로 인한 사망이 1, 2위를 차지하였고, 하기도감염의 DALY가 가장 높았고, 기후변화와 관련된 설사병이 5위, 말라리아가 9위를 차지하였다.

WHO(2002)는 World Health Report 2002에서 주요 건강위해요인(어린이 영양부족, 식수 및 위생, 안전하지 못한 성생활, 알코올, 흡연, 과체중, 실내공기오염, 실외공기오염 등)의 DALY를 각각 측정하였고, 이들이 전체 질병부담에서 차지하는 비율을 계산하였다. 그 결과 2000년 현재 체중미달의 DALY가 138백만인년으로 측정되어 가장 높았고, 다음으로 안전하지 못한 성생활의 DALY가 92백만인년이었으며, 고혈압, 흡연, 음주 등의 순으로 DALY가 높았다.

특히 이 보고서에서 기후변화로 인한 질병부담을 제시하였는데, 전세계적으로 발생하는 설사병의 2.4%, 중위권의 경제력을 가진 국가에서 발생하는 말라리아의 6%, 그리고 선진국에서 발생하는 뎅기열의 7%가 기후변화로 인해 발생한다고 하였다. 또한, 기후변화로 인한 사망이 2000년에

154천명, 기후변화로 인한 DALY는 55백만인년(전체 DALY의 0.4%)에 달한다고 하였다.

특히, 기후변화와 관련하여 WHO에서 발간된 최근의 보고서들에서 2000년을 기준으로 기후변화로 인한 질병부담을 계산하였는데, 여기에는 영양부족, 설사, 말라리아, 홍수등의 질병이 포함되었다. 질병부담 측정결과 기후변화로 인한 사망이 2000년 한해를 기준으로 150천명(전체 사망의 0.3%) 이상이며, 기후변화로 인한 DALY는 5,517천 인년, 인구 백만명당 925.35인년으로 전체 DALY의 0.4%를 차지한다고 하였다(Campbell-Lendrum et al., 2003; Ezzati et al., 2004; McMicheal, 2004; IPCC 2007 재인용; WHO, 2007 재인용).

이외에 본 연구와 관련있는 질병부담 측정연구로 Lima(2005), Zhang(2007) 그리고 Nelson(2003)의 연구가 있는데 Lima(2005)의 연구는 베이지안기법을 활용하여 소지역추정을 실시한 방법론적 측면에서 그리고 Zhang(2007)의 연구와 Nelson(2003)의 연구는 기후변와로 인한 질병부담을 측정하였다는 측면에서 본 연구와 유사점을 찾을 수 있다.

Lima(2005)는 캐나다 British Columbia 지역을 대상으로 베이지안 기법을 활용하여 질병부담의 소지역 추정연구를 실시하였다. DALY 산출을 위해 1991~2000년 동안의 행정단위별 입원자료 및 사망자료를 활용하였으며, 측정대상 질병은 교통사고, 중독, 자살 등 13개 외상(ICD-9의 E코드)으로 하였다. DALY 측정결과 1991년에서 2000년 기간동안 남성의 경우 총 469,688인년의 손실이 있었고, 여성은 181,997인년의 손실이 있어 외상으로 인한 남성의 질병부담이 여성에 비해 2.6배가 더 많은 것으로 나타났다. 요인별로는 교통사고로 인한 질병부담이 가장 커서 남성의 경우 총 DALY의 21%, 여성의 경우 총 DALY의 25%를 차지하였다. 두 번째로 질병부담이 큰 요인은 자살 및 자해였다.

Zhang(2007)은 호주와 중국을 대상으로 기후변화와 관련된 질병의 미래

의 질병부담 증가를 예측하는 연구를 실시하였다. 질병부담 측정은 기후변화와 관련있는 매개성 전염질환(vector-borne disease) 및 장염(enteric infections)을 대상으로 하였는데, 호주에서는 로스리버 바이러스(Ross River virus, RRV)와 살모넬라증(salmonellosis)을 대상으로 질병부담을 산출하였고, 중국에서는 말라리아(malaria)와 세균성이질(bacillary dysentery)을 대상으로 질병부담을 측정하였다.

특히 이 연구에서는 YLD 만으로 질병부담을 측정하였는데, 연구결과 호주의 경우 2030년에는 살모넬라증으로 인한 YLD가 지역별로 48～100% 증가할 것으로 예측되었다. 또한 RRV는 현재에 비해 2030년에는 지역별로 YLD가 61～66% 증가할 것으로 예측되었다. 중국에서는 세균성 이질의 경우 현재에 비해 2020년에는 지역별로 YLD가 두배에서 세배정도 증가 할 것으로 예상되었고, 말라리아로 인한 YLD는 같은 기간동안 108～144% 증가할 것으로 예측하였다.

Nelson(2003)은 기후변화로 인한 건강영향을 평가하는 연구에서 건강에 대한 영향을 측정하는 도구로서 DALY를 이용하였다. 즉, Nelsond은 의사결정자들이 기후변화로 인한 위해관리 및 자원배분에 대한 의사결정시 유용한 정보를 제공하여 적절한 전략을 수립하기 위한 목적으로 DALY를 이용하였다. 이 연구에서는 방글라데시에서 태풍 피해를 집계한 자료를 이용하여, 태풍으로 인한 질병부담을 계산하였는데, YLL 산출을 위해서는 SEYLL을 이용하였고 그 외 DALY 산출과 관련된 가중치와 할인율 등은 GBD 연구자들과 동일하게 적용하였다. 연구결과 방글라데시에서 태풍으로 인한 DALY는 인구 천명당 290인년이었고 이는 같은 지역에서 모든 원인으로 인한 질병부담이 인구 천명당 280인년 보다 많았은 것으로 나타났다.

우리나라에서는 기후변화로 인한 질병부담 혹은 DALY를 측정한 연구는 찾아볼 수 없었고, 대부분은 만성질환 혹은 흡연, 음주 등의 주요 건강

위해요소로 인한 질병부담을 측정한 연구들이 대부분이었다.

윤석준 외(2003)은 우리나라 국민의 흡연으로 인한 질병부담을 여러 가지 측정지표(Summary measure of population health)를 이용하여 측정하였는데, 그 중의 하나로 DALY를 이용하였다. DALY 계산을 위해 윤석준 등은 1999년도 통계청 사망자료와 1998~2001년 국민건강보험공단 의료보험청구자료를 이용하였으며, 표준기대여명 설정을 위해 통계청에서 작성된 1999년 생명표를 이용하였다.

특히, 본 연구에서는 흡연으로 인한 각 질병별 가중치를 Person-trade-off(PTO) 방법을 이용하여 직접 측정하였는데, 보건의료분야 전문가 패널을 구성하여 지표질환에 대한 장애가중치를 측정한 후 나머지 질환들에 대해서는 내삽(interpolation)을 이용하여 장애가중치를 측정하였다. 또한 질병부담 계산을 위해 필요한 연령군별 질병이환기간과 평균발생연령은 WHO에서 개발한 dismode Ⅱ를 이용하여 추정하였다.

DALY 계산 결과 우리나라에서 흡연으로 인한 질병부담이 인구 10만명당 남자의 경우 27,178인년, 여자는 7,267인년으로 계산되었다. 남자의 질병부담 중 조기사망으로 인한 질병부담은 전체의 6.8%였고, 장애로 인한 질병부담이 93.2%를 차지했다. 여자의 경우는 조기사망으로 인한 질병부담이 전체의 5.0%를 차지했고, 장애로 인한 질병부담이 95.0%를 차지했다.

박재현 외(2006)은 우리나라 국민의 정신질환으로 인한 질병부담을 측정한 바 있는데, ICD-10을 기준으로 알코올 사용 장애(alcohol use disorder), 주요우울증(unipolar major depression) 등 전체 11개 질환을 대상으로 측정을 시도 하였다. 성별·연령별 질병이환기간과 평균발생연령은 WHO에서 개발한 dismode Ⅱ를 이용하여 추정하였고, 연령가중치 및 할인율은 GBD 연구자들이 적용했던 가정을 동일하게 적용하였다. 연구결과 우리나라에서 가장 질병부담이 높은 정신질환은 주요우울증으로 DALY 값이 인구 10만명당 1,278인년이라고 하였다.

이중규 외(2005)은 우리나라 주요 건강위험요인 중의 하나인 고도음주의 질병부담을 국민건강영양조사, 생명표, 사망원인통계자료, 국민건강보험공단 의료보험 청구 전산자료 등을 이용하여 측정하였다. 구체적인 측정방법은 GBD 연구자들이 적용했던 가정과 방법을 동일하게 적용하였다. 측정결과 우니라아에서 고도음주로 인한 질병부담은 2001년 기준으로 남성은 인구 10만명당 2,992인년, 여성은 인구 10만명당 1,427인년으로 나타났다. 일반적으로 DALY 는 특정 질병에 대한 사회적 부담을 측정하였으나, 본 연구는 질병 발생의 원인이 되는 건강위험요인에 대한 질병부담을 측정하였다는 데 의의가 있다.

윤석중 외(2001)은 1998년 국민건강영양조사, 1999년 통계청 사망원인 전산자료, 1997년 생명표 등을 이용하여 우리나라 국민의 고혈압 질병부담을 측정하였다. 본 연구에 사용된 질병부담가중치는 전문가 15명을 대상으로 Person-Trade-off 방법을 이용하여 측정하였으며, 할인율 및 연령가중치 등은 기존의 방법을 동일하게 적용하였다. DALY 측정결과 고혈압으로 인한 질병부담은 남녀 각각 993,950인년, 743,282인년으로 나타났다.

장혜정 외(2001)은 1995년에 신고된 전국사망원인 전산자료를 이용하여 우리나라 국민의 조기사망으로 인한 상실년수를 계산하였다. 특히 연구는 완전한 형태의 DALY를 추정하기 위한 선행단계로서 전체질환에 대하여 조기사망으로 인한 YLL 추정만을 시도하였다. 장혜정 등은 YLL 산출을 위해 표준기대여명 상실년수(SEYLL)과 잠재수명 상실년수(PYLL)를 산출하였다. 또한 이 연구에서 기대여명은 국제비교를 위해 우리나라 생명표를 사용하지 않고, GBD 연구자들이 사용하는 기대여명(0세에서의 여성 기대여명 82.5년, 남성 80년)을 이용하였다. 연구결과 1995년 조기사망으로 인한 우리나라의 상실년수는 SEYLL의 경우 인구 10만명당 6,431년, PYLL의 경우 인구 10만명당 5,756년으로 계산되었다.

성주헌 외(2002)은 우리나라 지역사회에서 중심과제인 만성퇴행성질환

및 사고관리의 우선순위 설정을 위해 전국 및 광역단위로 질병부담을 계산하여 질병부담이 큰 주요 질환을 선정하여 제시하였다. 이 연구에서 질병부담 측정을 위해 1990~1999년의 사망원인 전산자료를 이용하여 YLL 특히, SEYLL을 산출하였다. 이 때 계산을 위한 가정, 기대여명 그리고 가중치 등은 GBD 연구자들과 동일하게 적용하였다. 연구결과 중간분류별로는 질병부담이 가장 큰 질환은 암이었고, 세분류별로는 뇌혈관질환이 가장 질병부담이 큰 질병으로 나타났다.

제4장 연구결과

제1절 기상자료 및 전염병 진료비 청구자료 기초 분석

1. 2005~2007년 연도별 기후 현황

기상청에서 제공받은 기상자료는 전국 196개 자동관측지점에서 측정한 3년(2005년~2007년)간의 기상자료가 일별로 기록되어져 있는데, 자동관측지점에서 측정하는 기상자료는 일평균기온, 일최고기온, 일최저기온, 일평균풍속, 일강수량의 5가지로 구성되어 있다.

196개 자동관측지점을 광역시도별로 구분하여 분포를 살펴보면 다음과 같이 서울에 가장 많은 25개 지점이 있고, 다음으로 경북, 경기, 전남, 경남의 순으로 분포되어 있음을 알 수 있다.

〈표 4-1〉 지역별 자동관측지점(AWS) 분포

지역	AWS지점수	백분율
서울	25	12.76
부산	9	4.59
대구	5	2.55
인천	3	1.53
광주	3	1.53
대전	3	1.53
울산	4	2.04
경기	22	11.22
강원	16	8.16
충북	12	6.12

지역	AWS지점수	백분율
충남	15	7.65
전북	12	6.12
전남	21	10.71
경북	23	11.73
경남	20	10.2
제주	3	1.53
계	196	100.00

각 지점에서 측정된 기상자료를 연도별로 살펴본 결과는 <표 4-2>와 같다. 우선 기온을 살펴보면, 일평균기온의 경우 전국을 기준으로 2005년 12.2도, 2006년 12.8도, 2007년 13.1도로 연구대상 기간동안 상승하고 있음을 알 수 있었고, 기온상승 효과는 광역 지역별로도 동일하게 나타났다. 지역별로는 제주의 일평균기온이 가장 높았고, 다음으로 울산, 부산, 인천 등의 지역이 비교적 높게 나타났고, 반대로 강원, 충북은 일평균 기온이 가장 낮은 지역이었다.

또한 당해연도 지역별 일최고기온과 일최저기온을 제시하였는데, 이를 살펴본 결과 일최저기온의 경우 2005년, 2006년에 비해 2007년의 경우 상승했음을 알 수 있었다.

〈표 4-2〉 연도별 일평균기온, 일최고기온, 일최저기온 현황

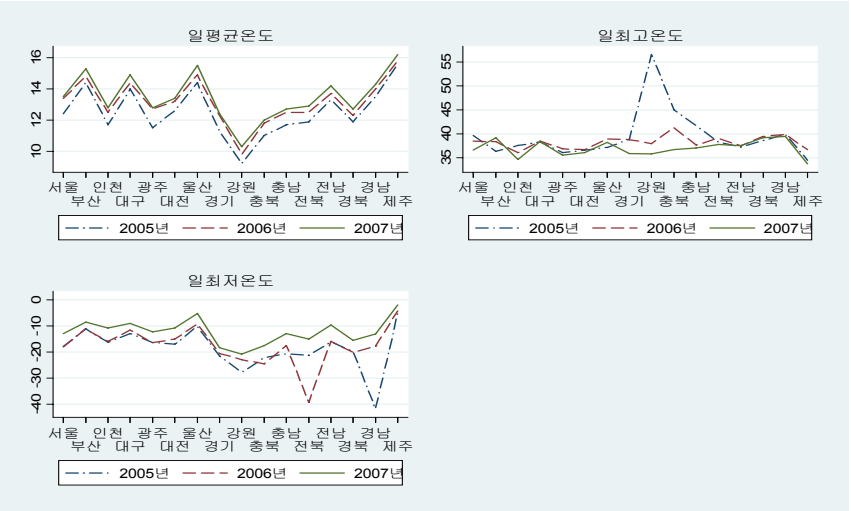
(단위: ℃)

	2005년			2006년			2007년		
	일평균 기온	일최고 기온	일최저 기온	일평균 기온	일최고 기온	일최저 기온	일평균 기온	일최고 기온	일최저 기온
전국	12.2	56.5	-41.8	12.8	41.3	-39.3	13.1	39.5	-20.8
서울	12.4	39.7	-17.9	13.4	38.5	-18.0	13.5	36.6	-12.9
부산	14.4	36.4	-11.2	14.8	38.4	-11.2	15.3	39.2	-8.5
대구	11.7	37.6	-16.3	12.5	36.1	-15.9	12.8	34.7	-10.9

	2005년			2006년			2007년		
	일평균 기온	일최고 기온	일최저 기온	일평균 기온	일최고 기온	일최저 기온	일평균 기온	일최고 기온	일최저 기온
인천	14.0	38.3	-12.9	14.4	38.5	-11.6	14.9	38.4	-9.1
광주	11.5	36.1	-16.4	12.7	36.9	-16.4	12.8	35.6	-12.3
대전	12.6	36.6	-17.1	13.2	36.7	-15.1	13.4	36.1	-10.9
울산	14.4	37.2	-10.2	14.9	39.0	-9.2	15.5	38.2	-5.2
경기	11.3	38.9	-21.5	12.3	38.8	-20.6	12.4	35.9	-18.4
강원	9.2	56.5	-27.8	9.8	38.0	-22.9	10.3	35.8	-20.8
충북	11.0	45.0	-22.2	11.8	41.3	-24.6	12.0	36.7	-17.5
충남	11.7	41.7	-20.7	12.5	37.7	-17.5	12.7	37.1	-13.0
전북	11.9	38.3	-21.3	12.5	39.1	-39.3	12.9	37.8	-15.1
전남	13.3	37.3	-16.2	13.7	37.5	-15.9	14.2	37.5	-9.7
경북	11.9	38.6	-19.9	12.3	39.5	-20.2	12.7	39.2	-15.5
경남	13.5	39.9	-41.8	14.0	39.9	-17.7	14.3	39.5	-13.2
제주	15.6	34.5	-5.0	15.8	36.7	-4.2	16.2	33.8	-1.9

주: 1) 일평균기온은 자동기상관측지점(AWS)에 측정된 일평균기온의 지역별, 연도별 평균값임.
2) 일최고기온은 자동기상관측지점(AWS)에 측정된 일최고기온 중 당해연도 지역별 최고값임.
3) 일최저기온은 자동기상관측지점(AWS)에 측정된 일최저기온 중 당해연도 지역별 최저값임.

〔그림 4-1〕 연도별 일평균기온, 당해연도 일최고기온 및 일최저기온 현황



일평균풍속과 일평균강수량을 연도별로 분석해본 결과, 이들은 연도별로 큰 차이를 나타내지는 않았으나 일평균강수량의 경우 2005년에 비해 약간 증가한 것을 알 수 있었으며, 특히 제주, 경남, 전남 등 남부 지방에서 강수량 증가가 있었음을 알 수 있었다.

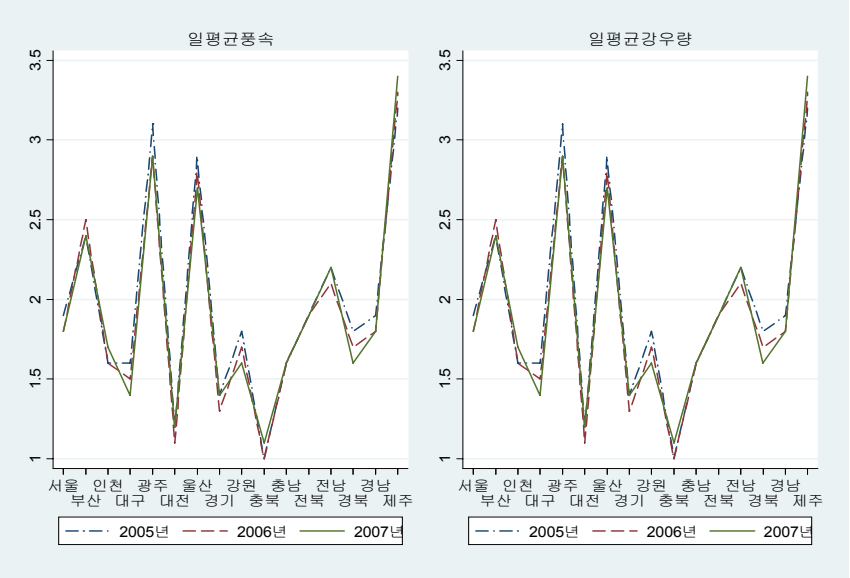
〈표 4-3〉 연도별 일평균풍속, 일평균강수량 현황

(단위: ㎧, ㎜)

	2005년		2006년		2007년	
	일평균풍속	일평균강수량	일평균풍속	일평균강수량	일평균풍속	일평균강수량
전국	1.9	3.5	1.8	3.8	1.8	3.8
서울	1.9	3.6	1.8	4.1	1.8	2.9
부산	2.4	3.4	2.5	4.0	2.4	3.3
대구	1.6	2.5	1.6	2.9	1.7	3.0
인천	1.6	2.4	1.5	3.4	1.4	3.4
광주	3.1	3.2	2.9	3.8	2.9	4.0
대전	1.2	3.9	1.1	3.0	1.2	4.5
울산	2.9	3.8	2.8	4.5	2.7	3.4
경기	1.4	4.0	1.3	4.1	1.4	3.8
강원	1.8	4.2	1.7	4.6	1.6	4.4
충북	1.0	3.8	1.0	3.6	1.1	4.3
충남	1.6	3.8	1.6	2.9	1.6	3.9
전북	1.9	3.5	1.9	3.3	1.9	4.1
전남	2.2	3.3	2.1	3.8	2.2	4.1
경북	1.8	2.8	1.7	3.5	1.6	3.3
경남	1.9	3.3	1.8	4.3	1.8	4.0
제주	3.2	3.6	3.3	4.6	3.4	5.4

주: 1) 일평균풍속은 자동기상관측지점(AWS)에 측정된 일평균풍속의 지역별, 연도별 평균값임.
2) 일평균강수량은 자동기상관측지점(AWS)에 측정된 일강수량의 지역별, 연도별 평균값임.

〔그림 4-2〕 연도별 일평균풍속, 일평균강우량



각 지역별로 분포한 자동기상관측지점에 기록된 일별 최고온도 및 최저온도의 평균값을 구하여 연중 극한 기온이 기록된 일수를 계산하여 보았다. 여기서 극한기온은 최고기온 30℃ 이상, 최저기온 영하 10℃ 이하를 기준으로 하였다.

30℃ 이상의 고온이 기록된 일수는 지역별로 인천, 대전, 충북, 경남지역에서 많았고, 2007년에는 서울에도 고온일수가 많았던 것으로 나타났다. 영하 10도 이하의 저온일수는 대부분 강원과 충북지역에서 많았다. 특히, 저온일수는 연도별로 감소추세가 뚜렷하게 나타나 겨울철 온난화 현상이 반영된 것으로 생각된다.

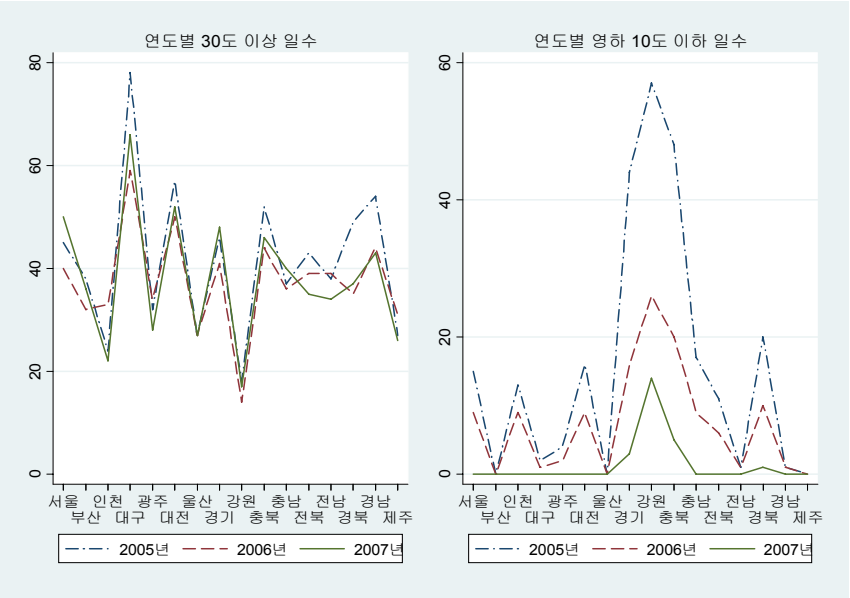
〈표 4-4〉 연도별 극한 기온 일수

(단위: 일)

	2005년		2006년		2007년	
	30℃ 이상 (35℃이상)	-10℃이하 (-15℃이하)	30℃ 이상 (35℃이상)	-10℃이하 (-15℃이하)	30℃ 이상 (35℃이상)	-10℃이하 (-15℃이하)
서울	45(4)	15(0)	40(5)	9(0)	50(0)	0(0)
부산	38(0)	0(0)	32(0)	0(0)	36(2)	0(0)
대구	24(0)	13(0)	33(0)	9(0)	22(0)	0(0)
인천	78(11)	2(0)	59(19)	1(0)	66(16)	0(0)
광주	32(0)	4(0)	34(0)	2(0)	28(0)	0(0)
대전	57(5)	16(1)	50(11)	9(0)	52(2)	0(0)
울산	27(2)	0(0)	27(0)	0(0)	27(0)	0(0)
경기	46(4)	44(3)	41(5)	16(2)	48(0)	3(0)
강원	18(0)	57(15)	14(0)	26(8)	17(0)	14(0)
충북	52(5)	48(5)	44(10)	20(5)	46(0)	5(0)
충남	37(2)	17(1)	36(0)	9(0)	40(0)	0(0)
전북	43(0)	11(1)	39(1)	6(0)	35(0)	0(0)
전남	38(0)	1(0)	39(0)	1(0)	34(0)	0(0)
경북	49(2)	20(1)	35(9)	10(0)	37(2)	1(0)
경남	54(3)	1(0)	44(14)	1(0)	43(6)	0(0)
제주	27(0)	0(0)	31(0)	0(0)	26(0)	0(0)

주: 내용은 연도별, 지역별 극한기온을 기록한 일수이며, 괄호안은 각각 35℃ 이상, 영하15℃이상을 기록한 일수임.

［그림 4-3］ 연도별 극한 기온 일수



2. 기후변화 관련 전염병의 유병건수 및 유병률

건강보험심사평가원으로부터 제공받은 2005~2007년 건강보험 명세서 파일을 분석한 결과, 기후변화 관련 전염병 건수는 총 2,592,515건이었으며, 이중 본 연구의 대상이 되는 렙토스피라, 말라리아, 세균성이질, 장염비브리오, 쯔쯔가무시의 수진건수는 2005~2007년 기간 동안 총 61,354건으로 나타났다.

질병별로는 쯔쯔가무시가 가장 많은 32,051건(52.2%)였고, 다음으로 말라리아 16,898건(27.5%), 세균성이질 8,975건(14.6%), 렙토스피라 1,756건(2.9%), 장염비브리오 1,674건(2.7%)의 순서로 분포하고 있었다. 이를 인구 10만명당 유병률로 환산하면, 쯔쯔가무시 22.1명, 말라리아 11.7명, 세균성이질 6.2명, 렙토스피라 1.2명, 장염비브리오 1.2명이었다.

가. 성별·연령별 유병건수 및 유병률

유병건수 및 유병률을 성별·연령별로 살펴본 결과는 <표 4-5~8>과 같다.

먼저 이들 5가지 질병에 대한 3년간의 유병건수 및 유병률을 성별로 살펴보면, 전체적으로 남자(인구 10만명당 39.9명)보다 여자(인구 10만명당 44.84명)의 유병률이 높았다. 연령별로는 남녀모두 65세 이상 노인층의 유병률이 다른 연령집단 보다 2~3배 정도 높은 것으로 나타났다. 질병별로는 쯔쯔가무시의 유병률이 35~64세 장년층 집단부터 격차가 벌어지기 시작하여 65세 이상 집단에서 월등하게 높았고, 반대로 세균성이질의 경우 14세 미만 집단에서 가장 유병률이 높은 것으로 나타났다(표 4-5 참조).

〈표 4-5〉 성별 연령별 기후변화 관련 전염병 유병건수 및 유병률(2005~2007년)

(단위: 명, 인구10만명당)

		렙토스피라		말라리아		세균성이질		장염 비브리오		쯔쯔가무시		전체	
		유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률
남자	~14세	15	0.11	637	4.49	1,450	10.23	155	1.09	299	2.11	2,556	18.04
	15~34세	95	0.41	5,570	24.25	1,033	4.50	24	0.10	823	3.58	7,545	32.85
	35~64세	534	1.77	4,654	15.43	1,423	4.72	244	0.81	6,118	20.29	12,973	43.02
	65세 ~	290	5.27	557	10.11	448	8.13	224	4.07	4,437	80.56	5,956	108.15
	소계	934	1.28	11,418	15.68	4,354	5.98	647	0.89	11,677	16.04	29,030	39.87
여자	~14세	9	0.07	459	3.59	1,010	7.89	96	0.75	275	2.15	1,849	14.45
	15~34세	61	0.29	1,999	9.35	1,162	5.44	56	0.26	917	4.29	4,195	19.63
	35~64세	466	1.57	2,403	8.10	1,710	5.77	299	1.01	10,499	35.40	15,377	51.85
	65세 ~	286	3.46	619	7.50	739	8.95	576	6.98	8,683	105.18	10,903	132.07
	소계	822	1.14	5,480	7.60	4,621	6.41	1,027	1.42	20,374	28.26	32,324	44.84
계		1,756	1.21	16,898	11.66	8,975	6.19	1,674	1.16	32,051	22.12	61,354	42.34

주: 인구는 통계청 홈페이지 시도별 주민등록인구를 이용하였음.

성별·연령별 전염병 유병건수 및 유병률을 연도별로 비교해보면, 전체

유병률은 2005년에 비해 2006년도에 약간 낮아졌고, 2007년도에는 앞선 연도에 비해 높은 유병률을 나타냈다. 성별로 구분하면 남성의 경우 연도별로 이들 전염병에 대한 유병률이 높아지고 있어서, 여성과의 유병률 격차가 줄어드는 추세에 있음을 알 수 있었다. 특히 남성의 경우 65세 이상 노인 집단의 유병률은 낮아지는 대신, 15~34세 집단에서의 유병률 상승이 두드러지는 것을 알 수 있었다.

질병별로는 말라리아의 유병률이 해마다 증가하고 있었는데 특히 남성 집단에서의 유병률 증가를 확인할 수 있었고, 반대로 쯔쯔가무시의 경우 유병률이 낮아지고 있었는데 특히 65세 이상 노인집단에서의 유병률 감소가 나타났다.

〈표 4-6〉 성별·연령별 기후변화 관련 전염병 유병건수 및 유병률(2005년)

(단위: 명, 인구10만명당)

		렙토스피라		말라리아		세균성이질		장염 비브리오		쯔쯔가무시		전체	
		유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률
남자	~14세	5	0.10	180	3.70	481	9.89	51	1.05	117	2.41	834	17.15
	15~34세	29	0.37	1,447	18.63	365	4.70	4	0.05	267	3.44	2,112	27.19
	35~64세	212	2.16	1,219	12.40	569	5.79	81	0.82	2,064	21.00	4,145	42.18
	65세 ~	83	4.79	151	8.71	167	9.63	90	5.19	1,491	86.00	1,982	114.32
	소계	329	1.36	2,997	12.39	1,582	6.54	226	0.93	3,939	16.28	9,073	37.51
여자	~14세	3	0.07	130	2.97	314	7.17	34	0.78	104	2.38	585	13.36
	15~34세	17	0.23	707	9.74	412	5.68	20	0.28	327	4.51	1,483	20.44
	35~64세	175	1.81	797	8.23	684	7.07	129	1.33	3,622	37.42	5,407	55.86
	65세 ~	94	3.57	139	5.28	260	9.87	169	6.42	3,040	115.46	3,702	140.60
	소계	289	1.21	1,773	7.40	1,670	6.97	352	1.47	7,093	29.62	11,177	46.67
계		618	1.28	4,770	9.91	3,252	6.76	578	1.20	11,032	22.92	20,250	42.07

주: 인구는 통계청 홈페이지 시도별 주민등록인구를 이용하였음.

〈표 4-7〉 성별·연령별 기후변화 관련 전염병 유병건수 및 유병률(2006년)

(단위: 명, 인구10만명당)

		렙토스피라		말라리아		세균성이질		장염 비브리오		쯔쯔가무시		전체	
		유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률
남자	~14세	7	0.15	208	4.40	476	10.07	56	1.18	97	2.05	844	17.86
	15~34세	24	0.31	1,940	25.35	256	3.35	14	0.18	289	3.78	2,523	32.97
	35~64세	152	1.51	1,579	15.71	395	3.93	86	0.86	2,049	20.38	4,261	42.38
	65세 ~	89	4.85	183	9.97	128	6.98	70	3.81	1,536	83.70	2,006	109.31
	소계	272	1.12	3,910	16.11	1,255	5.17	226	0.93	3,971	16.36	9,634	39.70
여자	~14세	5	0.12	139	3.26	392	9.18	35	0.82	95	2.23	666	15.60
	15~34세	19	0.27	599	8.41	318	4.47	21	0.29	323	4.54	1,280	17.98
	35~64세	130	1.31	727	7.35	401	4.05	84	0.85	3,513	35.52	4,855	49.09
	65세 ~	78	2.84	215	7.82	221	8.03	206	7.49	2,809	102.12	3,529	128.30
	소계	232	0.97	1,680	6.99	1,332	5.54	346	1.44	6,740	28.05	10,330	42.99
계		504	1.04	5,590	11.57	2,587	5.36	572	1.18	10,711	22.18	19,964	41.34

주: 인구는 통계청 홈페이지 시도별 주민등록인구를 이용하였음.

〈표 4-8〉 성별·연령별 기후변화 관련 전염병 유병건수 및 유병률(2007년)

(단위: 명, 인구10만명당)

		렙토스피라		말라리아		세균성이질		장염 비브리오		쯔쯔가무시		전체	
		유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률
남자	~14세	3	0.07	249	5.43	493	10.76	48	1.05	85	1.85	878	19.16
	15~34세	42	0.56	2,183	28.92	412	5.46	6	0.08	267	3.54	2,910	38.55
	35~64세	170	1.65	1,856	18.07	459	4.47	77	0.75	2,005	19.52	4,567	44.45
	65세 ~	118	6.09	223	11.50	153	7.89	64	3.30	1,410	72.73	1,968	101.51
	소계	333	1.37	4,511	18.53	1,517	6.23	195	0.80	3,767	15.47	10,323	42.40
여자	~14세	1	0.02	190	4.58	304	7.32	27	0.65	76	1.83	598	14.41
	15~34세	25	0.36	693	9.90	432	6.17	15	0.21	267	3.81	1,432	20.46
	35~64세	161	1.60	879	8.71	625	6.19	86	0.85	3,364	33.34	5,115	50.69
	65세 ~	114	3.97	265	9.23	258	8.98	201	7.00	2,834	98.69	3,672	127.87
	소계	301	1.25	2,027	8.41	1,619	6.71	329	1.36	6,541	27.13	10,817	44.86
계		634	1.31	6,538	13.49	3,136	6.47	524	1.08	10,308	21.27	21,140	43.63

주: 인구는 통계청 홈페이지 시도별 주민등록인구를 이용하였음.

나. 성별·지역별 유병건수 및 유병률

2005~2007년 동안 집계된 5개 질병의 유병건수 및 유병률을 성별·지역별로 살펴보면, 남자의 경우 충남에서의 유병률이 가장 높았고 다음으로 전남, 대전, 경남의 순이었다. 여자 역시 충남, 전남의 순으로 유병률이 높았고, 다음으로는 전북, 경남에서 높은 유병률을 나타내었다(표 4-9 참조).

이러한 지역적 순위는 절대수가 가장 많은 쯔쯔가무시의 영향에 기인한 것으로 생각된다. 쯔쯔가무시 유병률은 남녀모두 충남에서 가장 높았고, 그 외 전북, 전남, 경남 등에서 높게 나타났다. 쯔쯔가무시 다음으로 유병건수가 높은 말라리아의 경우 경기, 인천, 서울, 강원 등의 수도권지역에서 유병률이 높게 나타났고, 세균성이질은 대구에서의 유병률이 다른 지역에 비해 두드러지게 높았으며 광주, 울산, 전남 등에서도 상대적으로 유병률이 높게 나타났다. 이 외에 렙토스피라는 충남과 전남에서, 장염비브리오는 충북에서 높게 나타났다.

〈표 4-9〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 유병건수 및 유병률(2005~2007년)

(단위: 명, 인구10만명당)

		렙토스피라		말라리아		세균성이질		장염비브리오		쯔쯔가무시		전체	
		유병건수	유병률	유병건수	유병률	유병건수	유병률	유병건수	유병률	유병건수	유병률	유병건수	유병률
남자	서울	48	0.32	2,643	17.64	622	4.15	149	0.99	530	3.54	3,992	26.64
	부산	41	0.77	419	7.90	332	6.26	11	0.21	943	17.78	1,746	32.91
	대구	26	0.69	345	9.20	895	23.88	9	0.24	515	13.74	1,790	47.76
	인천	10	0.25	987	25.06	36	0.91	26	0.66	109	2.77	1,168	29.65
	광주	66	3.05	188	8.70	286	13.23	14	0.65	650	30.07	1,204	55.70
	대전	29	1.30	274	12.28	241	10.80	30	1.34	776	34.78	1,350	60.50
	울산	5	0.30	150	8.99	261	15.63	11	0.66	387	23.18	814	48.76
	경기	92	0.56	4,604	28.00	452	2.75	198	1.20	852	5.18	6,198	37.70

		렙토스피라		말라리아		세균성이질		장염비브리오		쯔쯔가무시		전체	
		유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병률	유병 건수	유병률
남자(계속)	강원	44	1.96	322	14.38	27	1.21	23	1.03	91	4.06	507	22.64
	충북	27	1.20	175	7.77	109	4.84	98	4.35	324	14.39	733	32.57
	충남	222	7.57	209	7.13	25	0.85	17	0.58	1,783	60.81	2,256	76.95
	전북	94	3.52	218	8.17	48	1.80	12	0.45	1,114	41.73	1,486	55.67
	전남	136	5.01	127	4.68	530	19.53	11	0.41	1,076	39.64	1,880	69.27
	경북	46	1.15	223	5.60	294	7.38	13	0.33	468	11.74	1,044	26.20
	경남	45	0.95	492	10.43	185	3.92	25	0.53	2,018	42.78	2,765	58.61
	제주	3	0.37	42	5.15	11	1.35	0	0.00	41	5.03	97	11.90
	소계	934	1.28	11,418	15.68	4354	5.98	647	0.89	11,677	16.04	29,030	39.87
여자	서울	29	0.19	1,160	7.70	604	4.01	226	1.50	1,020	6.77	3,039	20.16
	부산	29	0.54	138	2.57	367	6.85	46	0.86	1,703	31.77	2,283	42.59
	대구	28	0.75	106	2.86	1,207	32.51	18	0.48	861	23.19	2,220	59.80
	인천	3	0.08	501	13.02	37	0.96	50	1.30	175	4.55	766	19.90
	광주	54	2.49	64	2.95	235	10.83	11	0.51	1,194	55.01	1,558	71.78
	대전	22	1.00	156	7.09	198	9.00	19	0.86	1,194	54.26	1,589	72.21
	울산	10	0.64	55	3.54	204	13.12	2	0.13	747	48.04	1,018	65.47
	경기	66	0.41	2,172	13.55	434	2.71	465	2.90	1,608	10.03	4,745	29.60
	강원	11	0.50	203	9.23	58	2.64	16	0.73	202	9.19	490	22.29
	충북	15	0.68	91	4.13	110	5.00	78	3.54	599	27.21	893	40.57
	충남	232	8.14	116	4.07	36	1.26	16	0.56	3,078	107.96	3,478	121.99
	전북	107	3.94	189	6.96	62	2.28	18	0.66	2,134	78.62	2,510	92.47
	전남	146	5.26	98	3.53	521	18.78	14	0.50	1,997	72.00	2,776	100.08
	경북	23	0.58	94	2.38	310	7.85	16	0.41	852	21.57	1,295	32.79
	경남	47	1.01	308	6.65	226	4.88	24	0.52	2,966	64.02	3,571	77.08
	제주	0	0.00	29	3.56	12	1.47	8	0.98	44	5.40	93	11.42
	소계	822	1.14	5,480	7.60	4,621	6.41	1,027	1.42	20,374	28.26	32,324	44.84
전체		1,756	1.21	16,898	11.66	8,975	6.19	1,674	1.16	32,051	22.12	61,354	42.34

주: 인구는 통계청 홈페이지 시도별 주민등록인구를 이용하였음.

연도별로 유병률 변화를 살펴보면, 남자의 경우 울산, 대전 경기, 서울, 부산 등에서의 유병률 상승이 나타나고 있었고, 반대로 대구의 경우 유병률이 가장 많이 낮아졌다. 울산의 경우 5개 전염병에 대한 남성 유병률이 인구 10만명당 38.6명이었으나 2007년에는 68.9명으로 급상승 하였는데, 그 이유는 해마다 높아지고 있는 세균성이질 유병률에 기인한 것으로 생각된다. 반대로 대구는 세균성이질의 유병률이 점점 낮아지면서 질병전체 유병률 감소도 두드러졌다.

여자의 경우에는 충북, 울산 등에서 해마다 유병률이 상승하는 추세에 있었고, 반대로 전남, 광주, 대구 등에서는 유병률이 낮아지고 있었다. 충북은 2007년에 말라리아, 세균성이질, 쯔쯔가무시 등의 유병 증가를 나타내고 있었고, 반대로 전남은 2005년에 비해 쯔쯔가무시와 세균성이질의 감소가 두드러졌다.

〈표 4-10〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 유병건수 및 유병률(2005년)

(단위: 명, 인구10만명당)

		렙토스피라		말라리아		세균성이질		장염비브리오		쯔쯔가무시		전체	
		유병건수	유병률	유병건수	유병률	유병건수	유병률	유병건수	유병률	유병건수	유병률	유병건수	유병률
남자	서울	19	0.38	676	13.53	237	4.74	57	1.14	184	3.68	1,173	23.47
	부산	8	0.45	105	5.88	73	4.09	2	0.11	335	18.76	523	29.29
	대구	10	0.79	95	7.54	406	32.22	5	0.40	187	14.84	703	55.79
	인천	2	0.15	217	16.64	15	1.15	5	0.38	29	2.22	268	20.55
	광주	21	2.91	64	8.88	74	10.27	3	0.42	215	29.84	377	52.32
	대전	9	1.22	57	7.71	102	13.79	7	0.95	232	31.37	407	55.04
	울산	2	0.36	45	8.12	15	2.71	3	0.54	149	26.90	214	38.64
	경기	35	0.65	1,195	22.24	188	3.50	78	1.45	276	5.14	1,772	32.98
	강원	13	1.73	95	12.65	16	2.13	6	0.80	41	5.46	171	22.77
	충북	7	0.93	37	4.93	20	2.67	31	4.13	111	14.80	206	27.47
	충남	101	10.40	56	5.77	11	1.13	4	0.41	540	55.62	712	73.33
	전북	24	2.67	70	7.78	18	2.00	2	0.22	385	42.77	499	55.44

		렙토스피라		말라리아		세균성이질		장염비브리오		쯔쯔가무시		전체	
		유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병률	유병 건수	유병률
여자	전남	50	5.46	38	4.15	234	25.56	7	0.76	397	43.37	726	79.31
	경북	11	0.83	63	4.73	93	6.99	5	0.38	124	9.32	296	22.24
	경남	16	1.02	173	11.04	77	4.91	11	0.70	725	46.27	1,002	63.95
	제주	1	0.37	11	4.06	3	1.11	0	0.00	9	3.32	24	8.86
	소계	329	1.36	2,997	12.39	1,582	6.54	226	0.93	3,939	16.28	9,073	37.51
	서울	7	0.14	356	7.10	242	4.83	75	1.50	329	6.56	1,009	20.13
	부산	4	0.22	59	3.28	79	4.39	26	1.44	588	32.65	756	41.98
	대구	5	0.40	32	2.57	495	39.71	5	0.40	350	28.08	887	71.17
	인천	0	0.00	156	12.24	21	1.65	14	1.10	43	3.38	234	18.37
	광주	20	2.77	23	3.18	71	9.82	0	0.00	394	54.48	508	70.24
	대전	7	0.96	40	5.49	92	12.62	13	1.78	372	51.04	524	71.89
	울산	4	0.77	32	6.20	11	2.13	2	0.39	276	53.47	325	62.97
	경기	23	0.44	647	12.35	158	3.02	155	2.96	562	10.73	1,545	29.49
	강원	5	0.68	93	12.61	36	4.88	6	0.81	93	12.61	233	31.59
	충북	5	0.68	13	1.77	14	1.91	22	3.00	197	26.83	251	34.18
	충남	105	11.08	40	4.22	21	2.22	1	0.11	1,068	112.71	1,235	130.34
	전북	21	2.29	56	6.11	18	1.96	4	0.44	784	85.54	883	96.35
	전남	58	6.19	38	4.06	226	24.13	9	0.96	715	76.33	1,046	111.66
	경북	13	0.98	40	3.03	104	7.87	5	0.38	252	19.08	414	31.35
	경남	12	0.78	143	9.28	78	5.06	10	0.65	1055	68.45	1,298	84.21
	제주	0	0.00	5	1.85	4	1.48	5	1.85	15	5.54	29	10.71
	소계	289	1.21	1,773	7.40	1,670	6.97	352	1.47	7,093	29.62	11,177	46.67
전체		618	1.28	4,770	9.91	3,252	6.76	578	1.20	11,032	22.92	20,250	42.07

주: 인구는 통계청 홈페이지 시도별 주민등록인구를 이용하였음.

〈표 4-11〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 유병건수 및 유병률(2006년)

(단위: 명, 인구10만명당)

		렙토스피라		말라리아		세균성이질		장염비브리오		쯔쯔가무시		전체	
		유병건수	유병률	유병건수	유병률	유병건수	유병률	유병건수	유병률	유병건수	유병률	유병건수	유병률
남자	서울	11	0.22	937	18.76	140	2.80	48	0.96	198	3.96	1,334	26.71
	부산	10	0.57	170	9.62	79	4.47	4	0.23	304	17.20	567	32.08
	대구	3	0.24	118	9.46	251	20.11	4	0.32	182	14.58	558	44.71
	인천	4	0.30	371	28.25	9	0.69	9	0.69	46	3.50	439	33.43
	광주	20	2.78	53	7.36	118	16.38	0	0.00	239	33.18	430	59.70
	대전	9	1.21	87	11.70	64	8.61	7	0.94	257	34.57	424	57.03
	울산	3	0.54	56	10.06	62	11.14	3	0.54	91	16.36	215	38.64
	경기	26	0.47	1,531	27.94	181	3.30	76	1.39	288	5.26	2,102	38.36
	강원	10	1.34	90	12.06	7	0.94	11	1.47	23	3.08	141	18.89
	충북	2	0.27	57	7.60	15	2.00	39	5.20	117	15.59	230	30.65
	충남	54	5.52	71	7.26	7	0.72	6	0.61	728	74.47	866	88.58
	전북	47	5.28	75	8.42	21	2.36	5	0.56	421	47.27	569	63.89
	전남	48	5.31	44	4.86	137	15.14	3	0.33	342	37.80	574	63.44
	경북	10	0.75	72	5.41	98	7.37	4	0.30	142	10.68	326	24.51
	경남	15	0.95	159	10.11	61	3.88	7	0.45	572	36.37	814	51.76
	제주	0	0.00	19	6.99	5	1.84	0	0.00	21	7.72	45	16.55
	소계	272	1.12	3,910	16.11	1,255	5.17	226	0.93	3,971	16.36	9,634	39.70
여자	서울	6	0.12	390	7.76	120	2.39	70	1.39	367	7.30	953	18.96
	부산	15	0.84	29	1.62	81	4.53	13	0.73	521	29.16	659	36.89
	대구	12	0.97	21	1.70	370	29.93	11	0.89	253	20.47	667	53.96
	인천	2	0.16	148	11.53	6	0.47	13	1.01	75	5.85	244	19.02
	광주	19	2.63	20	2.77	107	14.80	1	0.14	464	64.18	611	84.51
	대전	7	0.95	58	7.91	53	7.23	3	0.41	411	56.05	532	72.56
	울산	4	0.77	12	2.32	55	10.62	0	0.00	199	38.41	270	52.11
	경기	15	0.28	680	12.73	163	3.05	163	3.05	503	9.41	1,524	28.52
	강원	5	0.68	59	8.05	16	2.18	8	1.09	55	7.51	143	19.52
	충북	5	0.68	32	4.36	13	1.77	29	3.95	192	26.16	271	36.92
	충남	39	4.10	46	4.84	10	1.05	10	1.05	1,139	119.82	1,244	130.87

		렙토스피라		말라리아		세균성이질		장염비브리오		쯔쯔가무시		전체	
		유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병률	유병 건수	유병률
	전북	46	5.08	57	6.29	21	2.32	3	0.33	763	84.22	890	98.24
	전남	40	4.33	34	3.68	153	16.55	3	0.32	664	71.82	894	96.70
	경북	4	0.30	12	0.91	90	6.83	6	0.46	290	22.00	402	30.50
	경남	13	0.84	67	4.34	73	4.73	10	0.65	830	53.75	993	64.30
	제주	0	0.00	15	5.53	1	0.37	3	1.11	14	5.16	33	12.16
	소계	232	0.97	1,680	6.99	1,332	5.54	346	1.44	6,740	28.05	10,330	42.99
전체		504	1.04	5,590	11.57	2,587	5.36	572	1.18	10,711	22.18	19,964	41.34

주: 인구는 통계청 홈페이지 시도별 주민등록인구를 이용하였음.

〈표 4-12〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 유병건수 및 유병률(2007년)

(단위: 명, 인구10만명당)

		렙토스피라		말라리아		세균성이질		장염비브리오		쯔쯔가무시		전체	
		유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병률
남자	서울	18	0.36	1,030	20.64	245	4.91	44	0.88	148	2.97	1,485	29.76
	부산	23	1.31	144	8.22	180	10.27	5	0.29	304	17.35	656	37.44
	대구	13	1.05	132	10.64	238	19.19	0	0.00	146	11.77	529	42.65
	인천	4	0.30	399	30.19	12	0.91	12	0.91	34	2.57	461	34.89
	광주	25	3.47	71	9.85	94	13.04	11	1.53	196	27.19	397	55.07
	대전	11	1.47	130	17.37	75	10.02	16	2.14	287	38.35	519	69.36
	울산	0	0.00	49	8.76	184	32.91	5	0.89	147	26.29	385	68.85
	경기	31	0.55	1,878	33.60	83	1.49	44	0.79	288	5.15	2,324	41.58
	강원	21	2.83	137	18.46	4	0.54	6	0.81	27	3.64	195	26.27
	충북	18	2.40	81	10.79	74	9.86	28	3.73	96	12.79	297	39.57
	충남	67	6.81	82	8.34	7	0.71	7	0.71	515	52.37	678	68.95
	전북	23	2.62	73	8.31	9	1.02	5	0.57	308	35.05	418	47.57
	전남	38	4.25	45	5.03	159	17.78	1	0.11	337	37.69	580	64.87
	경북	25	1.89	88	6.65	103	7.78	4	0.30	202	15.25	422	31.87
	경남	14	0.89	160	10.14	47	2.98	7	0.44	721	45.70	949	60.15
	제주	2	0.73	12	4.40	3	1.10	0	0.00	11	4.03	28	10.27
	소계	333	1.37	4,511	18.53	1,517	6.23	195	0.80	3,767	15.47	10,323	42.40

		렙토스피라		말라리아		세균성이질		장염비브리오		쯔쯔가무시		전체	
		유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병 률	유병 건수	유병률
여자	서울	16	0.32	414	8.22	242	4.81	81	1.61	324	6.43	1,077	21.39
	부산	10	0.56	50	2.82	207	11.67	7	0.39	594	33.50	868	48.95
	대구	11	0.89	53	4.31	342	27.81	2	0.16	258	20.98	666	54.15
	인천	1	0.08	197	15.25	10	0.77	23	1.78	57	4.41	288	22.30
	광주	15	2.07	21	2.90	57	7.87	10	1.38	336	46.40	439	60.62
	대전	8	1.08	58	7.86	53	7.18	3	0.41	411	55.67	533	72.19
	울산	2	0.38	11	2.11	138	26.50	0	0.00	272	52.24	423	81.24
	경기	28	0.51	845	15.50	113	2.07	147	2.70	543	9.96	1,676	30.75
	강원	1	0.14	51	7.00	6	0.82	2	0.27	54	7.42	114	15.65
	충북	5	0.68	46	6.28	83	11.33	27	3.68	210	28.66	371	50.63
	충남	88	9.23	30	3.15	5	0.52	5	0.52	871	91.40	999	104.84
	전북	40	4.48	76	8.52	23	2.58	11	1.23	587	65.81	737	82.63
	전남	48	5.26	26	2.85	142	15.56	2	0.22	618	67.72	836	91.61
	경북	6	0.46	42	3.20	116	8.85	5	0.38	310	23.66	479	36.55
	경남	22	1.42	98	6.33	75	4.85	4	0.26	1,081	69.86	1,280	82.72
	제주	0	0.00	9	3.31	7	2.58	0	0.00	15	5.52	31	11.40
	소계	301	1.25	2,027	8.41	1,619	6.71	329	1.36	6,541	27.13	10,817	44.86
전체		634	1.31	6,538	13.49	3,136	6.47	524	1.08	10,308	21.27	21,140	43.63

주: 인구는 통계청 홈페이지 시도별 주민등록인구를 이용하였음.

3. 기후변화 관련 전염병 진료건당 요양일수

기후변화 관련 전염병별 진료건당 평균 요양일수를 연도별, 지역별로 분석하면 <표 4-13~15>와 같다.

전체적으로는 2005년, 2006년에 비해 2007년도의 진료건당 평균 요양일수가 줄어들었음을 알 수 있었다. 질병별로는 장염비브리오의 진료건강 평균 요양일수가 가장 많았고, 다음으로 쯔쯔가무시, 렙토스피라, 말라리아, 세균성이질의 순이었는데 이러한 순서는 모든 연도에서 동일하게 나

타났다.

성별로는 모든 연도에서 남자에 비해 여자의 건당 평균 요양일수가 많았다. 지역별로는 남자의 경우 광주, 강원, 부산, 전북 등에서의 요양일수가 다른 지역에 비해 많았고, 여자의 경우에는 광주, 전남, 부산, 전북 등의 순으로 나타났다.

〈표 4-13〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 건당 평균 요양일수(2005년)

(단위: 일)

		렙토스피라	말라리아	세균성이질	장염비브리오	쯔쯔가무시	전체
남자	서울	6.74	4.52	2.84	14.12	8.66	5.33
	부산	1.00	4.77	6.66	38.00	8.58	7.54
	대구	6.80	5.69	1.64	12.20	7.66	3.93
	인천	1.00	3.08	8.73	10.40	11.03	4.38
	광주	9.76	3.50	2.65	61.67	11.02	8.43
	대전	4.33	3.46	1.61	5.00	7.18	5.16
	울산	1.00	3.29	3.47	24.00	6.03	5.48
	경기	8.37	5.09	2.14	9.97	7.57	5.44
	강원	6.00	4.82	4.13	47.50	9.90	7.56
	충북	8.43	2.84	6.50	4.55	7.67	6.24
	충남	3.07	2.77	8.55	19.00	6.27	5.64
	전북	5.17	4.03	4.94	7.50	7.31	6.66
	전남	3.84	3.89	3.38	27.43	9.24	6.88
	경북	4.45	3.59	1.45	15.20	6.98	4.56
	경남	8.69	1.86	2.13	21.45	6.69	5.70
	제주	2.00	2.27	22.33	0.00	7.67	6.79
	소계	5.16	4.39	2.72	13.65	7.65	5.77
여자	서울	18.43	3.71	2.91	11.83	10.29	6.37
	부산	9.00	1.41	3.14	6.88	9.84	8.38
	대구	1.00	1.09	1.68	16.80	9.21	4.71
	인천	0.00	2.84	9.43	6.50	11.14	5.18
	광주	7.05	1.00	3.79	0.00	10.67	9.13

		렙토스피라	말라리아	세균성이질	장염비브리오	쯔쯔가무시	전체
여자(계속)	대전	8.57	1.25	1.57	10.62	6.90	5.64
	울산	7.00	1.09	4.00	9.50	6.99	6.33
	경기	5.09	3.61	2.49	10.75	8.26	5.93
	강원	9.00	1.70	2.47	14.00	11.18	6.08
	충북	7.40	1.15	4.00	3.59	8.17	7.16
	충남	3.67	1.75	7.67	15.00	7.14	6.68
	전북	5.52	2.00	4.50	26.75	8.07	7.64
	전남	7.93	1.58	4.28	20.44	10.03	8.45
	경북	2.15	1.50	1.72	24.80	7.87	5.73
	경남	2.67	1.37	1.97	19.00	7.62	6.63
	제주	0.00	1.20	2.75	33.80	8.20	10.66
	소계	5.60	2.82	2.71	11.41	8.48	6.74
전체		5.37	3.80	2.72	12.29	8.18	6.30

〈표 4-14〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 건당 평균 요양일수(2006년)

(단위: 일)

		렙토스피라	말라리아	세균성이질	장염비브리오	쯔쯔가무시	전체
남자	서울	5.55	5.61	2.39	17.94	8.85	6.19
	부산	2.80	6.57	4.24	18.25	9.26	7.70
	대구	5.00	6.51	3.23	19.75	7.40	5.41
	인천	6.50	4.50	7.78	20.89	6.35	5.11
	광주	8.40	4.81	4.00	0.00	10.61	7.98
	대전	4.56	3.51	2.16	26.29	8.23	6.56
	울산	1.67	3.39	2.66	19.00	7.59	5.15
	경기	9.35	5.13	2.67	16.92	7.26	5.69
	강원	8.00	5.33	1.29	34.00	12.57	8.74
	충북	2.00	4.42	2.87	5.15	6.16	5.31
	충남	2.69	3.51	9.14	13.17	6.24	5.87
	전북	4.89	4.40	7.14	63.40	7.31	7.22
	전남	6.00	3.52	3.68	16.67	8.96	7.08

		렙토스피라	말라리아	세균성이질	장염비브리오	쯔쯔가무시	전체
	경북	10.40	3.43	1.89	15.50	6.98	4.87
	경남	1.93	2.87	4.36	4.43	6.75	5.71
	제주	0.00	2.74	7.20	0.00	4.95	4.27
	소계	5.39	5.02	3.24	17.00	7.63	6.16
여자	서울	2.67	3.40	2.48	9.11	8.46	5.65
	부산	6.73	2.48	4.22	5.92	9.86	8.69
	대구	12.58	2.29	3.57	10.27	8.92	5.83
	인천	6.50	4.90	5.33	22.00	8.32	6.89
	광주	11.79	1.90	3.02	5.00	9.72	8.35
	대전	4.14	1.45	2.25	8.00	8.45	7.01
	울산	5.75	1.17	3.44	0.00	7.67	6.49
	경기	4.60	5.14	2.83	14.25	7.71	6.71
	강원	4.80	2.71	3.94	18.13	12.05	7.38
	충북	2.40	2.19	4.08	4.52	5.79	5.08
	충남	3.72	1.52	6.30	13.50	6.47	6.25
	전북	4.65	6.30	6.62	49.00	8.21	8.00
	전남	4.18	1.03	5.57	19.33	9.48	8.28
	경북	2.75	1.33	1.51	14.83	7.97	6.37
	경남	2.54	1.60	4.86	16.90	7.61	7.03
	제주	0.00	2.20	14.00	17.00	7.71	6.24
	소계	5.31	3.96	3.57	12.69	8.15	6.97
전체		5.36	4.70	3.41	14.39	7.96	6.58

〈표 4-15〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 건당 평균 요양일수(2007년)

(단위: 일)

		렙토스피라	말라리아	세균성이질	장염비브리오	쯔쯔가무시	전체
남자	서울	7.89	5.51	2.32	13.02	8.24	5.51
	부산	7.57	5.95	1.28	19.60	6.07	4.88
	대구	8.54	5.52	1.35	0.00	7.82	4.36
	인천	6.75	5.40	5.17	12.33	7.76	5.76
	광주	10.00	5.01	2.53	20.45	10.55	7.90
	대전	3.91	2.54	1.13	14.19	5.84	4.55
	울산	0.00	3.27	1.51	25.60	5.22	3.46
	경기	8.42	5.29	2.61	9.75	6.03	5.41
	강원	5.10	5.05	2.50	13.83	6.63	5.49
	충북	9.67	4.75	1.23	5.46	5.16	4.37
	충남	2.42	2.85	5.43	3.14	6.12	5.32
	전북	8.43	3.73	2.67	36.00	8.67	7.99
	전남	7.32	2.67	1.60	1.00	8.23	5.91
	경북	7.12	4.01	1.35	16.50	4.68	3.98
	경남	7.57	2.54	2.94	14.71	5.60	5.05
	제주	9.50	6.83	6.33	0.00	6.09	6.68
	소계	6.68	5.04	1.79	12.49	6.65	5.34
여자	서울	4.06	3.36	1.23	14.46	10.06	5.74
	부산	5.20	1.46	1.28	11.57	7.19	5.46
	대구	14.27	1.42	1.35	9.00	7.08	3.81
	인천	1.00	5.18	3.30	20.91	8.23	6.96
	광주	5.87	1.00	2.14	19.50	11.52	9.79
	대전	6.25	2.07	1.40	6.00	6.61	5.59
	울산	8.00	1.09	1.65	0.00	5.52	4.15
	경기	5.61	4.20	2.35	15.87	6.09	5.73
	강원	2.00	2.65	2.00	15.00	12.72	7.60
	충북	3.60	4.20	1.40	4.85	7.22	5.32
	충남	2.57	2.83	7.20	14.80	7.04	6.56
	전북	7.65	5.12	5.48	29.09	8.63	8.42
	전남	7.38	1.00	1.61	1.00	8.34	6.90

		렙토스피라	말라리아	세균성이질	장염비브리오	쯔쯔가무시	전체
	경북	5.67	1.24	1.36	11.20	6.97	5.14
	경남	6.27	1.24	2.57	12.25	6.77	6.11
	제주	0.00	1.00	5.00	0.00	10.73	6.61
	소계	5.53	3.59	1.64	15.07	7.55	6.10
전체		6.14	4.59	1.71	14.11	7.22	5.73

4. 기후변화 관련 전염병 진료비

가. 진료건당 평균 진료비

성별 지역별 기후변화 관련 전염병의 진료건당 평균진료비를 분석한 결과는 다음과 같다.

질병별로는 2005년과 2006년의 경우 장염비브리오, 쯔쯔가무시, 렙토스피라, 말라리아, 세균성이질 등의 순으로 나타났으나, 2007년은 장염비브리오, 렙토스피라, 쯔쯔가무시, 말라리아, 세균성이질의 순으로 약간의 변화가 있었다. 성별로는 남자에 비해 여자의 경우 진료건당 평균 진료비가 더 높게 나타났다.

지역별로는 연도에 따라 조금 다른데 남자의 경우 2005년과 2006년에는 광주와 강원에서 평균진료비가 높았고, 2007년에는 광주, 강원 외에 전북에서의 진료비가 높게 나타났다. 여자의 경우는 2005년에는 제주, 광주, 서울, 부산, 2006년에 광주, 강원, 대전, 그리고 2007년에는 강원, 광주, 인천에서 높게 나타났다.

〈표 4-16〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 진료건당 평균 진료비(2005년)

(단위: 원)

		렙토스피라	말라리아	세균성이질	장염비브리오	쯔쯔가무시	전체
남자	서울	1,072,663	236,563	146,902	1,803,815	773,837	392,426
	부산	29,380	224,632	82,681	6,713,770	447,818	369,606
	대구	530,427	239,158	30,444	997,802	432,359	179,552
	인천	14,329	150,389	527,300	1,674,040	1,072,003	298,623
	광주	994,562	188,071	89,279	10,600,000	795,360	642,664
	대전	208,411	178,324	43,291	671,785	371,336	263,657
	울산	207,942	175,494	146,136	6,185,167	328,276	364,363
	경기	985,848	176,140	66,998	1,382,767	427,326	272,791
	강원	504,258	189,596	243,624	2,891,713	1,427,653	610,228
	충북	738,389	165,044	274,748	230,877	348,176	303,762
	충남	245,033	91,139	539,375	3,169,688	301,978	297,096
	전북	225,319	225,284	184,442	309,095	357,214	325,938
	전남	158,369	149,364	183,308	4,668,953	433,945	360,120
	경북	213,861	104,992	31,284	1,437,790	331,199	203,156
	경남	807,705	74,823	64,017	2,443,306	306,370	279,233
	제주	300,844	125,027	1,668,293	0	352,063	410,400
	소계	452,905	183,865	101,969	1,756,741	422,635	322,181
여자	서울	1,384,257	235,101	149,935	1,779,168	702,624	489,862
	부산	725,387	52,878	142,889	1,338,401	537,183	486,735
	대구	29,990	27,943	34,723	1,082,958	524,361	233,566
	인천	0	99,084	735,850	1,376,660	605,171	325,664
	광주	538,298	31,241	185,646	0	568,851	489,750
	대전	599,023	50,428	42,907	1,624,945	400,083	343,727
	울산	445,543	22,653	113,612	837,629	322,863	290,899
	경기	400,596	125,873	104,094	1,443,126	459,605	381,283
	강원	1384,187	45,461	140,968	1,395,739	927,020	475,583
	충북	401,184	21,997	113,350	308,790	399,277	355,895
	충남	130,125	26,591	524,921	787,200	343,019	318,123
	전북	256,663	51,891	76,850	1,391,290	383,206	357,506
	전남	376,814	58,229	232,291	2,046,031	497,242	430,696

		렙토스피라	말라리아	세균성이질	장염비브리오	쯔쯔가무시	전체
	경북	56,290	59,866	46,330	2,412,208	368,598	272,687
	경남	39,817	33,013	54,133	1,264,916	311,766	270,403
	제주	0	31,694	279,720	2,921,540	448,467	779,726
	소계	310,522	116,208	117,823	1,473,467	436,014	367,169
전체		386,321	158,717	110,110	1,584,228	431,237	347,012

주: 진료비는 요양급여비총액+원외처방약제비임.

〈표 4-17〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 진료건당 평균 진료비(2006년)

(단위: 원)

		렙토스피라	말라리아	세균성이질	장염비브리오	쯔쯔가무시	전체
남자	서울	584,927	362,206	84,182	2,354,483	805,223	472,306
	부산	134,163	379,917	179,687	1,573,164	587,699	467,506
	대구	392,711	328,146	169,732	1,562,685	600,305	354,854
	인천	498,880	259,989	680,015	2,657,078	478,803	342,848
	광주	1,317,369	284,826	146,796	0	962,609	671,695
	대전	531,145	198,148	80,471	4,345,940	557,064	473,482
	울산	134,067	182,154	95,359	3,709,867	455,715	321,464
	경기	1,149,715	186,618	132,783	3,979,180	474,117	370,410
	강원	1,344,469	274,889	28,744	1,494,752	1,147,238	575,990
	충북	55,290	250,746	106,040	319,014	285,990	269,113
	충남	121,203	172,389	452,849	3,220,267	363,678	353,388
	전북	260,833	301,062	450,897	10,900,000	389,023	461,516
	전남	367,883	145,387	186,799	2,759,360	497,593	397,390
	경북	1,344,098	169,324	60,300	2,534,111	374,761	291,086
	경남	123,251	146,478	223,245	473,657	333,086	285,747
	제주	0	113,682	414,972	0	315,522	241,351
	소계	506,174	251,992	150,395	2,734,040	485,910	400,576
여자	서울	110,777	193,350	88,766	1,024,030	609,154	400,802
	부산	512,131	205,568	205,581	446,946	560,625	498,015
	대구	3,478,821	148,084	181,925	1,212,756	575,535	406,474

		렙토스피라	말라리아	세균성이질	장염비브리오	쯔쯔가무시	전체
여자(계속)	인천	105,080	252,335	305,620	2,128,889	800,155	520,806
	광주	1,199,997	71,401	108,235	2,553,800	724,385	612,893
	대전	246,580	46,795	101,641	1,704,851	676,960	551,075
	울산	357,686	25,927	141,030	0	433,411	354,620
	경기	254,332	193,596	159,811	1,528,027	519,598	440,903
	강원	149,905	111,266	204,359	1,306,364	1,102,712	571,217
	충북	306,216	120,364	231,588	273,977	305,737	276,901
	충남	160,117	95,547	82,717	1,125,472	347,950	336,846
	전북	188,990	109,743	352,036	7,915,564	454,077	441,067
	전남	185,918	26,469	310,216	6,449,477	513,461	465,421
	경북	42,685	18,530	30,208	1,090,931	402,047	314,057
	경남	50,842	52,385	302,701	1,678,571	386,150	366,121
	제주	0	73,824	1194,280	2,599,317	389,899	471,460
	소계	455,006	169,481	176,575	1,384,741	493,893	429,182
전체		482,621	227,194	163,875	1,917,856	490,934	415,378

주: 진료비는 요양급여비총액+원외처방약제비임.

〈표 4-18〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 진료건당 평균 진료비(2007년)

(단위: 원)

		렙토스피라	말라리아	세균성이질	장염비브리오	쯔쯔가무시	전체
남자	서울	1,013,801	303,006	37,923	2,919,164	700,358	385,005
	부산	961,962	405,128	31,008	928,853	428,325	336,738
	대구	1078,557	317,307	31,488	0	583,936	281,010
	인천	800,093	316,134	120,894	3,705,005	623,634	426,144
	광주	1,692,884	284,187	82,928	3,853,226	719,271	638,935
	대전	195,947	238,892	29,308	766,117	415,029	321,350
	울산	0	216,164	43,735	5,797,085	305,582	240,377
	경기	701,840	211,687	138,317	1,658,940	412,169	267,850
	강원	535,587	248,443	64,004	1,775,910	1,573,542	506,057
	충북	1,002,383	236,455	28,600	806,621	390,756	334,715
	충남	176,708	226,982	183,981	276,953	363,215	325,567

		렙토스피라	말라리아	세균성이질	장염비브리오	쯔쯔가무시	전체
	전북	690,479	187,248	155,238	7,148,200	543,605	560,092
	전남	490,028	149,798	65,294	34,756	499,633	351,991
	경북	498,253	162,062	34,956	1,682,748	275,746	219,786
	경남	421,883	147,255	124,781	2,763,580	282,963	272,595
	제주	617,634	239,453	221,112	0	346,104	306,399
	소계	657,836	250,663	52,015	2,211,287	432,817	338,112
여자	서울	368,084	199,906	42,867	1,907,972	744,006	459,264
	부산	346,794	56,426	25,862	1,138,072	458,464	336,333
	대구	1,540,421	43,806	36,143	1,306,760	530,448	256,901
	인천	14,120	312,363	126,302	3,200,267	613,529	595,104
	광주	495,563	30,932	91,352	2,911,699	817,483	722,281
	대전	729,119	102,142	27,221	1,695,117	426,170	362,929
	울산	384,922	17,366	46,228	0	323,925	225,645
	경기	373,363	177,102	126,898	1,769,666	415,260	393,838
	강원	141,586	92,133	209,458	937,649	1,730,259	889,530
	충북	327,009	71,620	40,811	484,049	387,011	276,707
	충남	108,211	153,704	685,493	1,340,792	416,891	387,765
	전북	622,441	47,229	200,159	3,365,697	563,015	543,560
	전남	437,406	42,226	55,437	51,443	495,977	402,610
	경북	513,491	42,309	45,281	592,546	391,990	280,982
	경남	651,437	35,041	164,223	1,170,965	360,537	331,646
	제주	0	157,407	405,391	0	775,611	512,534
	소계	416,649	162,691	60,330	1,822,176	481,020	397,403
전체		543,329	223,389	56,308	1,966,979	463,404	368,450

주: 진료비는 요양급여비총액+원외처방약제비임.

나. 총진료비

성별 지역별 기후변화 관련 전염병의 진료건별 총진료비를 분석한 결과는 다음과 같다.

질병별로는 2005년의 경우 쯔쯔가무시, 장염비브리오, 말라리아, 세균성이질, 렙토스피라의 순이었으나, 2006년 쯔쯔가무시, 말라리아, 장염비브리오, 세균성이질, 렙토스피라, 2007년 쯔쯔가무시, 말라리아, 장염비브리오, 렙토스피라, 세균성이질의 순으로 변화가 있었다. 전체적으로 유병건수가 가장 많은 쯔쯔가무시의 경우 진료비 총액 또한 가장 많았고, 장염비브리오는 유병건수가 가장 작았음에도 불구하고 앞서 살펴본 바와 같이 건당 평균 진료비가 높았기 때문에 진료비총액 또한 비교적 높게 나타났다.

성별로는 남자에 비해 여자의 진료비 총액이 더 높았고, 지역별로는 남자의 경우 모든 연도에서 경기와 서울의 총진료비가 가장 높게 나타난 반면, 여성의 경우 2005년은 경기, 서울, 전남, 2006년 경기, 전남, 충남, 그리고 2007년은 경기, 서울, 경남의 순으로 높게 나타났다.

전체적으로 이들 5개 기후변화 관련 전염병 치료를 위해 2005년의 경우 70억원, 2006년 83억원, 2007년 78억에 달하는 진료비가 소요되었다.

〈표 4-19〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 총진료비(2005년)

(단위: 원)

		렙토스피라	말라리아	세균성이질	장염비브리오	쯔쯔가무시	전체
남자	서울	20,380,591	159,916,226	34,815,742	102,817,464	142,386,025	460,316,048
	부산	235,043	23,586,324	6,035,743	13,427,540	150,019,141	193,303,791
	대구	5,304,269	22,719,970	12,360,404	4,989,010	80,851,052	126,224,705
	인천	28,658	32,634,403	7,909,496	8,370,202	31,088,095	80,030,854
	광주	20,885,798	12,036,555	6,606,657	31,752,930	171,002,291	242,284,231
	대전	1,875,699	10,164,479	4,415,652	4,702,494	86,150,028	107,308,352
	울산	415,884	7,897,230	2,192,040	18,555,500	48,913,106	77,973,760
	경기	34,504,684	210,487,374	12,595,677	107,855,820	117,941,999	483,385,554
	강원	6,555,357	18,011,662	3,897,981	17,350,276	58,533,777	104,349,053
	충북	5,168,726	6,106,639	5,494,964	7,157,193	38,647,481	62,575,003
	충남	24,748,299	5,103,768	5,933,127	12,678,750	163,068,255	211,532,199
	전북	5,407,653	15,769,884	3,319,950	618,190	137,527,419	162,643,096

		렙토스피라	말라리아	세균성이질	장염비브리오	쯔쯔가무시	전체
	전남	7,918,424	5,675,823	42,893,966	32,682,670	172,276,211	261,447,094
	경북	2,352,466	6,614,502	2,909,395	7,188,950	41,068,703	60,134,016
	경남	12,923,284	12,944,292	4,929,322	26,876,362	222,118,245	279,791,505
	제주	300,844	1,375,301	5,004,880	0	3,168,570	9,849,595
	소계	149,005,679	551,044,432	161,314,996	397,023,351	1,664,760,398	2,923,148,856
여자	서울	9,689,800	83,696,048	36,284,143	133,437,601	231,163,227	494,270,819
	부산	2,901,549	3,119,824	11,288,233	34,798,433	315,863,686	367,971,725
	대구	149,951	894,191	17,187,924	5,414,790	183,526,505	207,173,361
	인천	0	15,457,028	15,452,846	19,273,233	26,022,338	76,205,445
	광주	10,765,965	718,540	13,180,878	0	224,127,392	248,792,775
	대전	4,193,161	2,017,118	3,947,459	21,124,284	148,830,712	180,112,734
	울산	1,782,170	724,880	1,249,728	1,675,258	89,110,214	94,542,250
	경기	9,213,699	81,439,793	16,446,887	223,684,450	258,297,728	589,082,557
	강원	6,920,936	4,227,837	5,074,835	8,374,434	86,212,894	110,810,936
	충북	2,005,920	285,967	1,586,899	6,793,372	78,657,519	89,329,677
	충남	13,663,092	1,063,639	11,023,348	787,200	366,344,176	392,881,455
	전북	5,389,921	2,905,880	1,383,301	5,565,160	300,433,323	315,677,585
	전남	21,855,220	2,212,696	52,497,694	18,414,276	355,528,194	450,508,080
	경북	731,765	2,394,654	4,818,337	12,061,040	92,886,719	112,892,515
	경남	477,800	4,720,823	4,222,406	12,649,160	328,912,733	350,982,922
	제주	0	158,472	1,118,880	14,607,700	6,727,010	22,612,062
	소계	89,740,949	206,037,390	196,763,798	518,660,391	3,092,644,370	4,103,846,898
전체		238,746,628	757,081,822	358,078,794	915,683,742	4,757,404,768	7,026,995,754

주: 진료비는 요양급여비총액+원외처방약제비임.

〈표 4-20〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 총진료비(2006년)

(단위: 원)

		렙토스피라	말라리아	세균성이질	장염비브리오	쯔쯔가무시	전체
남자	서울	6,434,201	339,386,745	11,785,495	113,015,194	159,434,194	630,055,829
	부산	1,341,628	64,585,885	14,195,260	6,292,656	178,660,547	265,075,976
	대구	1,178,134	38,721,183	42,602,809	6,250,740	109,255,524	198,008,390
	인천	1,995,521	96,455,753	6,120,133	23,913,705	22,024,931	150,510,043
	광주	26,347,375	15,095,797	17,321,957	0	230,063,608	288,828,737
	대전	4,780,304	17,238,898	5,150,159	30,421,580	143,165,312	200,756,253
	울산	402,201	10,200,616	5,912,272	11,129,600	41,470,103	69,114,792
	경기	29,892,586	285,711,982	24,033,659	302,417,648	136,545,619	778,601,494
	강원	13,444,692	24,739,998	201,206	16,442,268	26,386,477	81,214,641
	충북	110,580	14,292,493	1,590,604	12,441,552	33,460,770	61,895,999
	충남	6,544,939	12,239,604	3,169,946	19,321,599	264,757,801	306,033,889
	전북	12,259,140	22,579,660	9,468,831	54,516,460	163,778,473	262,602,564
	전남	17,658,377	6,397,029	25,591,488	8,278,079	170,176,955	228,101,928
	경북	13,440,978	12,191,307	5,909,423	10,136,442	53,216,028	94,894,178
	경남	1,848,759	23,290,048	13,617,922	3,315,596	190,525,341	232,597,666
	제주	0	2,159,956	2,074,858	0	6,625,970	10,860,784
	소계	137,679,415	985,286,954	188,746,022	617,893,119	1,929,547,653	3,859,153,163
여자	서울	664,661	75,406,559	10,651,916	71,682,129	223,559,345	381,964,610
	부산	7,681,961	5,961,471	16,652,091	5,810,294	292,085,799	328,191,616
	대구	41,745,845	3,109,756	67,312,060	13,340,317	145,610,398	271,118,376
	인천	210,160	37,345,528	1,833,718	27,675,549	60,011,643	127,076,598
	광주	22,799,941	1,428,019	11,581,111	2,553,800	336,114,792	374,477,663
	대전	1,726,061	2,714,113	5,386,975	5,114,553	278,230,426	293,172,128
	울산	1,430,742	311,120	7,756,632	0	86,248,818	95,747,312
	경기	3,814,983	131,645,275	26,049,182	249,068,345	261,357,918	671,935,703
	강원	749,524	6,564,675	3,269,741	10,450,908	60,649,182	81,684,030
	충북	1,531,080	3,851,637	3,010,649	7,945,318	58,701,471	75,040,155
	충남	6,244,561	4,395,176	827,171	11,254,720	396,315,289	419,036,917
	전북	8,693,529	6,255,358	7,392,756	23,746,690	346,460,936	392,549,269
	전남	7,436,703	899,952	47,463,054	19,348,430	340,938,191	416,086,330

		렙토스피라	말라리아	세균성이질	장염비브리오	쯔쯔가무시	전체
	경북	170,741	222,354	2,718,678	6,545,586	116,593,488	126,250,847
	경남	660,944	3,509,815	22,097,178	16,785,708	320,504,829	363,558,474
	제주	0	1,107,354	1,194,280	7,797,950	5,458,581	15,558,165
	소계	105,561,436	284,728,162	235,197,192	479,120,297	3,328,841,106	4,433,448,193
전체		243,240,851	1,270,015,116	423,943,214	1,097,013,416	5,258,388,759	8,292,601,356

주: 진료비는 요양급여비총액+원외처방약제비임.

〈표 4-21〉 성별·지역별 기후변화 관련 전염병 총진료비(2007년)

(단위: 원)

		렙토스피라	말라리아	세균성이질	장염비브리오	쯔쯔가무시	전체
남자	서울	18,248,416	312,096,538	9,291,151	128,443,222	103,652,937	571,732,264
	부산	22,125,123	58,338,356	5,581,368	4,644,266	130,210,781	220,899,894
	대구	14,021,241	41,884,514	7,494,148	0	85,254,624	148,654,527
	인천	3,200,370	126,137,494	1,450,731	44,460,064	21,203,548	196,452,207
	광주	42,322,103	20,177,271	7,795,261	42,385,490	140,977,125	253,657,250
	대전	2,155,416	31,055,997	2,198,100	12,257,875	119,113,337	166,780,725
	울산	0	10,592,031	8,047,272	28,985,424	44,920,565	92,545,292
	경기	21,757,039	397,548,641	11,480,340	72,993,357	118,704,708	622,484,085
	강원	11,247,328	34,036,631	256,014	10,655,458	42,485,639	98,681,070
	충북	18,042,894	19,152,870	2,116,436	22,585,395	37,512,606	99,410,201
	충남	11,839,400	18,612,503	1,287,869	1,938,668	187,055,790	220,734,230
	전북	15,881,021	13,669,097	1,397,143	35,741,000	167,430,231	234,118,492
	전남	18,621,044	6,740,911	10,381,811	34,756	168,376,414	204,154,936
	경북	12,456,336	14,261,445	3,600,435	6,730,990	55,700,661	92,749,867
	경남	5,906,358	23,560,792	5,864,685	19,345,060	204,016,069	258,692,964
	제주	1,235,268	2,873,434	663,336	0	3,807,142	8,579,180
	소계	219,059,357	1,130,738,525	78,906,100	431,201,025	1,630,422,177	3,490,327,184
여자	서울	5,889,338	82,761,020	10,373,813	154,545,739	241,057,855	494,627,765
	부산	3,467,939	2,821,300	5,353,523	7,966,503	272,327,364	291,936,629
	대구	16,944,634	2,321,725	12,360,883	2,613,520	136,855,488	171,096,250

		렙토스피라	말라리아	세균성이질	장염비브리오	쯔쯔가무시	전체
여자(계속)	인천	14,120	61,535,529	1,263,015	73,606,139	34,971,169	171,389,972
	광주	7,433,448	649,570	5,207,045	29,116,990	274,674,166	317,081,219
	대전	5,832,948	5,924,239	1,442,712	5,085,352	175,155,887	193,441,138
	울산	769,843	191,028	6,379,476	0	88,107,673	95,448,020
	경기	10,454,156	149,651,393	14,339,423	260,140,858	225,486,415	660,072,245
	강원	141,586	4,698,759	1,256,746	1,875,298	93,433,977	101,406,366
	충북	1,635,044	3,294,521	3,387,294	13,069,325	81,272,242	102,658,426
	충남	9,522,549	4,611,118	3,427,467	6,703,960	363,111,975	387,377,069
	전북	24,897,638	3,589,389	4,603,646	37,022,670	330,490,036	400,603,379
	전남	20,995,496	1,097,868	7,872,097	102,885	306,513,832	336,582,178
	경북	3,080,943	1,776,994	5,252,631	2,962,730	121,516,826	134,590,124
	경남	14,331,608	3,434,065	12,316,716	4,683,858	389,740,672	424,506,919
	제주	0	1,416,664	2,837,734	0	11,634,166	15,888,564
	소계	125,411,290	329,775,182	97,674,221	599,495,827	3,146,349,743	4,298,706,263
전체		344,470,647	1,460,513,707	176,580,321	1,030,696,852	4,776,771,920	7,789,033,447

주: 진료비는 요양급여비총액+원외처방약제비임.

제2절 전염병 발생 예측 분석 방법

1. 전염병 발생 예측

AWS 지점이 있는 194개[12] 시군구를 대상으로 기후변화에 따른 전염병의 영향을 연령별로 살펴보았다. 연령은 0~14세, 15~34, 35~64, 65세 이상 그룹으로 분류하였고(Zhang, 2007), 전염병은 랩토스피라증(leptospirosis), 말라리아(malaria), 세균성이질(shigellosis), 장염비브리오(vibrio vulnificus sepsis), 쯔쯔가무시병(tsutsugamushi fever)만을 대상으로 하였다.

12) 자료를 제공받은 196개 AWS 지점중 제주도 북제주군과 남제주군은 각각 제주시와 서귀포시로 통합되었기 때문에 제외하고, 최종적으로 194개 지역에 대해 분석하였음.

〈표 4-22〉 분석대상 전염병 발생현황

전염병 상병명	2005	2006	2007	합계
랩토스피라증(leptospirosis)	634	504	634	1,772
말라리아(malaria)	4,765	5,590	6,538	16,893
세균성이질(shigellosis)	3,248	2,587	3,136	8,971
장염비브리오(vibrio vulnificus sepsis)	576	572	524	1,672
쯔쯔가무시병(tsutsugamushi fever)	10,961	10,711	10,308	31,980
합계	20,184	21,970	23,147	61,288

기후요소(기온)의 영향은 3차원 스플라인을 적용하여 추정하였다. 주간 최고 기온을 사용하였고 4도 이후 매 8도 상승마다 마디를 두어 총 5개의 마디를 스플라인에 이용하였다. 그러나 3번째 이후의 마디의 경우 전체 분석대상의 75분위 밖에 위치하고 있어 민감한(sensible) 영역이 아닌 것으로 분석되었다.

194개 시군구를 16개 광역시도로 구분하여 전염병 발생의 시공간적 변이성을 고려하였다. 아래 식 의 $\sum_{k=1}^{3} b_{jk} B_k(Temp_{ijt})$ 은 임의효과 스플라인 함수 영향을 나타내며 $\sum_{k=1}^{3} a_{0k} B_k(Temp_{ijt})$ 는 온도함수의 고정효과 스플라인 함수이다.

$$\log(\lambda_{ijt}) = \alpha + \sum_{k=1}^{3} a_{0k} B_k(Temp_{ijt}) + \sum_{k=1}^{3} b_{jk} B_k(Temp_{ijt}) + rain_{ijt} + \sin(x_i) + \cos(x_i) + L1 + L2 + L3 + L4 + year \quad (2)$$

기후변화에 따른 전염병의 발생에 영향을 미치는 long term time effect 통제하기 위하여 연도변수와 기후변화와 관련없는 계절성 요인 변수를 방

정식에 포함하였다. 계절성의 영향의 크기는 $\sqrt{\beta_s{}^2+\beta_c{}^2}$임으로 이를 계산되는데 β_s 는 sine 함수의 계수 값이고 β_c 는 cosine 함수값의 회귀방정식 계수 값이다.

전염병의 종류에 따라 약간의 차이를 보이기는 하지만 전염병 발생 회귀방정식 (2)에서 추정된 예측값과 기온은 V 또는 N 글자형태의 분포를 보인다. 특정 온도를 전후하여 전염병 발생건수가 완전히 바뀌는 분포를 하게되는데 온도의 계수값이 음에서 양으로 바뀌는 변곡점(change point) 혹은 역치(threshould) 이후의 영향을 중심으로 기후변화에 따른 전염병 발생의 영향을 살펴보았다. 역치온도는 Muggeo(2003)이 제안한 방식을 따라 전염병 종류에 따라 각각 다른 값을 추정하였다.

전염병 발생 건수에 대한 기온의 시간지연 효과는 4주로 제한하였으며 각 주 시간 지연 온도변화는 3차원식을 이용하여 계산하였다. 제2장 식 (4)에 따라 시간지연 온도 변수 L(week)는 아래의 변환식을 이용하여 산출된 변수를 식(2)에 포함한다.

$$W_d = L1 + 2^d L2 + 3^d L3 + 4^d L4$$

위 식을 따라 온도의 시간지연 효과를 변환할 경우 회귀식에는 각 주의 시간지연효과(L1-L4) 계수 영향이 직접적으로 나타나지 않고 변환된 (W1-W3) 변수의 계수 값이 산출된다. 본 연구에서 3차원 4주간 시간지연 효과를 반영할 경우 분석시점을 포함하여 4개의 변환 변수가 회귀식에 포함된다.

2. 질병부담

질병부담을 산출하기 위하여 전염병의 발생율(prevalence rate) 장애가중치, 전염병 지속기간, 할인율 값이 필요하다. 전염병 발생율은 앞에서 논의한 회귀식을 이용하여 추정된 값을 사용하며 장애가중치는 기존연구 산출된 값을 이용하였다.

〈표 4-23〉 우리나라와 외국의 전염병 장애가중치

상병명	우리나라 (도영경 외, 2004)	WHO (Lopez 외, 2006.)
샤가스병(Chagas's disease)	0.276	0.270
일본뇌염(encephalitis japanese)	0.654	0.616
사상충증(filariasis)	0.316	0.116
수면병(african trypanosomiasis)	0.156	0.350
뎅기(dengue fever)	0.245	0.210
주혈흡충증(schistosomiasis)	0.215	0.006
수막구균성수막염(meningococcal meningitis)	0.624	0.615
구충질환(Hookworm disease)	-	0.024
장염(intestinal infection)	0.106	0.105
말라리아(malaria)	0.224	0.191

자료: 1) 도영경 외, 한국인 질병의 장애가중치 측정에 관한 연구: 호주 장애가중치와의 측정결과 비교를 중심으로, 예방의학회지, 제37권제1호, 2004.
2) Lopez, A.D. et al., Global Burden of Disease and Risk Factors, Oxford University Press and The World Bank, 2006.

말라리아와 같이 기존 연구에서 장애 가중치가 산출된 것은 기존 연구 값을 사용하지만 기 추정된 장애 가중치가 없을 경우 유사 질병의 장애가중치 값을 이용하였다. 예를 들면 세균성이질과 장염비브리오의 장애가중치는 장염(intestinal infection)의 장애가중치를 이용하였고 쯔쯔가무시병과 랩토스피라증은 0.22를 대용하기로 한다.

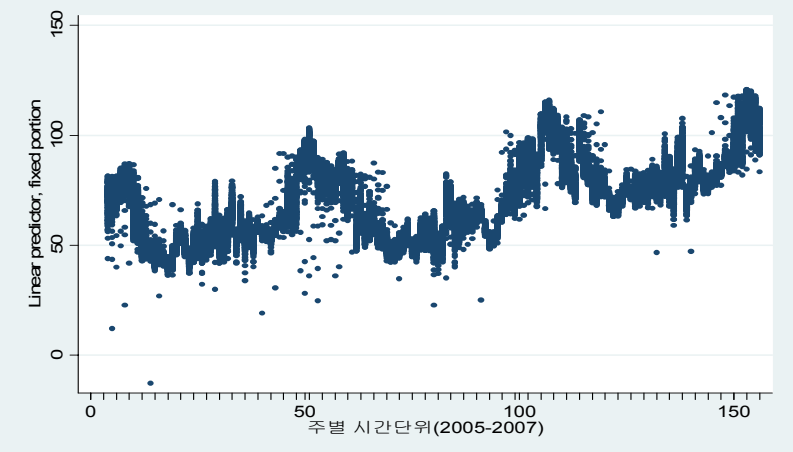
해당 전염병의 장애 지속기간은 기존 문헌에 제시되지 않은 경우 건강보험심사평가원(심평원)의 자료를 근거로 산출하였다. 심평원의 자료는 해당 질병으로 인한 요양일수가 산출되어 있는데 평균 요양기간을 연간단위로 변환하여 계산식에 포함하였다.

제3절 전염병 발생 예측 결과

1. 5가지 전염병 전체 영향

본 연구에서 분석한 5가지 전염병의 총합 영향을 살펴보았다. 그림에서와 같이 전염병 발생은 가을에서부터 높아지기 시작하여 겨울철에 집중적으로 발생하고 봄부터 줄어들기 시작하여 여름철에 가장 적은 발생 빈도를 보인다. 그림은 2005년 이후 전염병 발생 빈도가 주기를 가지고 상승하고 있어 전염병이 해가 거듭할수록 증가하고 있음을 알 수 있다.

〔그림 4-4〕 3년간 전염병 발생 빈도(예측값)



주: wtMs는 주간 평균 최고기온의 스플라인 마디위치를 나타낸다.

〈표 4-24〉 전염병 발생 예측 모형(2005~2007)

변수	계수 값	p-value	95% CI	
wtMs(4)*	21.8722	0.1850	-10.4353	54.1797
wtMs(12)*	-5.5823	0.6010	-26.5012	15.3367
wtMs((20)*	-19.2628	0.0040	-32.3619	-6.1638
wtMs(28)*	-21.1924	0.0000	-31.7343	-10.6505
wtMs(36)*	-4.5052	0.0000	-6.7690	-2.2414
주간 평균 강수량	-0.2338	0.0040	-0.3945	-0.0731
W0	-0.3706	0.8620	-4.5403	3.7992
W1	-1.2019	0.7120	-7.5919	5.1882
W2	0.8535	0.5540	-1.9707	3.6777
W3	-0.1170	0.5410	-0.4923	0.2582
sin	2.9113	0.0000	1.4384	4.3842
cos	-0.5244	0.4780	-1.9744	0.9256
year 2006	3.9119	0.0030	1.3394	6.4843
year 2007	25.4127	0.0000	22.8153	28.0100

4주간 시간지연효과를 고려한 전염병 발생에 대한 기온의 영향은 단위 온도 증가 시 주간 전염병 발생이 0.836명 감소하는 것으로 조사되었다(기온의 총 영향은 <표 4-25>에서 W0~W1까지의 개별영향을 모두 고려한 값이다). 주간 평균 강수량 1mm 증가에 따라 전염병 환자의 발생은 주간 평균 0.23명 감소하는 것으로 산출되었으나 통계적으로 유의하지 않았다.

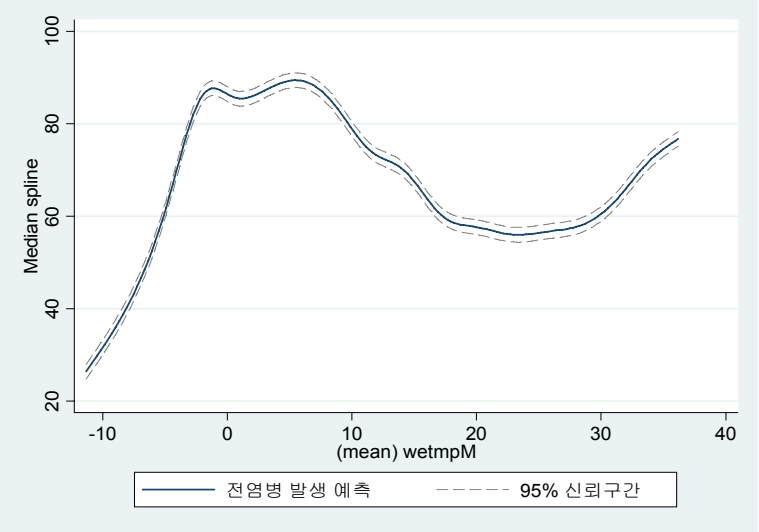
〈표 4-25〉 시간지연효과를 고려한 후 전염병 발생과 기후의 상관관계

주간평균 최고기온	Coef.	P>z	[95% Conf.	Interval]
W0 + W1 + W2 + W3	-0.8360	0.0000	-1.2560	-0.4160
wtMs(4) - wtMs(20)	41.135	0.002	15.2193	67.0506
sin + cos	2.3869	0.024	0.3099	4.4639

<표 4-25>에 나타난 각 마디의 계수값은 해당 기온에서의 단순 예측값이다. 주간 평균 최고기온의 16도 차이(wtMs(20) - wtMs(4))는 41.135명의 주간 전염병 발생 환자차이를 유발시키는 것으로 나타났다.

2005년에 비하여 2006년 전염병 발생 환자는 주간 평균 3.9명이 많은 것으로 예측되었고 2007년은 2005년에 비하여 주간 평균 25.4명이 증가한 것으로 예측되었다. 또한 기온변화 이외의 생활패턴에서의 차이 등에 기인하는 계절성의 영향은 2.39명의 전염병 발생 증가 요인으로 작용하였다.

〔그림 4-5〕 주간 평균 최고기온의 변화에 따른 주간 전염병 발생 예측



전염병 발생 모형을 통해 예측된 전염병 발생 추정 값의 기온 변화에 따른 분포는 [그림 4-5]와 같다. 회귀식에서 나타난 것과 같이 기온이 상승함에 따라 전염병 발생이 전반적으로 줄어드는 양상을 보인다. 그러나 두지점에서 곡선의 변화가 발생하고 있는데 섭씨 0도를 전후하여 곡선의 기울기가 양수에서 음수로 바뀌어 섭씨 0도 이하에서 온도가 증가함에 따

라 전염병 발생도 증가하였으나 섭씨 0도 이후 감소하는 경향을 보인다. 주로 가을철과 발생하는 쯔쯔가무시병과 겨울철에 주로 유행하는 세균성 이질의 영향인 것으로 해석된다. 전염병 발생 예측곡선은 섭씨 20도 이후 다시 증가하였다.

2. 질병별 기후영향

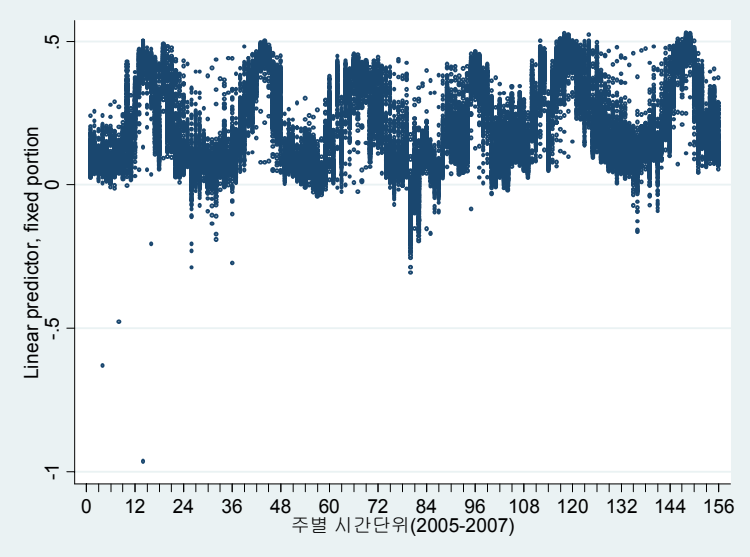
가. 렙토스피라(Leptospirosis)

렙토스피라증(Leptospirosis)은 병원성 Leptospira 박테리아에 의하여 발생하는 급성 열성 질환으로 불현성감염에서부터 전격적이고 치명적인 질환에까지 이르는 광범위한 임상양상을 보인다(박윤형 외, 2006).

렙토스피라는 전세계적으로 가장 넓게 퍼진 동물원성 질환으로 특히 열대지방에 흔하다(PAHO, 1998). 비록 다른 야생 포유류, 개, 물고기, 새들도 렙토스피라를 보유하고 있지만 설치류 특히, 쥐가 가장 중요한 병원소이다. 렙토스피라증은 뇨, 혈액이나 감염된 동물의 조직에 직접 접촉하거나, 오염된 환경에 노출됨으로서 전파되며, 사람간 전파는 드물다. 렙토스피라는 소변으로 배출되고 수개월 동안 물속에서 생존할 수 있으므로 물은 전파 경로에 있어서 중요한 수단이다(박윤형 외, 2006). 따라서 주로 홍수나 비가 많이 올 때 발생한다는 연구결과가 있다(Kriz et al., 1998; 장재연 외, 2003).

우리나라의 경우에는 주로 9~10월에 많이 발생하고 남성의 감염비율이 9:1로 여성에 비해 많으며, 물이 고여있거나 젖은 논에 맨발로 들어가 작업을 하는 군인이나 농부에게 많이 발생한다. 특히 결실기에 홍수로 쓰러진 벼를 일으켜 묶는 작업을 할 때 많이 발생하는데, 이것은 결실기에 많은 들쥐와 집쥐가 익은 벼를 먹기 위해 논두렁에 굴을 파고 살기 때문이다(장재연 외, 2003; 박윤형 외, 2006).

［그림 4-6］ 렙토스피라증 발생 현황 예측



2005～2007년 심평원 건강보험 자료에 근거한 렙토스피라증의 발생은 문헌고찰에서 지적된 9-10월 보다는 11월과 12월에 많이 발생하고 있다. 여름철에 일시적으로 증가하다가 9～10월에 일시 감소하는 양상을 보였다.

〈표 4-26〉 렙토스피라에 영향을 미치는 요소 분석

변수	계수 값	p-value	95% CI	
wtMs(4)*	0.6755	0.0000	0.3617	0.9893
wtMs(12)*	0.7174	0.0000	0.3545	1.0803
wtMs((20)*	0.5811	0.0000	0.2659	0.8962
wtMs(28)*	-0.0510	0.6580	-0.2771	0.1750
wtMs(36)*	-0.0440	0.0990	-0.0964	0.0083
주간 평균 강수량	-0.0063	0.0010	-0.0102	-0.0024
W0	-0.0393	0.4420	-0.1393	0.0608
W1	0.0498	0.5240	-0.1035	0.2032

변수	계수 값	p-value	95% CI	
W2	-0.0172	0.6190	-0.0850	0.0506
W3	0.0021	0.6450	-0.0069	0.0111
sin	0.0286	0.1140	-0.0068	0.0639
cos	0.0112	0.5290	-0.0236	0.0460
year 2006	-0.0183	0.5600	-0.0799	0.0433
year 2007	0.0310	0.3280	-0.0311	0.0930

주: wtMs는 주간 평균 최고기온의 스플라인 마디위치를 나타냄.

시간지연 효과를 모두 고려할 경우 기온영향은 없는 것으로 보인다. 반면 강수량은 렙토스피라증의 발생에 감소영향을 미쳐 주간 평균 강수량이 1mmm 증가할 때 렙토스피라증은 주간 평균 0.006명 감소하는 것으로 예측되었다. 연도별 변화, 계절성 영향, 모두 통계적으로 유의하지 않아 영향이 거의 없는 것으로 보였다.

〈표 4-27〉 시간지연효과를 고려한 후 렙토스피라증 발생과 기후의 상관관계

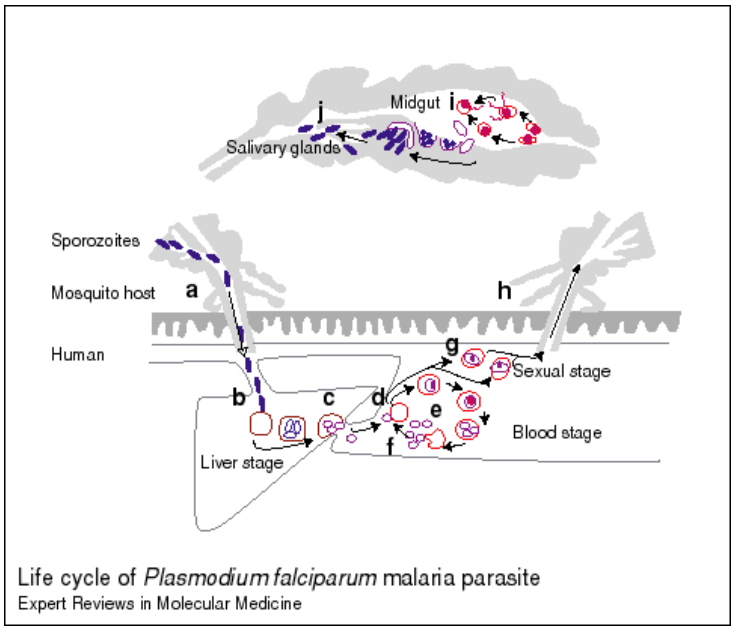
주간평균 최고기온	Coef.	P>z	[95% Conf.	Interval]
W0 + W1 + W2 + W3	-0.0045	0.3790	-0.0146	0.0055
wtMs(4) - wtMs(20)	0.0944	0.5000	-0.1797	0.3686
sin + cos	0.0397	0.1180	-0.0101	0.0896

다. 말라리아(Malaria)

말라리아는 매개체에 의한 전염병 중 가장 중요하게 다루어지는 전염병인 동시에 장기적인 기후변화에 가장 민감한 질병일 것이다(Patz et al., 2003). 전세계 인구의 40%에 해당하는 24억명이 위험지역에 거주하고 있고, 5억명 이상의 환자가 발생하고 있으며 해마다 백만명 이상의 사람이 말라리아로 인해 사망하고 있다(WHO, 1998; Hales et al., 2003 재인용).

얼룩날개모기(Anopheles mosquito)에 의해 전파되는 말라리아는 많은 나라에서 퇴치하는 단계에 이르렀으나 관리대책의 완화와 기타 다양한 이유로 전 세계적으로 증가추세를 보이고 있다. 그 이유로는 살충제에 대한 모기의 내성 증가, 퇴치 프로그램 감소, 인구의 증가와 이동, 땅의 이용방법 변화, 지구 온난화, 엘니뇨, 벌목과 댐의 건설 등 다양한 요인들이 제기되고 있다(Lindsay와 Birley, 1996; 박윤형 외, 2006 재인용).

〔그림 4-7〕 말라리아 모기 생활사

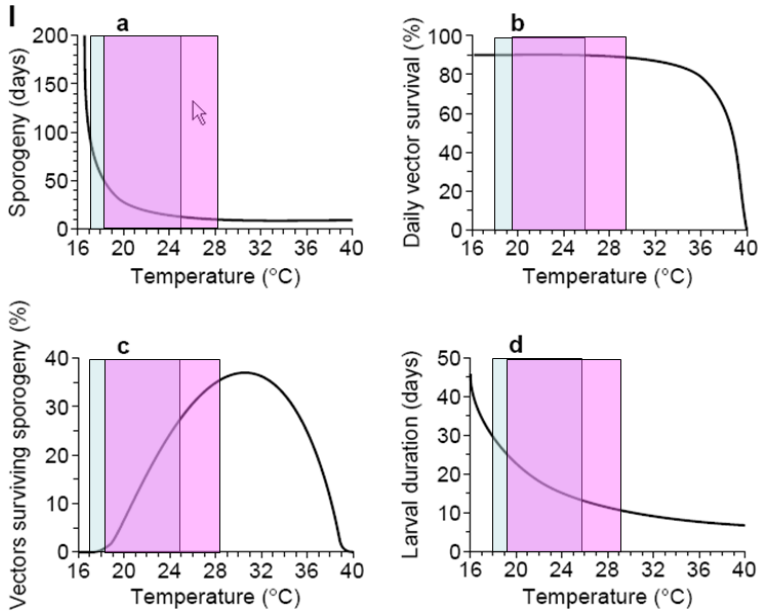


자료: http://www-ermm.cbcu.cam.ac.uk/dcn/fig001dcn.htm

말라리아의 생활사는 인체 내에서의 생활사(무성생식기)와 모기체 내에서의 생활사(유성생식기)로 나눌 수 있다. 모기가 사람을 물 때 사람의 혈관으로 인체감염형인 포자소체(sporozoite)가 먼저 간으로 들어가고 간에서 분열체(sporoblast)로 발육한 다음 cryptomerozoite가 된다. 적혈구로 침입한

cryptozoite는 생식세포를 만드는 유성생식체(gametocyte)로 발육하여 말초혈액에 순환하고 있을 때 그 환자를 모기가 물 때 모기 체내로 옮겨지게 된다. 모기체내로 옮겨진 암수 생식모세포(macro- & microgametocyte)들은 모기의 중장 또는 위에서 접합자(zygote)가 되는데 접합자는 sporoblast가 되고, sporoblast내에는 포자소체를 형성한 후 모기의 침샘에 모여 다른 사람을 물 때 혈관으로 주입되는 생활사를 갖는다.

〔그림 4-8〕 말라리아모기 생활사와 기온과의 상관관계



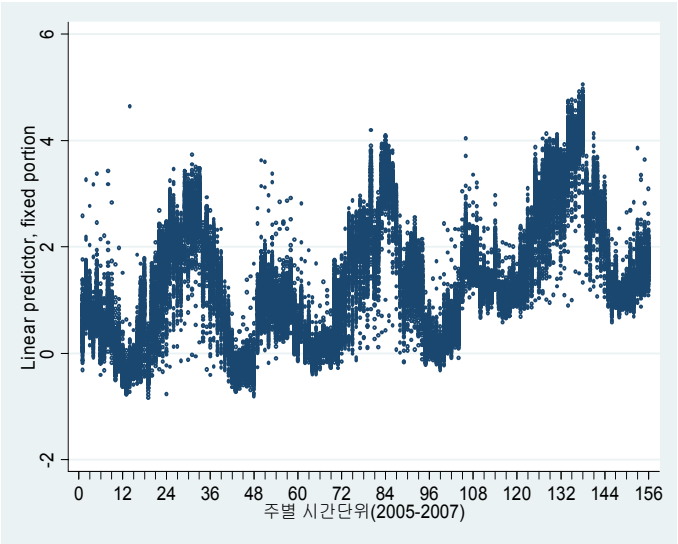
자료: Crig MH. et. al., 1999

말라리아 발생은 말라리아 병원균의 개체수와 모기에 물리는 횟수, 감염된 모기의 수, 그 모기에 사람이 물리는 횟수와 관계가 있다. 이러한 변수에 기온과 강수량, 습도의 변화가 미치는 영향은 면역이 미치는 영향만큼이나 관계가 깊다(Lindsay와 Birley, 1996). 기온은 모기가 성충이 되는

시간을 변화시키며 기온이 높아지면 기간이 단축된다. 알에서 번데기를 거쳐 성충이 되는 기간이 12℃에서는 22.8일이 걸리나 29℃에서는 7.7일이 걸린다. 즉 기온이 높아질수록 성충이 되는 기간이 단축되어 모기의 개체수가 증가한다. 물론 기온이 매우 높은 몇몇 지역에서는 기온이 조금만 더 높아져도 모기나 병균이 살 수 없는 기온이 되어 말라리아에 전염될 가능성이 줄어들 수 있지만, 대다수의 지역은 기온이 조금만 높아져도 말라리아에 전염될 가능성이 매우 높아진다(그림 4-8 참조).

온도 외에 강수량도 말라리아 발생과 관련이 있는데, 한해에 가뭄이 들면 이듬해 말라리아로 인한 사망이 증가한다. 여기에는 몇가지 이유가 있겠으나, 주요한 이유로는 가뭄으로 인한 흉작이 인간의 영양상태를 나쁘게 하여 결국 질병에 대한 감수성을 높일 수 있고, 또 가뭄으로 말라리아 전염이 줄어들게 되면 인간집단내 집단면역력이 줄어들게 되어 결국은 이듬해 사망자수가 증가하게 된다는 보고가 있다(Hales et al., 2003).

［그림 4-9］ 말라리아 발생 현황(예측)



우리나라에서는 1970년대 이후 사라졌지만, 1993년 휴전선 근처에서 재발생한 이후 매년 환자가 증가하고 있는 추세이다. 2005년 이후 말라리아 발생은 여름철에 집중적으로 증가하고 있으며 해가 거듭될수록 발생건수도 늘어나고 있다(그림 4-9 참조). 질병관리본부의 말라리아 감시체계에 의하면 우리나라의 말라리아 퇴치사업은 1993년부터 실시하고 있으며, 2001년 말라리아 퇴치 10개년 계획을 수립하여 매년 10~15%이상 감소, 2010년도까지 완전퇴치를 목표로 하고 있다(장재연 외, 2003).

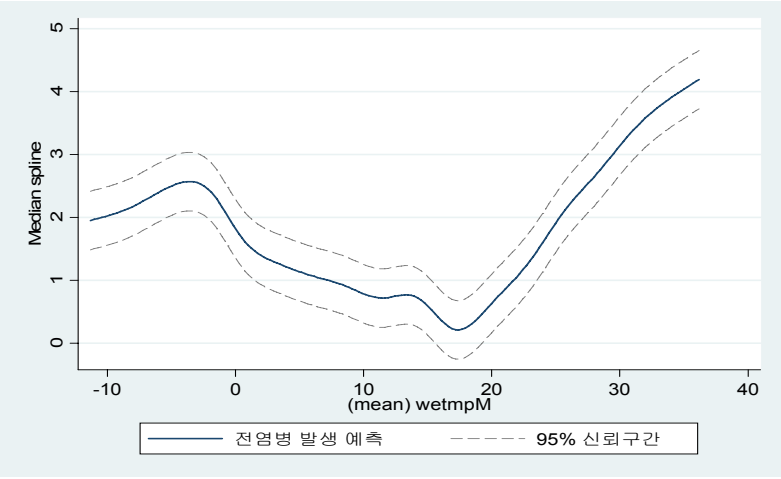
〈표 4-28〉 말라리아 발생에 영향을 미치는 요소 분석

변수	계수 값	p-value	95% CI	
wtMs(4)*	-1.7812	0.1270	-4.0666	0.5043
wtMs(12)*	-3.1379	0.0010	-5.0266	-1.2492
wtMs((20)*	-3.3698	0.0000	-4.7103	-2.0292
wtMs(28)*	-1.9336	0.0010	-3.0750	-0.7921
wtMs(36)*	-0.3275	0.0100	-0.5754	-0.0795
주간 평균 강수량	0.0146	0.1110	-0.0034	0.0325
W0	0.1089	0.6470	-0.3567	0.5744
W1	-0.1970	0.5880	-0.9105	0.5165
W2	0.0987	0.5400	-0.2167	0.4140
W3	-0.0136	0.5260	-0.0555	0.0283
sin	0.0814	0.3320	-0.0830	0.2459
cos	-0.0838	0.3100	-0.2457	0.0781
year 2006	0.4657	0.0010	0.1789	0.7525
year 2007	1.4905	0.0000	1.2012	1.7798

최종모형에 포함된 변수들 중 연도변수와 기온변수가 통계적으로 유의한 양상을 나타내었다. 강수량은 양의 관계를 보이지만 통계적으로 유의하지 않으며 기후변화와 관련없는 계절성의 영향도 무시할 만한 것으로

평가되었다. 4주간 기온의 시간지연효과는 통계적으로 유의하지 않았다. [그림 4-10]에서와 같이 섭씨 16도 전후로 V자형의 발생 분포를 보여 16도 이후 온도 상승에 따라 말라리아 전염병도 증가할 것으로 예측되었다.

〔그림 4-10〕 말라리아 전염병 발생 예측



라. 세균성이질[13)]

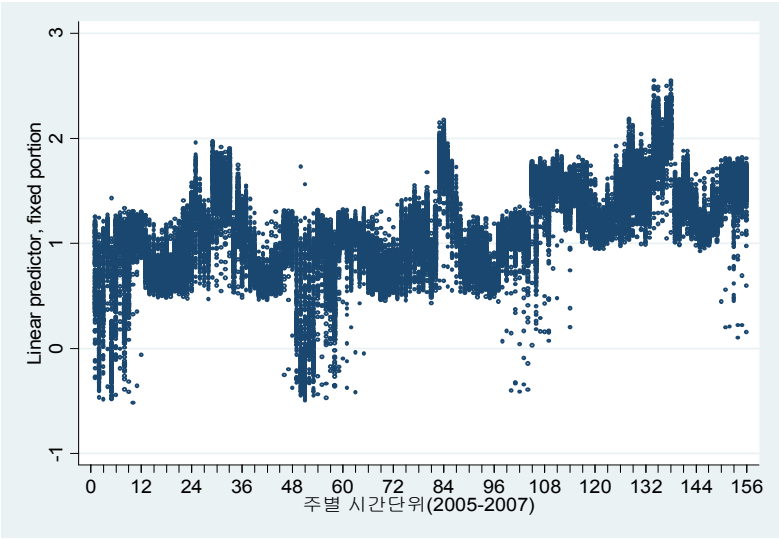
세균성이질은 오염된 물 또는 음식을 섭취하거나, 사람간 직접 접촉을 통하여 감염된다. 세균성이질은 10~200개의 적은 수의 병원체에 노출되어도 감염될 수 있으므로 환자가 발생하면 신속한 격리, 소독 등의 조치가 필요하다. 세균성이질은 Shigella dysenteriae, Shigella flexneri, Shigella bodii, Shigella sonnei의 네 가지 혈청형이 있는데 우리나라에는 선진국에서 주로 보고되고 있는 Shigella sonnei가 가장 많이 발생하는 것으로 알려져 있다.

13) 질병의 역학적 특성에 대한 일반사항은 질병관리본부 홈페이지를 참고하였음. (http://www.cdc.go.kr/kcdchome.portal?_nfpb=true&_pageLabel=HPPHEA070&rootmenuid=20281&targetmenuid=20288&contentid=4584)

질병관리본부에서 집계한 최근 5년간 월별 세균성이질 발생 분율을 보면 11월이 33.3%로 가장 높고 12월 14.0%, 4월 11.6%, 8월 10.4% 순으로 오히려 여름철보다는 가을-겨울철에 발생이 많다고 보고되었다. 흔히 설사, 복통, 구토 등을 유발하는 수인성·식품매개질환은 여름철에 유의해야 하는 것으로 알려져 있는데, 최근 경향을 보면 가을철과 겨울철에도 안전한 물과 음식을 섭취하기 위해 주의해야 함을 알 수 있다. 특히 세균성이질은 밀집된 환경이나 위생환경이 나쁜 곳에서 많이 발생하며, 유아, 어린이, 노인, 만성질환자, 면역이 저하된 사람들은 건강한 어른보다 세균성이질이 중증으로 나타날 수 있다.

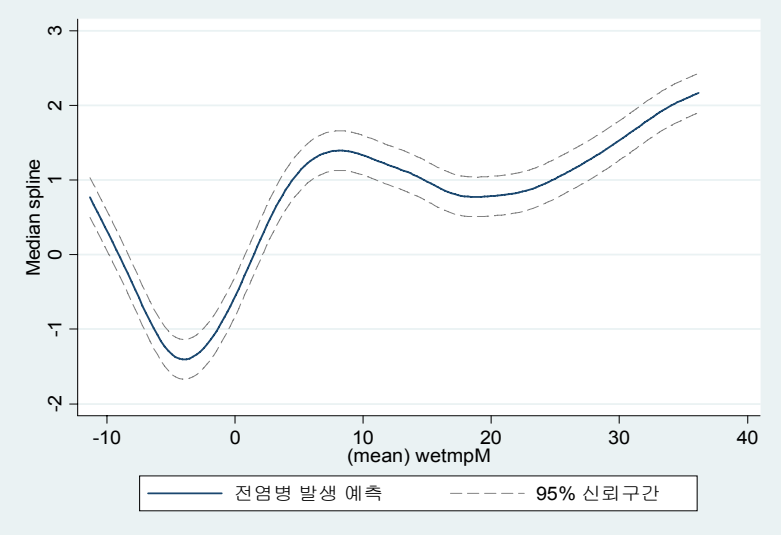
본 연구에서 의료기관을 이용한 세균성 이질 발생현황을 보면 여름철에 가장 많은 주간 발생건수를 보이나 가을철과 겨울철에도 여름철 못지않은 발생 현황을 보인다. 뿐만 아니라 연도별로 발생건수가 증가하고 있음을 보여주었다.

〔그림 4-11〕 시간경과에 따른 기온과 세균성이질 발생



세균성 이질 발병에 영향을 미치는 요소로는 연도변수만인 것으로 나타났는데 기온이 일반적인 경향을 보이지 않는 이유는 [그림 4-12]에서와 같이 세균성 이질 발생이 기온과 전형적인 V자형의 관계를 보이기 때문인 것으로 해석된다. 따라서 일정 온도(역치, threshold)를 경과하면 세균성 이질 발생은 기온과 양의 관계를 나타낸다.

〔그림 4-12〕 세균성 이질 예측과 주간최고기온과의 관계



〈표 4-29〉 세균성 이질 발생에 영향을 미치는 요소

변수	계수 값	p-value	95% CI	
wtMs(4)*	-1.2624	0.1270	-2.8830	0.3581
wtMs(12)*	-1.1096	0.0930	-2.4039	0.1846
wtMs((20)*	-1.5203	0.0010	-2.3969	-0.6438
wtMs(28)*	-1.0573	0.0030	-1.7458	-0.3687
wtMs(36)*	-0.1936	0.0100	-0.3401	-0.0471
주간 평균 강수량	-0.0037	0.4760	-0.0140	0.0065

변수	계수 값	p-value	95% CI	
W0	0.0415	0.7600	-0.2243	0.3072
W1	-0.0800	0.7000	-0.4872	0.3272
W2	0.0379	0.6790	-0.1420	0.2179
W3	-0.0049	0.6860	-0.0288	0.0190
sin	0.0229	0.6320	-0.0709	0.1168
cos	0.0026	0.9560	-0.0898	0.0950
year 2006	0.0361	0.6660	-0.1277	0.1999
year 2007	0.5289	0.0000	0.3636	0.6942

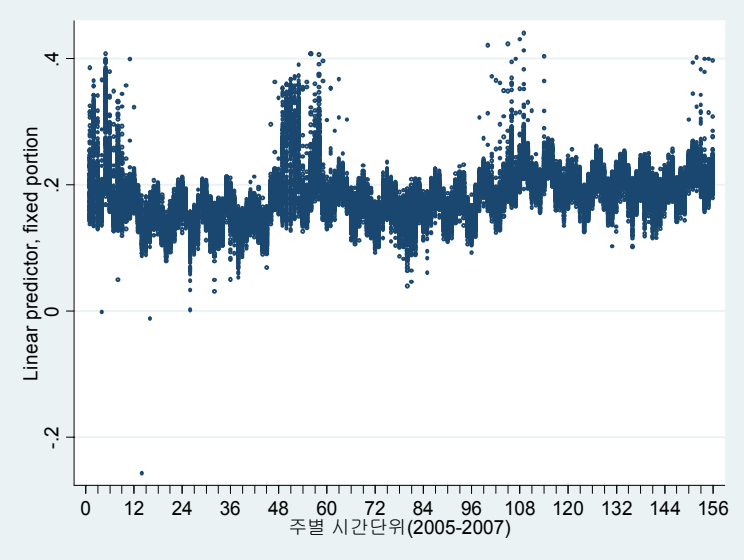
마. 장염비브리오[14)]

장염비브리오균은 그람음성(gram negative)의 운동성이 있는 다형성 단간균이며, 콜레라균과 비슷하다. 1950년, 일본 오오사카에서 일어난 식중독의 원인균으로서 바닷물에서 유래되는 인체 감염증의 원인균이며, 위장관염이나 설사증을 일으킨다.

장염비브리오균은 바다의 해안환경의 침전물 속에서 서식하며, 따뜻해지면 해수 중에서 자유생활을 하거나 해안과 어패물에서 서식하는 것이 많이 발견된다. 충분히 요리되지 않거나 날 해산물, 해산물을 다루는 사람의 손이나 용기에 의해 오염된 음식물 또는 오염된 해수로 씻은 날음식 등을 먹을 때 전파된다.

14) 질병의 역학적 특성에 대한 일반사항은 질병관리본부 홈페이지를 참고하였음. (http://www.cdc.go.kr/kcdchome.portal?_nfpb=true&_pageLabel=HPPHEA050&rootcmsid=1102&contentid=3430)

〔그림 4-13〕 장염비브리오증 발생과 주간 평균 최고기온



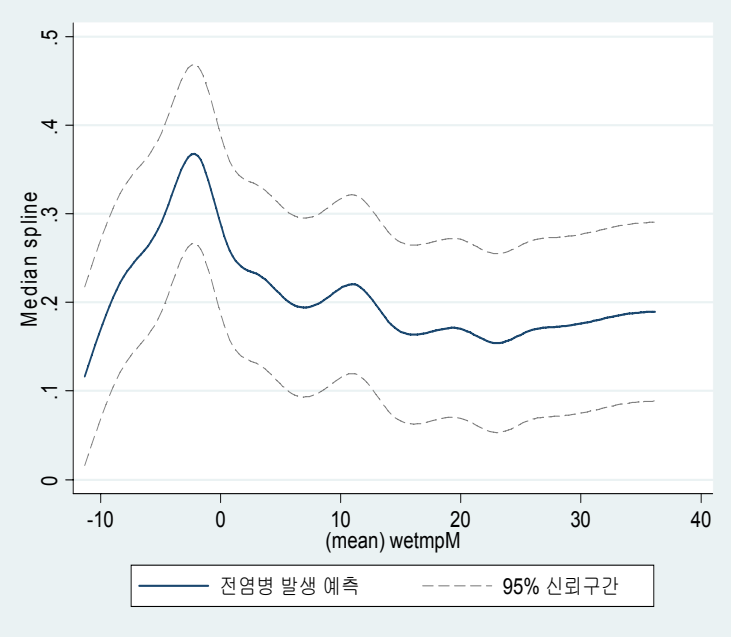
[그림 4-13]에서 겨울철에 발생이 약간 증가하는 양상을 보이기는 하지만 연중 일정한 발생율을 보이는 것으로 평가된다. 식생활의 변화로 오염된 음식물을 상당기간 보존하면 감염량 수준(≥106/g 이상)으로 증식한다. 산발적으로 혹은 집단적으로 발병하며 사람에서 사람으로의 전염은 없는 것으로 보고되었다. 건강보균자는 배균기간이 짧고, 실온에서 잠복기는 12~24시간이다. 장염비브리오 증상은 산통성 복통과 물과 같은 설사(수양성 설사)를 하며 가끔은 구역, 구토, 두통 및 발열을 동반한다.

〈표 4-30〉 장염 비브리오증에 영향을 미치는 요소

변수	계수 값	p-value	95% CI	
wtMs(4)*	0.1055	0.6070	-0.2971	0.5082
wtMs(12)*	0.0636	0.6980	-0.2573	0.3844
wtMs((20)*	0.0028	0.9820	-0.2380	0.2435

변수	계수 값	p-value	95% CI	
wtMs(28)*	-0.0072	0.9510	-0.2406	0.2261
wtMs(36)*	-0.0012	0.9650	-0.0531	0.0507
주간 평균 강수량	-0.0018	0.3570	-0.0057	0.0021
W0	-0.0106	0.8360	-0.1116	0.0903
W1	-0.0023	0.9770	-0.1570	0.1524
W2	0.0072	0.8360	-0.0612	0.0756
W3	-0.0015	0.7520	-0.0106	0.0076
sin	-0.0186	0.3070	-0.0542	0.0171
cos	-0.0021	0.9080	-0.0372	0.0330
year 2006	0.0127	0.6900	-0.0495	0.0749
year 2007	0.0397	0.2150	-0.0231	0.1025

〔그림 4-14〕 장염비브리오증 발생과 기온



다른 전염병과 달리 연중 일정한 발생을 보이고 있어 기온에 대한 영향이 적고 계절성의 영향도 관찰되지 않았다. [그림 4-14] 처럼 겨울철에 일시적으로 증가하는 양상을 보이나 그 변화 폭이 크지 않다. 그러나 장염비브리오의 요양일수는 분석대상 다른 전염병에 비해 훨씬 긴 건당 14~15일을 보였다.

바. 쯔쯔가무시[15)]

쯔쯔가무시증은 O. tsutsugamushi에 의한 감염으로 우리나라, 일본, 대만, 말레이시아, 호주, 필리핀 등 동남아시아와 시베리아 연해주, 히말라야, 파밀 고원, 북오스트라리아를 잇는 삼각형 지역내에 광범위하게 존재한다.

질병관리본부의 전염병 발생 감시 보고에 따르면 최근 우리나라에서 가을철에 발생하는 열성 환자 중 40% 이상이 쯔쯔가무시증 환자이며, 1998년에 1,140명 1999년, 1,342명, 2000년 1,656명, 2001년 2,679명이 보고 되어 점차 증가하고 있는 추세인 것으로 보고되었다.

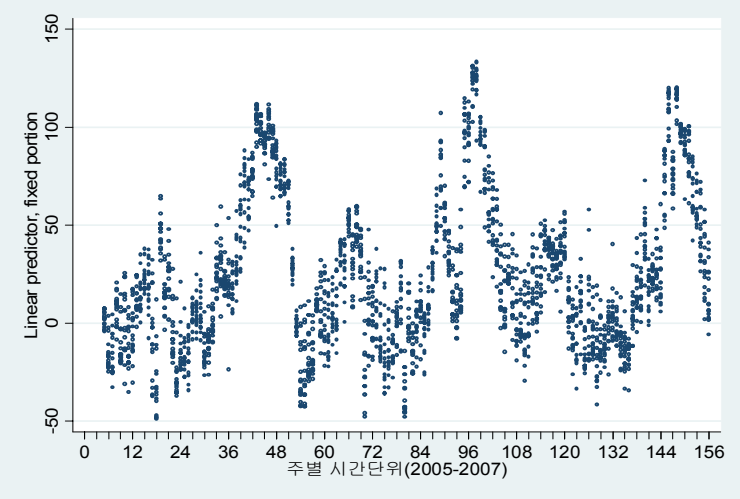
잠복기는 대개 8~10일이며 갑자기 발병한다. 증상으로는 심한 두통에 이어서 39℃이상의 고열과 오한 외에도 대개 병감과 복부통, 심한 발한이 동반되며 매개체에 폭로 된 후 6~21일에 기침을 수반 하는 경우도 있고 대개 2주일 후에 해열이 된다.

가을철에 발생하는 질병의 특성을 반영하듯 기온이 상승하면 발생이 줄어드는 것으로 예측되었다. 4주간 기온의 시간지연 효과는 총체적으로 섭씨 1도시 상승시 주간 질병 발생이 0.08명 감소하는 것으로 나타난다. 그러나 섭씨 4도와 섭씨 20도의 차이에 따른 질병 발생은 1.73명 증가하는 것으로 예측되었는데 이런 현상은 기온의 변화에 따라 쯔쯔가무시증이 M

15) 질병의 역학적 특성에 대한 일반사항은 질병관리본부 홈페이지를 참고하였음. (http://www.cdc.go.kr/kcdchome.portal?_nfpb=true&_pageLabel=HPPHEA050&rootcmsid=1120&contentid=3357)

자 형태의 양상을 보이기 때문이다.

［그림 4-15］ 쯔쯔가무시병 발생과 계절변화



기온변화 이외의 삶의 패턴을 반영하듯 계절성의 영향은 주간 발생건수는 평균적으로 0.47명 증가와 관계가 있을 것으로 예측되었다. 강수량의 증가는 발생건수와 음의관계를 보이며 기준연도에 비하여 2006년, 2007년은 아주 적은 수의 감소가 나타났지만 통계적으로 유의한 숫자는 아닌 것으로 예측되었다.

〈표 4-31〉 쯔쯔가무시증 발생에 영향을 미치는 요소

변수	계수 값	p-value	95% CI	
wtMs(4)*	8.8966	0.0000	7.6274	10.1657
wtMs(12)*	10.5390	0.0000	8.5592	12.5188
wtMs((20)*	7.1678	0.0000	5.5364	8.7991
wtMs(28)*	-1.1821	0.0090	-2.0631	-0.3011

변수	계수 값	p-value	95% CI	
wtMs(36)*	-0.6583	0.0000	-0.8694	-0.4472
주간 평균 강수량	-0.0759	0.0000	-0.0910	-0.0609
W0	-0.6439	0.0010	-1.0335	-0.2543
W1	0.8396	0.0060	0.2426	1.4367
W2	-0.3190	0.0180	-0.5829	-0.0551
W3	0.0422	0.0180	0.0072	0.0773
sin	0.4324	0.0000	0.2947	0.5701
cos	0.0392	0.5710	-0.0963	0.1746
year 2006	-0.0024	0.9840	-0.2424	0.2376
year 2007	-0.2243	0.0690	-0.4664	0.0178

〈표 4-32〉 시간지연효과를 고려한 후 쯔쯔가무시증 발생과 기후의 상관관계

주간평균 최고기온	Coef.	P>z	[95% Conf.	Interval]
W0 + W1 + W2 + W3	-0.0810	0.0000	-0.1202	-0.0419
wtMs(4) - wtMs(20)	1.7288	0.0290	0.1755	3.2822
sin + cos	0.4716	0.0000	0.2774	0.6657

제4절 기후변화 관련 전염병으로 인한 질병부담

전염병 종류에 따른 장애기간은 일부 질병의 경우 기존연구에서 제시되어 있지 않아 본 연구에서 사용한 분석자료에 근거하여 장애기간을 추정하였고 질병 이환기간은 질병 발생 후 요양기관을 방문하기 전 기간과 질병 지표를 위한 요양기관 방문 종료 후 몸조리 기간을 포함하여 4일간을 요양일수에 합산하는 것으로 하였다. 질병종류별 평균 요양일수와 이환일수는 다음과 같다.

〈표 4-33〉 전염병별 평균 요양기간 및 이환기간

전염병 종류	2005		2006		2007	
	요양	이환	요양	이환	요양	이환
랩토스피라증(leptospirosis)	5.67	9.67	5.36	9.36	6.14	10.14
말라리아(malaria)	3.80	7.80	4.70	8.70	4.59	8.59
세균성이질(shigellosis)	2.72	6.72	3.41	7.41	1.71	5.71
장염비브리오(vibrio vulnificus sepsis)	12.29	16.29	14.39	18.39	14.11	18.11
쯔쯔가무시병(tsutsugamushi fever)	8.18	12.18	7.96	11.96	7.22	11.22

장염비브리오증 요양 및 이환일수가 가장 길고 말라리아 질환의 유병기간이 가장 짧다. 질병부담을 산출하기 위해 이환 및 요양일수를 적용할 때 3년간 자료에서 가장 이환 및 요양 기간이 긴 일수를 사용하며 소수점 이하의 경우 반올림하지 않고 하루 전체를 이환 및 요양일수에 포함하였다. 예를 들면 장염비브리오의 경우 요양기간이 14.39일일 경우 15일로 계산하였다.

질병의 종류에 따라 기온, 강수량 등 기후 요소의 영향이 달리나타나 일정한 경향을 발견하기 쉽지 않다. 그러나 질병이 주로 발생하는 시점의 기온을 중심으로 최소(혹은 최대) 역치를 산출하고 이후(또는 이전)의 기온 영향을 고려하여 기온변화에 떠른 질병발생 예측을 수행하였다. 예를 들면 말라리아의 경우 여름철에 주로 발생하며 [그림 4-10]에서 섭씨 16~17를 전후하여 기온변화와 발생예측은 V자 형의 모양을 타나내 섭씨 16~17도를 역치로 하여 이후 기온 변화에 따른 발생 변화를 기후변화의 영향으로 간주하여 추정값을 산출하였다. <표 4-34>에 제시된 기울기는 단위온도 상승시의 주간 평균 질환 발생자 수를 의미한다.

〈표 4-34〉 전염병별 단위온도 증가에 따른 기울기 영향

전염병 종류			역치온도	역치온도전후 기울기	95 신뢰구간	
랩토스피라증	연령대	0~14	20.36	0.0005	-0.0009	0.0020
		15~34		0.0001	-0.0005	0.0006
		35~64	18.03	0.0133	0.0082	0.0184
		65세 이상	17.07	0.0089	0.0066	0.0111
말라리아	연령대	35~64	15.77	0.0654	0.0543	0.0766
		65세 이상		0.0049	0.0036	0.0062
세균성이질	연령대	0~14	1.77	0.0247	-0.1136	0.1629
		15~34	1.19	0.0021	-0.0545	0.0586
		35~64		0.0198	-0.0335	0.0730
		65세 이상	3.26	0.0035	-0.0062	0.0132
장염비브리오	연령대	0~14		0.0095	0.0001	0.0188
		15~34	-0.92	0.0044	-0.0255	0.0343
		35~64	7.57	0.0022	0.0002	0.0041
		65세 이상	-0.17	0.0071	-0.0179	0.0320
쯔쯔가무시병	연령대	0~14	15.69	0.0258	0.0192	0.0323
		15~34	15.50	0.0233	0.0188	0.0279
		35~64	16.97	0.1777	0.1588	0.1966
		65세 이상	16.82	0.1012	0.0922	0.1102

질병부담을 계산하기 위하여 2030, 2040, 2050년 장래 인구 추계를 이용하였다. 연령대별 장래인구 추계는 <표 4-36>과 같다. 우리나라의 인구는 2018년 4,930만명을 정점으로 점차 감소할 것이며 남녀 성비의 경우도 2022년 99.9로 여성의 수가 많아지는 역전현상이 나타나고 수도권 및 경기, 울산, 대전, 인천의 인구는 2030년까지 증가할 것으로 예측되었다(통계청, 2006).

2005~2007년 3년동안의 전염병 발생을 기준으로 온도변화에 따른 전염병 발생을 예측한 결과 우리나라의 온도가 섭씨 1도 상승할 경우 5가지 전염병의 평균 발생률은 4.27% 증가할 것으로 예측되었다. 5가지 전염병

중 쯔쯔가무시의 발생이 가장 높을 것으로 예측되었고(5.98%), 세균성이질(1.81%)의 경우가 가장 적은 영향을 받을 것으로 예측되었다. 기온 상승에 따른 전염병 발생 영향은 쯔쯔가무시(5.98%), 렙토스피라(4.07%), 말라리아(3.40%), 장염비브리오(3.29%), 세균성이질(1.81%)의 순으로 나타났다.

〈표 4-35〉 질병별 연령대별 전염병 발생 예측 건수

	구분	0~14	15~34	35~64	65세 이상	합계
렙토스피라	기준	87	153	1229	447	1915
	1도 상승	88	153	1274	477	1993
말라리아	기준	*	*	6489	539	7029
	1도 상승	*	*	6711	556	7268
세균성이질	기준	5270	1532	2129	437	9368
	1도 상승	5353	1539	2196	449	9538
장염비브리오	기준	757	140	926	550	2373
	1도 상승	789	155	934	574	2451
쯔쯔가무시	기준	1181	1250	10923	5276	18630
	1도 상승	1269	1329	11527	5620	19744
합계	기준	7294	3074	21696	7250	39314
	1도 상승	7500	3176	22642	7677	40994
인구 수						39844131

주: * 말라리아의 경우 0~14와 15~34세 연령대의 경우 최종 모형이 수렴되지 않아 예측할 수 없었음. 동일연령대의 발생건수가 없는 것은 아니지만 일관성을 유지하고 질병부담을 산출하기 위하여 *로 표시하였음.

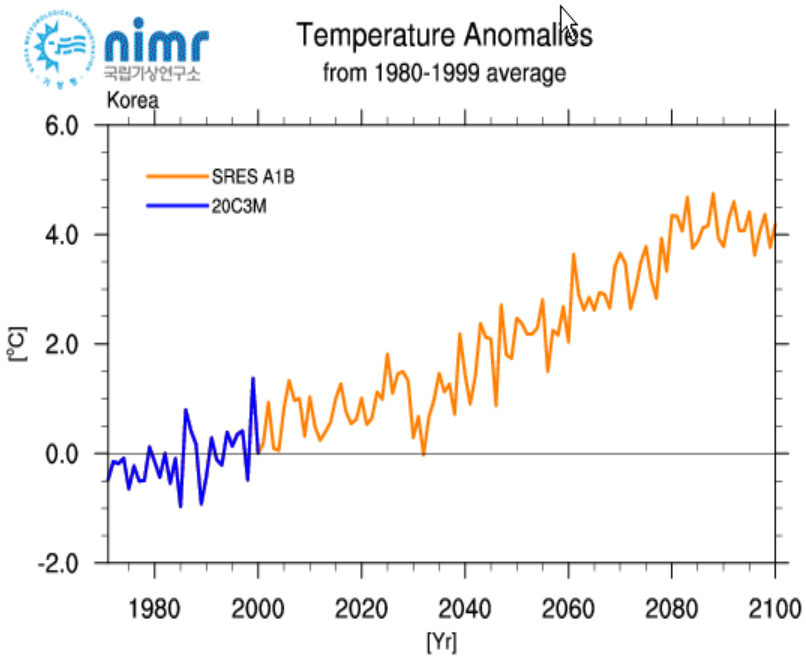
〈표 4-36〉 장래 인구 추계

	추계인구(계)	추계인구(남)	추계인구(여)
2030년			
0 ~ 9세	3,651,911	1,879,096	1,772,815
10 ~ 14세	1,873,425	965,495	907,930
15 ~ 19세	1,988,684	1,028,248	960,436
20 ~ 24세	2,097,211	1,091,524	1,005,687
25 ~ 29세	2,411,879	1,261,080	1,150,799

	추계인구(계)	추계인구(남)	추계인구(여)
30 ~ 34세	3,087,235	1,630,395	1,456,840
35 ~ 39세	3,332,959	1,786,972	1,545,987
40 ~ 44세	3,042,560	1,607,493	1,435,067
45 ~ 49세	3,619,510	1,862,791	1,756,719
50 ~ 54세	3,705,948	1,888,239	1,817,709
55 ~ 59세	4,087,286	2,049,397	2,037,889
60 ~ 64세	3,925,256	1,922,009	2,003,247
65세 이상	11,810,707	5,217,615	6,593,092
소계	48,634,571	24,190,354	24,444,217
2040년			
0 ~ 9세	3,004,507	1,544,893	1,459,614
10 ~ 14세	1,772,722	911,005	861,717
15 ~ 19세	1,781,161	915,717	865,444
20 ~ 24세	1,829,895	947,749	882,146
25 ~ 29세	1,966,570	1,022,943	943,627
30 ~ 34세	2,082,471	1,087,332	995,139
35 ~ 39세	2,394,632	1,256,826	1,137,806
40 ~ 44세	3,049,122	1,610,110	1,439,012
45 ~ 49세	3,282,339	1,750,939	1,531,400
50 ~ 54세	3,004,592	1,571,402	1,433,190
55 ~ 59세	3,557,272	1,804,909	1,752,363
60 ~ 64세	3,576,827	1,782,921	1,793,906
65세 이상	15,040,907	6,647,579	8,393,328
소계	46,343,017	22,854,325	23,488,692
2050년			
0 ~ 9세	2,397,767	1,232,967	1,164,800
10 ~ 14세	1,365,314	701,640	663,674
15 ~ 19세	1,558,454	800,159	758,295
20 ~ 24세	1,732,074	894,636	837,438
25 ~ 29세	1,762,002	911,410	850,592
30 ~ 34세	1,818,163	944,875	873,288
35 ~ 39세	1,954,366	1,020,859	933,507
40 ~ 44세	2,059,522	1,075,765	983,757
45 ~ 49세	2,363,378	1,234,802	1,128,576
50 ~ 54세	3,020,697	1,581,132	1,439,565
55 ~ 59세	3,239,690	1,708,145	1,531,545
60 ~ 64세	2,915,585	1,496,219	1,419,366
65세 이상	16,155,757	7,131,572	9,024,185
소계	42,342,769	20,734,181	21,608,588

자료: 통계청, 2008.

［그림 4-15］ 한반도 기온변화 시나리오

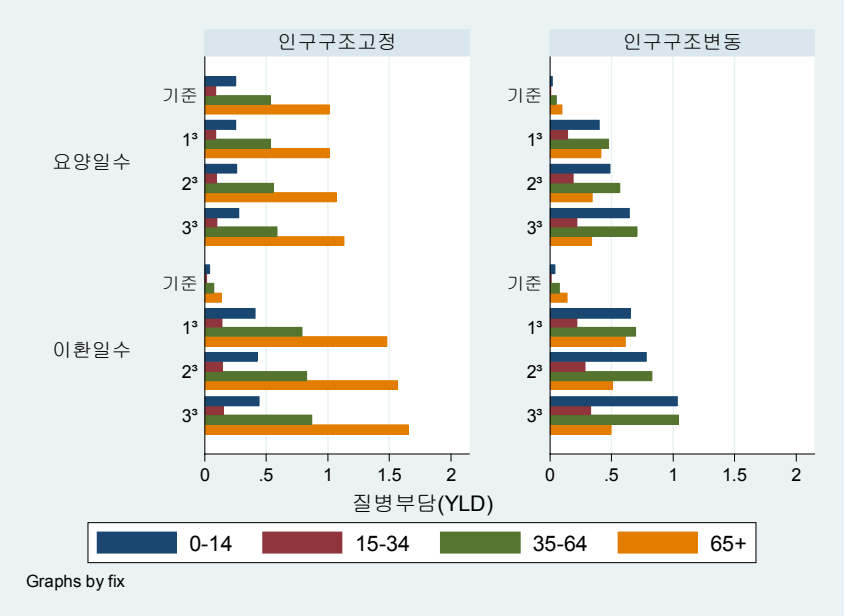


한반도 기온편차 (시계열)

자료: 기후변화 정보센터(http://www.climate.go.kr/n02_information/7_7e.html)

인구구조가 기준연도(2005~2007년)에서 변화가 없다고 가정할 경우와 기후변화 시나리오에 따른 한반도 기후변화 시기와 장래인구 추계를 연계하여 질병부담을 산출하였다. 최근의 기후변화 사나리오에 따를 경우 2030년, 2040년, 2050년 10년씩 증가할수록 2000년에 비하여 일정수준의 변동이 예상되지만 평균적으로 섭씨 1도씩 증가할 것으로 예측하고 있다(그림 4-15 참조). 따라서 본 연구에서 추계한 기온상승에 따른 유병률도 2030년에 1도 상승, 2040년에 2도 상승, 2050년에 3도 상승할 것으로 가정하고 질병부담을 측정하였다.

〔그림 4-16〕 연령별 기온변화에 따른 질병부담(YLD)



[그림 4-16]은 본 연구에서 측정한 5가지 전염병 모두를 연령대별로 나누어 산출한 인구 1,000 천명당 질병부담(YLD)이다. 그 결과 온도가 상승함에 따라 질병부담도 높아지는 것으로 예측되었다. 0~14와 15~34세 연령대와 비교하여 35세 이상 연령군의 질병부담이 훨씬 크나 0~14와 15~34세 연령대의 경우 말라리아에 의한 질병부담이 제외되어 있어 다른 연령대와 비교시 주의를 요한다. 인구구조 변동을 반영할 경우 35~64세, 65세 이상의 질병부담이 상대적으로 감소하고 저연령층의 질병부담이 높아지는 현상이 나타난다. 이는 인구구조의 변동에 의한 것으로 연령대별 질병발생 빈도에 기인한 것이 아니라 인구피라미드가 역삼각형 모양으로 변화된 것 때문이다. YLD가 질병 치유기간, 유병율에 비례하는 관계를 가지므로 유병기간이 늘어남에 따라 질병부담도 증가하게 된다. 때문에 본 연

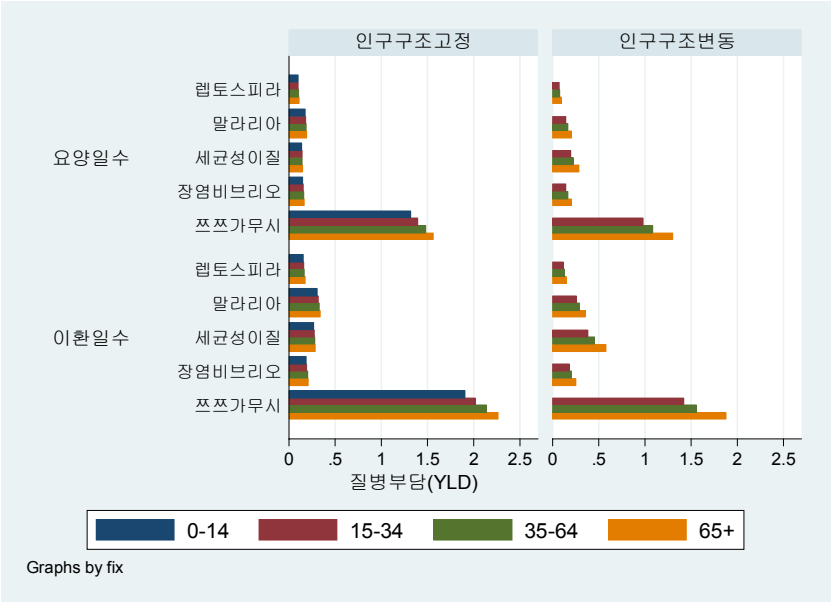
구에서 사용한 유병기간은 경험적 수치에 의한 것으로 보다 정밀한 조사에 근거할 필요가 있다.

〈표 4-37〉 기후변화에 따른 전염병 질병부담(인구구조 불변)

전염병 종류		현재*	요양일수기준			이환일수기준		
			1°	2°	3°	1°	2°	3°
랩토스피라	0~14	0.0055	0.0056	0.0057	0.0058	0.0087	0.0089	0.0091
	15~34	0.0058	0.0058	0.0058	0.0058	0.0091	0.0091	0.0091
	35~64	0.0334	0.0346	0.0359	0.0371	0.0544	0.0563	0.0583
	65세 이상	0.0513	0.0547	0.0582	0.0617	0.0859	0.0915	0.0969
말라리아	35~64	0.1283	0.1327	0.1371	0.1415	0.2388	0.2468	0.2547
	65세 이상	0.0450	0.0464	0.0478	0.0491	0.0834	0.0860	0.0884
세균성이질	0~14	0.0916	0.0930	0.0945	0.0959	0.1860	0.1889	0.1918
	15~34	0.0159	0.0160	0.0161	0.0161	0.0320	0.0321	0.0322
	35~64	0.0159	0.0164	0.0169	0.0175	0.0329	0.0339	0.0349
	65세 이상	0.0138	0.0142	0.0146	0.0149	0.0283	0.0291	0.0299
장염비브리오	0~14	0.0493	0.0514	0.0535	0.0555	0.0651	0.0677	0.0703
	15~34	0.0054	0.0060	0.0066	0.0072	0.0076	0.0084	0.0091
	35~64	0.0260	0.0262	0.0264	0.0266	0.0332	0.0334	0.0337
	65세 이상	0.0651	0.0679	0.0708	0.0736	0.0860	0.0896	0.0932
쯔쯔가무시병	0~14	0.0958	0.1029	0.1101	0.1171	0.1486	0.1590	0.1691
	15~34	0.0606	0.0644	0.0683	0.0721	0.0931	0.0986	0.1041
	35~64	0.3818	0.4029	0.4240	0.4451	0.5819	0.6123	0.6428
	65세 이상	0.7777	0.8284	0.8791	0.9299	1.1964	1.2697	1.3429

주: *요양일수 기준 질병부담.

〔그림 4-17〕 전염병 종류별 질병부담(YLD)



연령대별 질병부담을 모두 합한 값으로 전염별 종류별 질병부담을 측정하면 쯔쯔가무시, 세균성이질, 말라리아, 장염비브리오, 렙토스피라의 순으로 나타났다. 그러나 말라리아의 경우 35세 미만의 연령층의 질병부담이 제외되어 있는 것을 감안하면 [그림 4-17]에 나타난 것보다 높은 질병부담이 예상되었다. 쯔쯔가무시를 포함한 모든 전염병은 인구구조 변동 기준을 적용하더라도 온도상승에 따라 10배 이상의 질병부담이 증가할 것으로 예측되었다. 또한 현재의 인구구조를 그대로 적용한 모형에 비하여 말라리아, 세균성이질, 장염비브리오의 경우 인구구조 변동을 반영한 모형에서 상대적으로 질병부담이 증가하며 쯔쯔가무시의 경우 그 영향이 줄어드는 것으로 나타났다. 인구구조를 반영한 모형의 경우 전체 인구의 연령대별 예측은 제시되어 있으나 시군구 수준의 연령대별 추계인구는 산출되어 있

지 않아 모든 시군구에서 동일한 인구구조를 가진다는 가정이 필요하며 또한 본 연구에서 적용한 분석대상이 모든 시군구를 포함하고 있지 않기 때문에 2030, 2040, 2050년의 인구를 2005~2007년 분석대상 인구비율을 그대로 적용해야 하는 가정을 포함하고 있어 인구구조 고정 모형에 비하여 보다 적합한 모형이라는 근거가 희박하다.

〈표 4-38〉 미래 전염병 종류별 질병 부담예측

전염병 종류			요양일수기준			이환일수기준		
			2030	2040	2050	2030	2040	2050
랩토스피라증	연령대	0~14	0.0089	0.0105	0.0136	0.0140	0.0165	0.0214
		15~34	0.0089	0.0111	0.0125	0.0140	0.0175	0.0196
		35~64	0.0327	0.0390	0.0489	0.0514	0.0613	0.0769
		65세 이상	0.0225	0.0188	0.0186	0.0354	0.0296	0.0292
말라리아	연령대	35~64	0.1254	0.1491	0.1867	0.2257	0.2684	0.3359
		65세 이상	0.0191	0.0155	0.0148	0.0344	0.0278	0.0266
세균성이질	연령대	0~14	0.1488	0.1748	0.2254	0.2976	0.3496	0.4507
		15~34	0.0247	0.0310	0.0347	0.0493	0.0620	0.0694
		35~64	0.0155	0.0184	0.0230	0.0311	0.0368	0.0460
		65세 이상	0.0058	0.0047	0.0045	0.0117	0.0094	0.0090
장염비브리오	연령대	0~14	0.0822	0.0989	0.1305	0.1041	0.1253	0.1653
		15~34	0.0093	0.0128	0.0155	0.0118	0.0162	0.0196
		35~64	0.0248	0.0287	0.0351	0.0314	0.0364	0.0445
		65세 이상	0.0280	0.0229	0.0222	0.0354	0.0290	0.0281
쯔쯔가무시병	연령대	0~14	0.1647	0.2037	0.2752	0.2379	0.2942	0.3974
		15~34	0.0994	0.1318	0.1552	0.1436	0.1904	0.2241
		35~64	0.3807	0.4611	0.5871	0.5498	0.6659	0.8479
		65세 이상	0.3412	0.2844	0.2800	0.4928	0.4107	0.4044

주: 인구 100,000 인년당 YLD.

본 연구에서 산출된 전염병 질병부담은 100천명을 기준으로 산출된 것으로 국제적 비교를 할 경우 세계보건기구가 2008년에 발표한 질병별 질병부담(YLD)의 EME 국가군과 비슷한 양상을 보였다. 말라리아의 경우 EME[16] 국가군의 질병부담이 더 크고 장염의 경우 우리나라의 질병부담이 상대적으로 높은 것으로 조사되었다. 보건복지부 2003년 보고서의 설사병(Diarrheal disease)과 말라리아의 YLD는 모두 0인 것으로 보고된 바 있다(배상철 외, 2003).

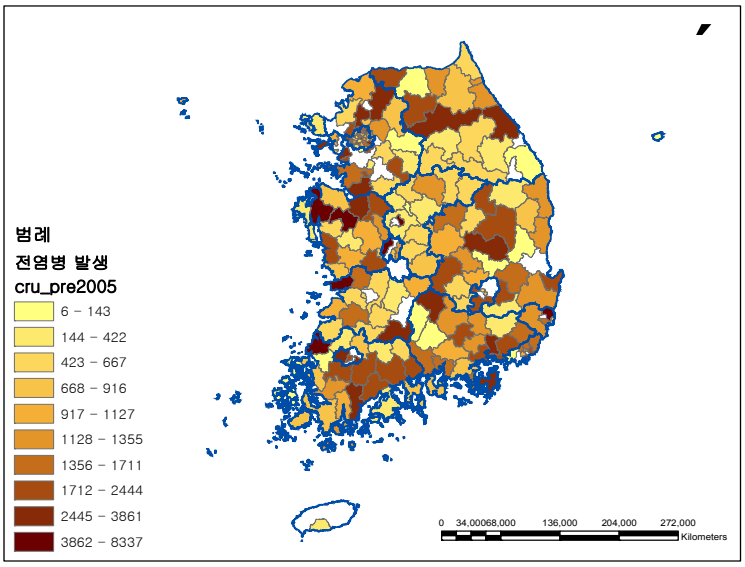
〈표 4-39〉 EME (Established Market Economies) 국가들의 YLD

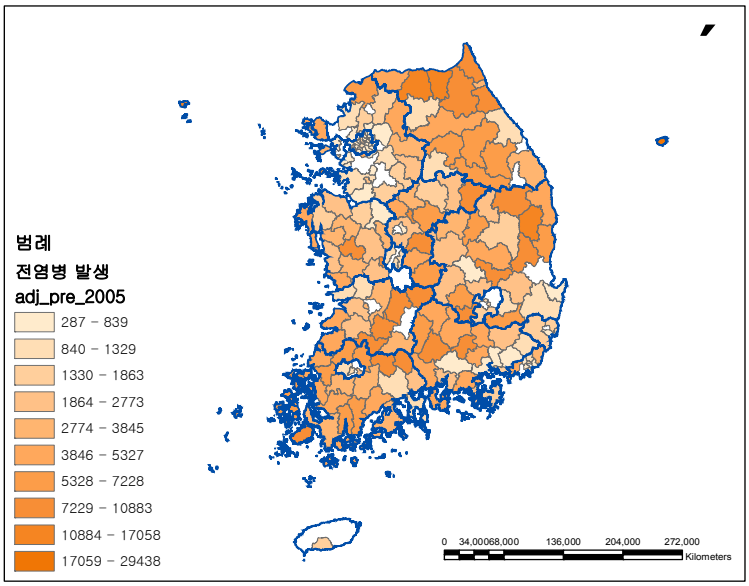
질병	성별	0~4	5~14	15~29	30~44	45~59	60~69	70~79	80+
말라리아	남	0	1	1	1	0	0	0	0
	여	0	1	1	1	0	0	0	0
장염 (interstinal infection)	남	0	0	0	0	0	0	0	0
	여	0	0	0	0	0	0	0	0

자료: WHO, THE GLOBAL BURDEN OF DISEASE: 2004 UPDATE, 2008 WHO.

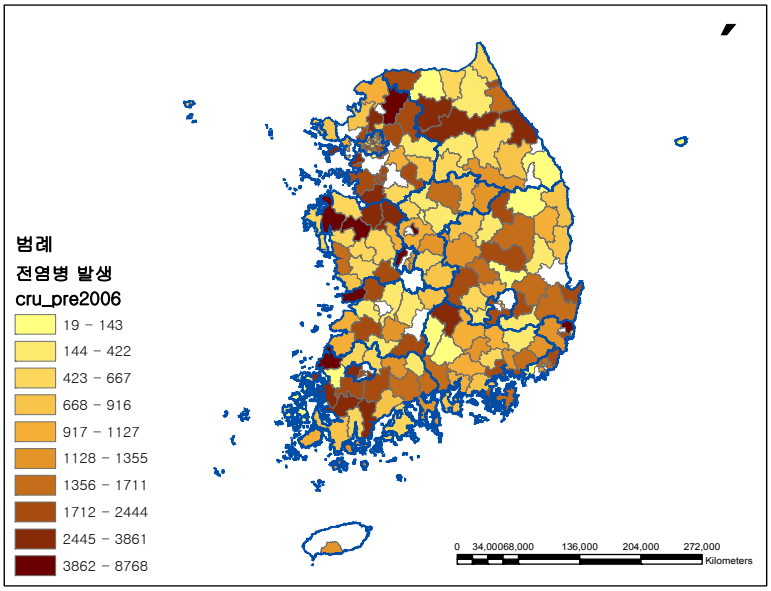
16) 우리나라가 포함된 OAI 국가군 자료를 이용하지 않고 EME 국가군과 비교를 한 것은 세계보건기구에서 발표한 질병부담 보고서에 우리나라는 동서남아시아 나라와 같은 Other Asia and Islands(OAI) 그룹에 포함되어 있어 전염성 질환의 질병부담은 상대적으로 크고 만성 질환의 질병부담은 상대적으로 낮기 때문임.

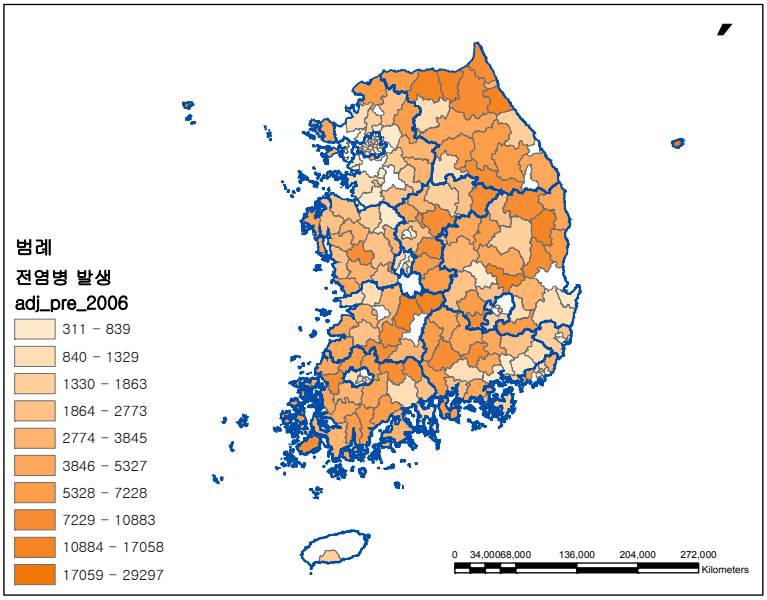
［그림 4-18］ 2005년 전염병 발생분포



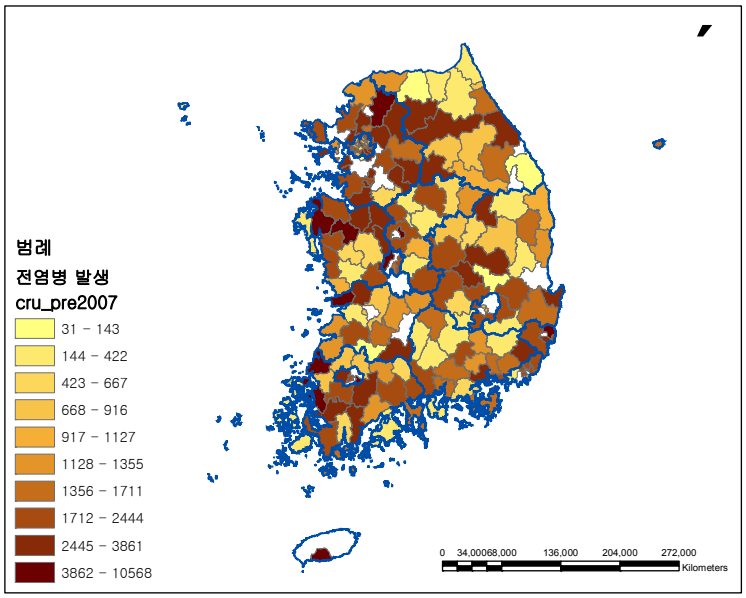


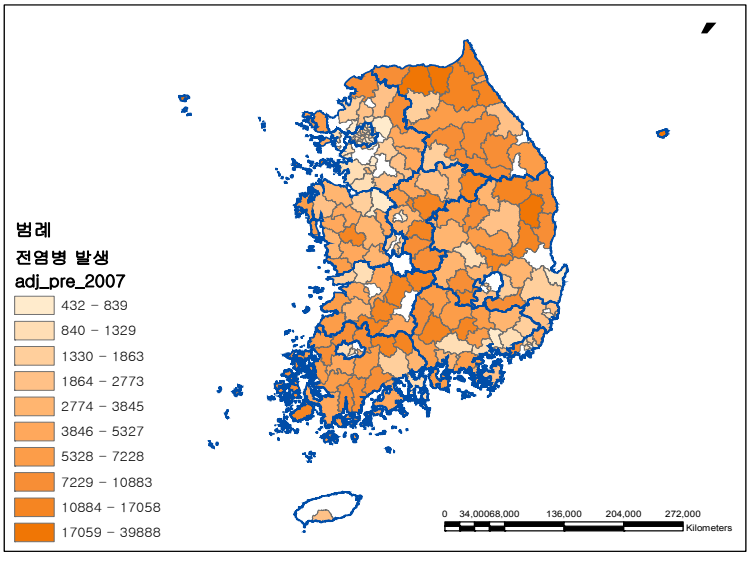
［그림 4-19］ 2006년 전염병 발생분포





［그림 4-20］ 2007년 전염병 발생분포





제5장 결론 및 정책적 시사점

제1절 기후변화와 보건의료 적응정책

1. 기후변화 적응전략 수립 원칙

기후변화는 두가지 양상으로 전개될 수 있다. 기후변화의 일상적 변동폭이 예전보다 넓어지는 것과 평균적인(정상적) 수치가 변화하는 방향으로 진행될 수 있는데 변화방향에 따라 그 대응책도 달라져야 한다.

Luers(2006)는 기후변화 적응전략 수립 시 다음과 같은 원칙이 적용되어야 함을 주장하였다. 첫째, 도시지역 열파에 의한 사망을 줄이기 위한 경보시스템과 같은 새로운 기술의 개발이나 제도시행이 기후변화에 대응한 적응능력을 향상시키는데 핵심적인 요소이다. 따라서 새로운 기술의 개발과 적용이 우선적으로 요청된다. 둘째, 제도(institutional)운영의 유연성 증대가 필요하다. 기후변화에 내포된 불확실성은 향후 기후변화에 대한 예측에 기인하고 있을 뿐 아니라 조직적 제도적 장벽에 의해서도 발생하게 된다. 균등한 접근, 환경보호, 투명성 증대와 같이 공정한 기준과 제도운용의 유연성은 기후변화의 불확실성을 관리하고 갑작스러운 변화에 대응하는 능력향상에 기여한다. 셋째, 기후변화 관리에 소요되는 재정자원은 모든 행정단위에서 제한될 수밖에 없다. 따라서 우선순위를 정하거나 경쟁원리를 도입하거나 재원소요 없는 강제적 기준을 적용하는 방법이 적용될 수 있다. 재정적 동기부여는 지역사회의 역량을 동원하는 지역사회 준비성(preparedness)을 평가하는데 중요한 정책수단이 된다. 넷째, 한 사회의 문화적 규범은 개인이나 그 사회의 신념, 가치, 믿음, 행위에 중대한 영향

을 미친다. 기후변화에 대한 대응에 있어서 개인 대 공공 가치에 대한 문화적 규범은 중요한 논쟁거리가 되며 과학적 지식 및 불확실성에 대한 차이 또한 그 기저에 신념과 가치판단에 따른 차이를 깔고 있는 경우가 많다. 바람직한 미래에 대한 대중적 포럼 등이 정책결정과 행동변화에 영향을 미치며 기후변화 방향정립에 도움을 줄 수 있다. 다섯째, 사회자본은 적응능력을 결정하는 중요인자로서 논의되어 왔다. 사회자본이 많은 지역사회일수록 쉽게 그리고 빨리 중요 정보가 교환되고, 관련자원이 파악되며 사람들의 동원이 쉽게 이루어질 수 있다. 여섯째, 적절하며 효과적인 기후변화 대응을 위하여 최신의 과학적 지식과 정보가 요구되어진다. 의사결정과정 및 지역사회 관리에 과학적 근거가 많이 인용될수록 과학과 정책결정(실천)의 상호작용이 커지게 되며 이런 과정을 증대하기 위하여 동기부여나 효과적 관리기법이 필요하게 된다.

한편, Frunmkin(2007)은 보건분야의 적응전략 수립시 보건분야 건강영향 및 취약성 평가, 건강보호와 관련된 정책 수립, 관련 분야와 유기적 관계 및 의사소통, 기후변화 적응대책과 건강증진 사업의 공편익(co-benefits)[17] 도모, 공공-민간 협력(Mobilizing partnerships) 등의 원칙이 적용되어야 함을

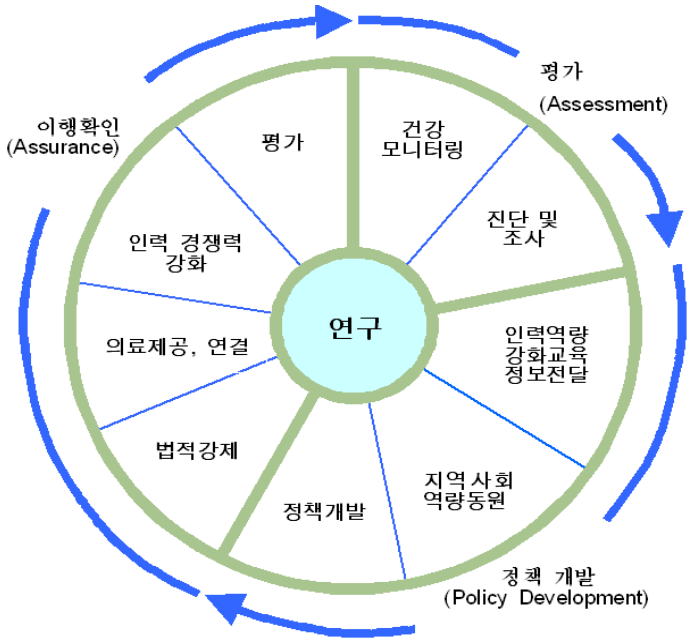
17) 공편익을 발생하는 적응전략에 우선(예, 비만관리, 심혈관질환 등)이란 사업의 수행으로 기후변화와 건강증진 모두에서 편익이 생기는 사업을 의미함. 기후변화로 인한 무더위는 탈수와 고열로 인한 신체기전의 변화로 여러 질환을 불러올 수 있는데 특히 기온의 변화에 신체적응 능력이 크게 떨어지는 노인이나 어린이, 심장병, 뇌졸중 등의 환자들에서 buddy system을 활용하거나 신체활동 증진 프로그램을 실시하는 것이 좋은 예임.

〈표〉 적응사업별 시너지 효과

사업(적응 정책)	사업 효과
"buddy systems" 형식의 열파계획 수립	↑ 사회자본
↓ 자동차를 이용한 이동	↑신체활동; ↓ 자동차 사고; 깨끗한 공기
↑ 연료 효율성	↓ 대기오염
지역사회 소규모 작농	싱싱한 식자재;↓ 농약 살포(노출);지역사회 경제
에너지효율 건축물	↓운영료
대체에너지 수단	새로운 사업 기회

제안하였다. 건강모니터링이나 질병(환) 추적 및 기후변화에 따른 질병 경향 추이 분석이나 수인성, 식품관련, 매개체 전염병 outbreak 조사 등에 대한 진단 및 조사 등을 수행한다. 기후변화에 대한 효과적 홍보를 위하여 인력역량강화, 교육, 정보전달의 정책을 추진하며 지역사회 역량(NGO, 민간부문, 등)과 협력관계 확립하여 지역사회 동원역량을 강화한다. 또한 열파 및 폭풍대비 계획, 가장 취약한 부분에 집중하여 정책개발을 수행하고 기후변화 대응에 준비된 공공보건인력의 양성으로 인력 경쟁력 강화을 강화하고 기후변화와 건강간의 관계 및 예측에 관한 과학적 연구를 수행하여 적응전략을 기초를 마련한다.

〔그림 5-1〕 보건의료에서의 기후변화 대응과정



자료: McGeehin MA. CDC's role in addressing the health effects of climate change. 2007.

2. 기후변화와 건강도시

기후변화는 전세계적으로 관찰되는 현상이지만 기후변화에 따른 부작용은 개발도상국이나 빈곤층에 더욱 심각한 영향을 미칠 것으로 예견되었다(IPCC, 2001). 건강도시 프로젝트는 1987년 WHO 유럽지역에서 제안된 이후 계속 그 영역을 확장해오고 있는데 2006년 WHO의 개념정의에 따르면 건강도시는 지방정부가 정치적인 이행, 제도상의 변화, 역량형성, 협력관계에 기반한 계획, 혁신적인 프로젝트를 통하여 지역의 건강발전에 참여하는 것이다. 이는 건강 불평등, 도시지역 빈곤문제, 취약계층에 대한 필요, 참여적 거버넌스, 건강에 영향을 미치는 사회, 경제, 환경적 결정인자 등에 특히 주목하여 포괄적이고 체계적인 정책과 계획을 발전시켜 나가는 것을 말한다. 초기 건강도시의 개념에는 건강에 영향을 미치는 사회, 환경적 요소에 대한 제한된 인식에 기초하고 있었고 건강도시의 발전에 대해서도 낙관적인 견해가 지배적이었으나 10년이 지난 이후도 건강도시는 아직 프로젝트 수준을 벗어나지 못하고 있고 정치적 어젠다 설정에도 영향을 미치지 못하고 있는 것으로 평가 되었다.

기후변화는 건강도시의 공공연한 환경적 관심사는 아니었지만 내재적으로 항상 중요한 문제로 다루어져 왔다. 이런 현상은 기후변화가 전지구적인 문제로 지역단위에서 구체적으로 관찰되기가 어려운 상황을 고려하면 지역적 건강관심사에 주목하는 건강도시의 기본 방향과 차이가 있을 수 있다는 점에서 이해 가능하다. 건강도시의 강점 중의 하나는 지역단위 수준에서 건강과 개발의 통합적 접근을 구사하여 전략적인 측면에서 실용적인 지식에 있다는 것이다. 2003년 건강도시에 관한 국제회의에서 참여자들은 지역단위 실천의 힘(power of local action)이란 기치를 내세웠는데 이는 기후변화에 대한 적응 방법과 유사한 점이 많은 적으로 평가되고 있다. 기후변화가 전세계적으로 넓은 범위에서 일어나지만 그 결과는 결국

지역단위 수준에서 영향을 발휘하기 때문이다. 이런 점이 건강도시와 기후변화에 대한 적응을 연결하는 고리가 될 수 있는데 기후변화에 대한 취약성과 적응에 초점을 둔 지역단위 실천은 기후변화에 대한 건강 부작용을 줄이고 지역단위에서 글로벌 변화에 대한 상황인식을 높이는데 기여할 수 있을 것이다(Bentley, 2007). 건강도시와 기후변화 적응전략 모두에서 보이는 공통적인 관심사는 교통정책, 대기오염, 대기질, 주택, 도시계획 등이다.

〈표 5-1〉 건강도시 지표

세계보건기구의 건강도시지표	유럽건강도시 32개 지표세트
• 인구 • 건강수준 • 생활양식: 흡연,음주,운동, 체중조절 등 • 공중보건정책 및 서비스 • 주거환경 • 사회경제적 여건: 교육, 취업,수입, 범죄, 문화행사 • 물리적 환경: 대기,수질,소음,식품관리 • 불평등 • 물리적 및 사회적 하부구조: 교통, 도시계획 등	1. 건강 지표 사망률: 모든사망; 사망원인; 저체중 출산율
	2. 보건의료서비스 지표 건강교육프로그램의 존재; 의사당 인구수; 간호사당 인구수; 건강보장현황; 의료급여수급자; 취약계층 외국인; 의회 건강관련 질의 수
	3. 환경영역 대기오염; 수질; 폐기물처리; 녹색공간; 슬럼지역; 스포츠와 레저; 보행자 거리; 자전거; 대중교통; 대중교통망; 주거공간
	4. 사회경제영역지표 표준이하 주거 거주인구; 노숙자 수; 실업률; 평균수입이하 수입주민; 학령 전 보육시설; 20세 이하 산모 출산 수, 30세 이상 산모 출산 수; 유산율; 장애인 취업률

자료: 김건엽. 건강도시(Helathy City). 2008.

세계보건기구에서 공공-민간 협력 방식으로 수행하는 건강도시화 프로젝트(Healthy Urbanization Project)에서는 도시환경에서 건강에 대한 사회적 결정인자의 문제를 주류화(mainstreaming)하고 지역단위에서 이 문제를 해결하기 위한 계획과 프로그램을 실행하며 건강문제의 해소를 위한 지역단위 역량을 강화하고 이를 통해 건강 불평등을 완화하는 전략을 추진하고

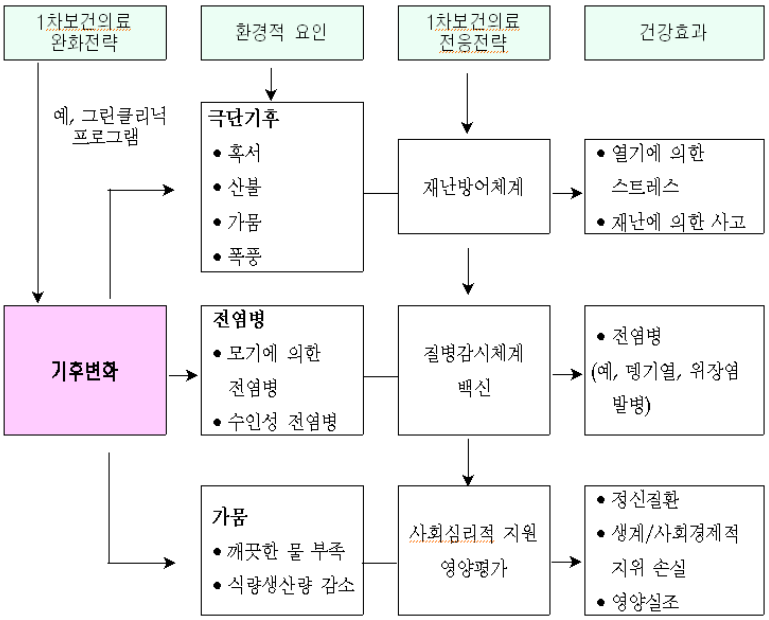
있다. 도시환경에서 건강문제의 지역단위 역량 강화를 위한 평가틀의 주요 영역은 개인, 지역사회 임파워먼트, 지역사회 관련영역(부문)의 참여정도, 지속가능한 환경, 에너지 자원의 효율화 달성, 의료시스템의 형평성 정도, 다문화, 정신적 가치의 존중, 저소득계층의 해소, 지역사회 안전, 조장(security) 등을 제시하고 spidergram analysis를 통해 지역사회의 역량을 평가한다. 도시지역의 건강문제를 해결하기 위한 노력으로 수행되는 건강도시화 프로젝트의 기본 전략이나 평가틀을 도시지역 기후변화 대응 정책 개발에 활용할 수 있을 것이다.

3. 기후변화와 보건의료체계

기후변화에 따른 보건의료체계의 적응 전략은 새로운 요구에 대응한 보건의료 서비스의 일시적 폭증(surge capacity)에 대비한 운용체계, 감시체계, 치료 의료서비스 제공, 예방접종 등 감염질환관리 체계의 기능 개선, 극한기후로 발생한 재난에 의한 스트레스, 정신적 질환에 대비한 정신건강 서비스 제공 및 지역사회 지지 활동 등을 포함한다. 일차의료에서 기후변화로 인한 건강 위험(요인)을 완화하기 위한 적응전략으로 다음과 같은 활동이 제안될 수 있다(McMichael, 2008).

1. 보건의료현장(가령, 병·의원 진료실)에서의 기후변화 관련 보건교육
2. 예방프로그램 시행 예) 백신, 모기박멸, 식품위생, 검열, 영양보충
3. 자연재해(가령, 농촌지역에서의 가뭄)에 취약한 지역에의 보건의료서비스 제공
4. 질병, 특히 전염성 질병과 이러한 질병의 환경적, 사회적, 생물학적 위험요인에 대한 감시체계구축
5. 기후변화를 통한 건강위험(요인) 예측
6. 기후와 관련된 건강위험요인을 조율할 수 있는 보건의료인력 훈련

〔그림 5-2〕 일차보건의료체계에서의 기후변화 적응전략



자료: Horton G, McMichael T. Climate Change Health Check 2020. Doctors for the Environment, Australia. 2008

일차의료에서 실현 가능한 기후변화 적응전략을 공공영역 중심으로 우선적으로 실현하고 이를 점차 공공-민간 협력(public-private partnership) 프로그램으로 발전시켜 나가는 방식을 적용할 수 있다. 공공-민간 협력 프로그램에 참여하는 민간의료기관은 기후변화에 대한 적응 전략을 실행할 뿐만 아니라 기관 스스로 기후변화 완화 정책을 실천할 수 도 있다(예, 호주의 green clinic initiatives). 즉 민간의료기관에서 사용하는 물이나 에너지 그리고 폐기물 등을 줄여 온실가스를 유발하는 원천을 줄여나가는(저에너지 사용 전구 사용 및 green 에너지 구매 등) 민간 운동을 추진하는 것이다.

〈표 5-2〉 지역보건의료에서의 적응방안

구분	내용
적응 전략	• 시기적절한 그리고 up-date된 최신 정보를 수집·보급 위한 기후변화 및 건강과 관련된 계획, 모니터링 시스템, 의사소통방법 개발 • 폭염경보체계(heat-related warning system)의 지속적 개발 • 혹서기 동안 사회복지사와 건축업자의 공동 작업을 통해 취약계층(isolated populations)에게 주택구조 개선 및 내부환경 보완, buddy system 가동 • 이산화탄소 소비량과 이산화탄소 소비로 인한 기후 및 환경변화에 대한 인식(carbon-literate)고취 및 실제 이산화탄소 및 환경유해 물질을 줄이려는 일련의 실천행위(carbon-literate behaviors) 장려, 또한 보건의료기관에게는 에너지 효율이 높은 차를 구입할 것을 권장 • 기후변화와 관련된 의사소통 및 보건교육 확대 보급
완화 전략	• 에너지 효율성을 극대화할 수 있는 건물 및 에너지코드(energy codes)의 지속적 적용·강화

자료: Richard Jackson, Kyra Naumoff Shields. Preparing the U.S. Health Community for Climate Change. Annual Review of Public Health 2008:29;57-73

4. 기후변화와 전염병 적응정책

전국 16개 광역 시·도에서만 15세 이상 일반국민 2000명과 환경관련 전문가 215명을 대상으로 환경부가 1995년부터 3~5년 주기로 시행하는 국민의식조사[18]에 대해 일반국민과 관련 전문가의 90% 이상이 모두 환경과 관련해 '지구온난화'와 '기후변화' 문제를 가장 우려한다고 응답하였다(환경부, 2008).

취약성이란 위해요인에 노출되는 위험 정도로 IPCC의 정의에 따르면 기후변화 취약성이란 기후의 다양성이나 극한기후 등으로 인한 개인 및 사회체계의 위약성 정도를 의미한다(Smith, 2001). 취약성 기반 원칙은 취약계층, 취약시기, 취약지역 등의 취약성 요소에 기반을 둔 방식이나 질병의

18) 2008년 조사는 4회째임.

발생 및 분포가 공간적, 시간적 변이를 가져 취약성 예측에 어려움이 있을 수 있다. 우리나라 전염병 관리대책은 정부기관(보건복지가족부, 질병관리본부, 국립보건원, 자치단체) 중심으로 진행되고 있으며 질병의 예방과 관리에 중점을 둔 추진방식, 예방을 위한 다단계 안전망 설정, 취약성에 기반을 둔 추진, 파트너쉽에 의한 추진 기본원칙을 가진다(장재연, 2008).

관리체계의 점검을 위해서 호주의 생물안전보장(biosecurity) 및 응급 대응 전략[19]은 전염병 관리 응급대응체계를 평가하기 위한 시스템을 가동하고 있다. 평가지표는 행정관리 성과지표, 정책 조언지표, 프로그램 관리 지표 등으로 구분되어 있다. 행정관리지표는 5개 하위지표를 가지며 정책 조언지표, 프로그램 관리 지표는 각 각 2개의 하위지표로 구성된다. 행정관리 성과지표는 다음과 같다.

1. 질병 발생 및 생물안전보장 발생건수 감소 지표는 계획 조절, 임무수행시의 적절한 개입이나 재해대비 필수 의료자원의 적절한 배분 등으로 측정됨. 지역사회 질병 발생 및 생물안전보장 발생에 따른 영향 정도가 보조 변수로 측정된다.
2. 테러분자들의 생물매개체 사용 건수 지표는 이미 알려진 생물매개체를 관리할 수 있고 의무적 기준을 준수하는 등록 시설 수로 측정하며 해당 기관의 100% 등록을 목표로 한다.
3. 내, 국제 전염병/식중독 발생에 대한 효과적 감시, 분석, 관리 지표는 기준 프로토콜에 따른 보고여부로 측정되며 지역사회의 전염병/식중

19) 다수 사상자 발생 대응 국가 보건의료체계의 능력 배양 목적으로 연습과 훈련을 통해 국가 건강 응급 대응 능력 점검 및 개선을 목표로 함. 유행성 인플루엔자 대응체계에 대한 계획, 정책, 의사소통, 보고체계 점검, 국내 또는 해외로 부터의 유입에 의한 전염병 발생에 대비한 전염성 질환 감시체계(탐지, 사정, 대응체계)의 개선, 국가정책, 법률제정, 규제장치 등을 통한 효과적 전염성 질환관리 및 생물안전보장 계획, 건강에 대한 환경 위협의 전략적 접근 등이 핵심요소임(Australia Government Dept. of Health and Aging. Biosecurity and Emergency Response, 2008).

독 영향 정도를 참고로 한다.

4. 전염병 발생 또는 급증 탐지 지표는 공중에 대한 적절한 공시, 국가 자료의 분석의 정확성, 관리프로그램의 개정의 합리성 등으로 측정된다.
5. 환경유해물질에 대한 국가 대응 능력 향상 지표는 앞을 내다보는 국가 환경보건 우선순위의 적절성으로 평가된다.

정책 조언지표로서 정책결정과정에서 제출한 제안의 시의적절성, 질 관련성 지표는 정책결정단위의 만족도로 측정되고 증거(연구)중심 정책 지표는 제안을 지지하기 위한 최신의 증거 사용여부로 측정된다. 또한 프로그램 관리 지표로서 예산계획이 지출과의 차이가 0.5% 범위 지표는 실제 지출된 액수와 사용예산의 차이를 통해 측정하고 프로그램 개발과정, 시행 시 이해당사자 참여 지표는 자문, 포럼, 회의, 조사 등을 통한 이해 당사자의 참여정도로 측정한다.

본 연구는 통계적 방식에 의한 전염병 발생 예측 모형을 적용하여 시공간적 변이성을 통제하고 기후요소에 의한 변이성을 최대한 고려하여 기후변화에 따른 향후 발생예측을 추계한 것이다. 기후변화의 주요 전염병에 대한 향후 유병율을 예측하고 연령대별 질병부담을 계산하여 취약성 기반 원칙을 추진할 수 있는 기반을 조성하고자 하였다. 기후변화와 관련한 전염병 적응정책은 전염병의 감시, 관리만의 문제가 아니라 기후변화 대응 보건의료체계 속에서 이루어져야 하고 지방자치단체의 포괄적 건강증진 전략과 위기대응 관리 능력의 배양이 동시에 추진되는 방향에서 진행되어야 한다. 아직 기후변화와 관련한 기반연구가 부족한 상태에서 제한된 정보에 의존하여 추계된 예측이 향후 보완된 연구로 보다 과학적으로 예측될 수 있기를 기대한다.

참고문헌

건국대학교 의과대학, 광역·자치단체별 전염병 관리사업 평가지표 개발 및 적용, 건국대학교 의과대학, 질병관리본부, 2006.

권원태, 한반도 기후변화 현황, 전망과 기업의 대응, 기상연구소, 2006.

기상연구소 기후연구실, 한반도 기후 100년 변화와 미래 전망, 기상연구소 기후연구실, 1-12.

김건엽, 건강도시(Helathy City), 2008.

노종환, 한국의 기후변화대책에 대한 잠정 평가와 향후 전략 방향, 에너지 관리공단 기후대책총괄실, 2005.

도영경, 윤석준, 이중규, 권영훈, 이상일, 김창엽, 박기동, 김용익, 신영수, 한국인 질병의 장애가중치 측정에 관한 연구: 호주 장애가중치와의 측정 결과 비교를 중심으로, 예방의학회지 제37권 제1호, 2004.

류상범, 김연희, 기상청 기후자료의 균질성 문제(Ⅱ): 통계지침의 변경, Korean Meteorological Society, 2007, 17-26.

박기호, 국가 전염병 감시체계 현황, 가정의학회지, 2006, 27:483-488.

박옥, 한국의 전염병 감시체계, Korean Journal of Epidemiology, 2006, 28:22-27.

박윤형, 김호, 장원기, 김용배, 황보영, 기모란, 주영수, 김옥진, 서승희, 기후변화에 의한 전염병 발생영향 통합관리체계 구축, 순천향대학교, 2006.

배상철, 이상일, 장혜정, 조희숙, 서동우, 한국인의 질병부담 측정을 통한 건강관련 삶의 질 향상에 관한 연구, 보건복지부, 2003.

윤도경, 해외 유입 전염병 현황, 가정의학회지, 2005, 26:9-12.

윤석준, 김용익, 김창엽, 장혜정, 우리나라 암질환으로 인한 조기사망의 질병부담, 예방의학회지 제33권 제2호, 2000.

윤석준, 하범만, 강종원, 장혜정, 우리나라 흡연으로 인한 조기사망의 질병부담 측정, 예방의학회지 제34권 3호, 2001.

윤석준, 하범만, 김창엽, 장애보정생존년수(DALY)를 활용한 우리나라 고혈압의 질병부담 측정, 보건행정학회지 제11권 제3호, 2001.

이중규, 김용익, 윤석준, 이진용, 이희영, 박종혁, 신영수, 고도음주로 인한 우리나라 국민의 질병부담 측정, 예방의학회지 제38권 제2호, 2005.

장재연, 박윤형, 기모란, 황보영, 김호, 정해관, 장원기 등. 기후변화에 따른 건강피해 모니터링 및 위험인구 감소전략 개발에 관한 연구. 건강증진지원사업단. 2008.

장재연, 조승헌, 김소연, 조수남, 김명석, 백경원, 김진희, 전해원, 한반도 기후변화 영향평가 및 적응프로그램 마련, 환경부, 2003.

장혜정, 명재일, 신영수, 조기사망에 따른 상실연수를 활용한 우리나라 국민의 질병부담 측정, 예방의학회지 제34권 제4호, 2001.

정부과학기술보좌관실. 기후변화의 현황과 대응연구의 보완방향, 정부과학기술보좌관실, 2007.

정은경, 우리나라 주요전염병 관리체계 및 발전방향, National Institute of Health.

통계청, 전국장래인구추계, 2006, 12.

환경부, 기후변화 관련 국제동향 및 정부대책, 환경부.

A.J. McMichael, D.H. Campbell-Lendrum, C.F. Corvalan, K.L. Ebi, A.K. Githeko, FD. Scheraga, A. Woodward, Climate change and human health risk and responses, WHO, 2003.

Amy Lynd Luers and Susanne C.Moser . Preparing for the impacts of climate change in california: opportunities and constraints for adaptation 2006.

Australia Government Dept, of Health and Aging. Biosecurity and Emergency Response, 2008

Bentley, M., Healthy Cities, local environmental action and climate change. Health Promot.Int., 2007;22:246-253.

Berkhout F., Rationales for adaptation in EU climate change policies (Rep. No. 3) 2005.

Bullard f, A brieg introduction to Bayesian statistics. http://courses.ncssm.edu/math/Talks/PDFS/BullardNCTM2001.pdf.

Californai Climate Change Center, Preparing for the impacts of climate change in California: opportunities and constraints for adaptation. 2006.

Craig MH, Snow RW, Le Sueur D: climate-based distribution model of malaria transmission in sub-Saharan Africa, Parasitol Today 1999, 15:105-111.

David J. Rogers, et al., The Global Spread of Malaria in a Future, Warmer World, Science, 2000, 289:1763-1766.

Dengue Haemorrhagic Fever Incidence in Southern Thailand, Dengue bulletin, 2005:29:41-48.

Eric M. Schauber, Richard S. Ostfeld, and Andrew S. Evans, Jr, WHAT IN THE BEST PREDICTOR OF ANNUAL LYME DISEASE INCIDENCE: WEATHER, MICE, OR ACORNS?, Ecological Applications, 2005, 15:575-586.

Gordon W.E., Graham N., Henderson D.A., Lederberg J., Levin S., Pascual M., Roger Pielke, Arthur Reingold, Rhines P.B., Rogers D.J., Mary Wilson, UNDER THE WEATHER: CLIMATE, ECOSYSTEMS, AND INFECTIOUS DISEASE, NATIONAL ACADEMY PRESS, 2001.

Guenael Rodier, Margaret Chan, Fatoumata Nafo-Traore, Using Climate to Predict Infectious Disease Outbreaks: A Review, WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2004.

Hay SI, J. C, Rogers DJ, Randolph SE, Stern DI, Shanks GD, Myers MF, Snow RW: Climate change and the resurgence malaria in the East African highlands. Nature 2002, 415:905-909.

Hiroshi Nishiura, Mathematical and Statistical Analyses of the Spread of Dengue, Dengue Bulletin, 2006, 30:51-67.

Howard Frumkin. Public Health Action on Climate Change. CDC 2007.

IPCC, Climate Change 2007: Impact, Adaption and Vulnerability, 2007.

Jonathan A. Patz, MD, MPH, Climate Change and Health: New Research Challenges, Blankwell Science, 2000, 52-58.

Lindsay SW, Birley MH: Climate change and malaria transmission. Ann Trop Med Parasitol 1996, 90:573-588.

Lindsay SW, Martens WJM: Malaria in the African Highlands: past, present and future. Bull World Health Organ 1998, 76:33-45.

Lopez AD, Mathers CD, Ezzati M, Jamison DT, Murray CJL, Global Burden of Disease and Risk Factors, Oxford and World Bank, 2007.

M.F. Myers, D.J. Rogers, J. Cox, A. Flahault and S.I. Hay, Forecasting Disease Risk for Increased Epidemic Preparedness in Public Health, ADVANCED IN PARASITOLOGY, 2000, 47:310-330.

M.H. Craig, R.W. Snow and D. le Sueur, A Climate-based Distribution Model of Malaria Transmission in Sub-Sagaran Africa, Parasitology Today, 1999;5:105-111.

Martens WJM, Niessen LW, Rotmans J, Mcmichael AJ: Potential impacts of global climate change on malaria risk. Environmental Health Perspectives 1995, 103:458-464.

Mboera LE, Magesa SM: The rise and fall of malarial sporozoite rates in Anopheles gambiae s.l. and An. funestus in north-eastern Tanzania, between 1934 and 1999. Ann Trop Med Parasitol 2001, 95:325-330.

McGeehin MA. CDC's role in addressing the health effects of climate change. 2007.

McMichael AJ, et al., Climate change and human health: risk and responses WHO. 2003.

Moshe B Hoshen and Andrew P Morse, A weather-driven model of malaria transmission, Bio Med Central, 2004.

Murray CJL, Lopez AD, Mathers CD, Stein C, The Global Burden of Disease 2000 project: aims, methods and data sources, WHO, 2001.

Richard Jackson, Kyra Naumoff Shields. Preparing the U.S. Health Community for Climate Change. Annual Review of Public Health 2008:29;57-73.

Rogers DJ, Randolph SE: The global spread of malaria in a future, warmer world. Science 2000, 289:1763-1766.

WHO, Climate change and human health, 2003.

WHO, Using Climate to Predict Infectious Disease Outbreaks: A Review, 2004.

Zhang Y, The relationship between Climate Variation and Selected Infectious Disease: Australian and Chinese perspective, Ph D.assertation, Univ of Adelaide, 2007.

6

부 록

부록 1. 주요 전염병 조기경보시스템의 개발 현황 / 191

〈부표〉 주요 전염병 조기경보시스템의 개발 현황

전염병	유행지역	자료	조기경보시스템	예측가능시간	예상유행지역	주요 관심 요인	실행계획
콜레라	- 아시아 - 남아메리카	- 지속적 감시(매주) - 1949년부터 데이터 누적	74개 국가에서 수동적인 질병감시	수주	아프리카, 아시아, 남아메리카	- 동물성 플랑크톤 풍부 - SST - ENSO - 인간요인 - 사회경제적 요인	1. 방글라데시, 페루모델을 사용하여 전염병 예측 2. 지속적인 감시 강화(아프리카) 3. 아프리카에서의 기후의 역할 계량화
말라리아	- 아프리카 사하라 이남 - 남아메리카 - 아시아	- 짐바브웨, 우간다, 케나, 탄자니아에서는 지속적 감시(매주) - 인도, 아프리카, 남아메리카, 유럽 등에서는 역사적 자료 누적	1. 수동적 질병 감시 2. 모델을 기반으로 한 경보시스템 개발 중	1. 수주 2. 수개월	아프리카 사하라 이남지역, 남아메리카, 아시아	기온, 강수, ENSO, EIR, 매개체, 인구집단 면역, 관리 활동	1. 감시활동폭 증가 2. 기후의 영향 계량화(아프리카, 아시아) 3. 전염병 예측을 위해 모델 사용
뎅기열	- 남아메리카 - 북아메리카 - 태국	- 전 지역에서 지속적 감시 - 그러나 지역에 따라 데이터의 질과 타이밍에 대한 변이가 큼.	1. 푸에르토리코에서는 적극적 질병 감시 2. DEWS 시험 진행중 3. 뎅기를 예측하는 CIMSiM, DENSiM 모델 보급	1. 수주 2. 6~12개월 3. 수주	남아메리카, 북아메리카, 태국	뎅기 혈청양전율, 사회경제적 요인, 바이러스 종류, 인체면역, 침전, 기온 및 습도	1. 기후의 영향 계량화 2. 지속적 감시와 강화 3. CIMSiM, DENSiM 모델 간소화 4. 예측 가능한 모델 구축
웨스트나일	북아메리카	북아메리카에서 조류와 인간내 바이러스 감시(수동적 감시)	1. 죽은 새와 감염된 모기에 대한 감시 2. 인간 감염 사례에 대한 조사	1. 최소 3달 2. 수주	북아메리카, 남유럽, 아시아	죽은 새	1. 미국 내에서 기후와 질병 발생간의 관계 계량화 2. 유럽과 아시아에서의 감시 체계 수립
황열	아프리카, 남아메리카	- 최소 10개국으로부터 지속적 감시 - 1948년부터 자료 누적	질병 감시	수주	아프리카, 남아메리카	온도, 강우, 매개체 번식, 사회경제적 요인, 예방접종	1. 기후의 역할 계량화 2. 감시 확대 3. 동물 감시체계 수립

전염병	유행지역	자료	조기경보시스템	예측가능시간	예상유행지역	주요 관심 요인	실행계획
리슈마니아증	남유럽, 동유럽	- 지속적 감시(매달/매년) - 1994년부터 자료 누적	수동적 질병 감시 그러나 경보체계 없음.	N/A	유럽, 남아메리카, 중앙아시아	기온, 침천, 토양 습도, 녹화정도, HIV, 사회경제적 요인	1. 기후의 역할 계량화 2. 열대지역의 감시 강화 3. 열대지역의 장기 데이터 확보
일본뇌염	일본, 태국	- 지속적 감시(매달/매년) - 누적 자료	1. 수동적 감시 2. 예측 모델	1. 수주 2. 수개월/수년	중국, 일본, 태국	기온, 강우, 보균동물	1. 기후의 역할 계량화 2. 감시 확대 3. 예측 모델 구축
아프리카 트리파노소마증	아프리카 사하라 이남 지역	- 집단 스크리닝 - 1900년부터 자료 누적	경보체계 없음	N/A	아프리카 사하라 이남 지역	온도, 침전, 녹화정도, 보균 동물	1. 기후의 역할 계량화 2. 감시 확대 3. 예측 모델 구축
세인트루이스 뇌염	북아메리카	- 지속적 감시(미국전역) - 1978녀부터 자료 누적	1. 조류 감염 감시 2. 모기의 숫자와 감염 감시 3. 인간 감염 사례에 대한 능동적 조사	1. 수개월 2. 수개월 3. 수주	북아메리카, 남아메리카	조류감염, 온도, 강우	1. 기후의 역할 계량화 2. 남아메리카 감시 체계 수립 3. 미국내 예측 모델 수립
리프트벨리열	케냐, 짐바브웨	1950~1998년 자료 누적(불완전)	확실하지 않음(질병 감시 가능)	수주	케냐, 짐바브웨, 남아프리카	RVF 활동, ENSO, 녹화정도, 강우, 온도	1. 기후의 역할 계량화 2. 숙주동물 표본감시체계 구축

자료: WHO, Using Climate to Predict Infectious Disease Outbreaks: A Review, 2004.

간행물회원제 안내

▶ 회원에 대한 특전

- 본 연구원이 발행하는 판매용 보고서는 물론 「보건복지포럼」, 「보건사회연구」도 무료로 받아보실 수 있으며 일반 서점에서 구입할 수 없는 비매용 간행물은 실비로 제공합니다.
- 가입기간 중 회비가 인상되는 경우라도 추가 부담이 없습니다.

▶ 회비

- 전체간행물회원 : 120,000원
- 보건분야 간행물회원 : 75,000원
- 사회분야 간행물회원 : 75,000원

▶ 가입방법

- 홈페이지 - 발간자료 - 간행물회원등록을 통해 가입
- 유선 및 이메일을 통해 가입

▶ 회비납부

- 신용카드 결재
- 온라인 입금 : 우리은행(019-219956-01-014) 예금주 : 한국보건사회연구원

▶ 문의처

- (122-705) 서울특별시 은평구 진흥로 268 한국보건사회연구원 지식관리센터 간행물 담당자 (Tel : 02-380-8234)

도서판매처

- 한국경제서적(총판) 737-7498
- 교보문고(광화문점) 1544-1900
- 영풍문고(종로점) 399-5600
- 서울문고(종로점) 2198-2307
- Yes24 http://www.yes24.com
- 알라딘 http://www.aladdin.co.kr

KIHASA 한국보건사회연구원 신간 안내

보고서 번호	서 명	저자	가격
연구 08-01	건강수명의 사회계층간 형평성과 정책과제	강은정	6,000
연구 08-02	여성 흡연과 음주의 요인 및 정책대안	서미경	미정
연구 08-03	공공보건조직의 효율성 분석 및 운영 합리화 방안	신호성	7,000
연구 08-04	건강한 미래세대를 위한 영양 관련 요인 분석과 정책과제: 모유수유 및 아동·청소년 영양문제를 중심으로	김혜련	6,000
연구 08-05	남북한간 보건의료 교류·협력의 효율적 수행체계 구축방안 연구	이상영	6,000
연구 08-06	저소득층 생계비 지원정책의 개선방안 연구	강신욱	7,000
연구 08-07	건강보험 지불제도와 의료공급자의 진료행태: 의료공급자의 유인 수요와의 연관성 파악	허순임	미정
연구 08-08	공적연금의 지속 가능성에 관한 연구: 재정적·정치적 지속 가능성 중심으로	윤석명	미정
연구 08-09	국민연금 기금운용 성과 평가	원종욱	7,000
연구 08-10	사회통합을 위한 사회적 배제계층 지원방안 연구: 사회적 배제의 역동성 및 다차원성 분석을 중심으로	김안나	미정
연구 08-11	사회재정지출의 효율성과 형평성 분석	최성은	6,000
연구 08-12	한국복지모형에 대한 연구: 그 보편성과 특수성	노대명	미정
연구 08-13	한국인의 행복결정요인과 행복지수에 관한 연구	김승권	미정
연구 08-14	다문화시대를 대비한 복지정책방안	김유경	미정
연구 08-15	아동 · 청소년복지 수요 추계 연구 I	김미숙	미정
연구 08-16	지역복지 활성화를 위한 사회자본형성의 실태와 과제	박세경	미정
연구 08-17	노년기 사회경제적 불평등의 다차원적 구조분석	이소정	8,000
연구 08-18-1	2008년 국민기초생활보장제도 모니터링 및 평가 연구-조건부 수급자를 중심으로	이태진	미정
연구 08-18-2	국민기초생활보장제도 모니터링 실효성 제고를 위한 기초연구 - 법, 조직, 정보 인프라를 중심으로	이현주	6,000
연구 08-18-3	2008 빈곤통계연보	김태완	8,000
연구 08-18-4	의료급여 사례관리 효과분석 II	신영석	미정
연구 08-18-5	의료급여 선택병의원제도에 대한 모니터링 및 평가 연구	신현웅	미정
연구 08-18-6	서구 근로빈곤문제의 현황과 쟁점	노대명	미정
연구 08-19-1	국민연금기금의 의결권행사 기준개선을 위한 해외사례 연구	원종욱	미정
연구 08-19-2	한국의 복지 GNP	홍석표	미정
연구 08-20-1	저출산·고령사회 기본계획의 추진실태와 효율화 방안 연구	오영희	미정
연구 08-20-2	저출산·고령사회관련 주요 현안 및 대응방안 연구	오영희	미정
연구 08-20-3	저출산 대응 정책의 효과성 평가에 관한 연구	이삼식	7,000
연구 08-20-4	저출산·고령사회에 대응한 여성인적자본의 효율적 활용방안	신윤정	미정
연구 08-20-5	노인 장기요양보장체계의 현황과 개선방안	선우덕	미정
연구 08-20-6	농촌지역 고령자의 생활기능 자립을 위한 보건복지 지원체계 모형 개발	선우덕	5,000
연구 08-20-7	노후생활안정을 위한 인적 및 물적 자산 활용방안	김수봉	미정
연구 08-20-8	국제적 관점에서 본 고령화에 대한 정책적 대응현황과 과제	정경희	미정

보고서 번호	서 명	저자	가격
연구 08-21-1	2008년 한국복지패널 기초분석 보고서	김미곤	15,000
연구 08-21-2	2007년 한국복지패널 심층분석 보고서	여유진	9,000
연구 08-22-1	한국의료패널 예비조사 결과 보고서	정영호	9,000
연구 08-22-2	2008년 한국의료패널 조사 진행 보고서	정영호	미정
연구 08-23-1	사회재정사업의 평가	유근춘	미정
연구 08-23-2	사회재정평가지침-사례와 분류	유근춘	미정
연구 08-23-3	조세 및 사회보장 부담이 거시경제에 미치는 영향-연립방정식 모형을 이용한 시뮬레이션 분석	남상호	미정
연구 08-23-4	의료급여 재정모형과 재정지출 전망	최성은	미정
연구 08-23-5	복지제도의 발전방향 모색-가족부문 투자	유근춘	미정
연구 08-23-6	정부의 복지재정지출 DB 구축 방안에 관한 연구(2차년도)	고경환	미정
연구 08-23-7	2008 사회예산 분석과 정책과제	최성은	미정
연구 08-24-1	건강영향평가제도 시행방안	최은진	미정
연구 08-24-2	드림스타트의 건강영향평가	강은정	미정
연구 08-24-3	KTX의 건강영향평가 -의료이용을 중심으로	김진현	미정
연구 08-24-4	기후변화에 따른 전염병 감시체계 개선방안	신호성	6,000
연구 08-24-5	국립소록도병원의 만성병 관리체계에 대한 건강영향평가	강은정	미정
연구 08-25	보건의료자원배분의 효율성 증대를 위한 모니터링시스템 구축 및 운영(1년차)	오영호	5,000
연구 08-26	인터넷 건강정보 평가시스템 구축 및 운영	송태민	8,000
연구 08-27-1	능동적 복지의 개념정립과 정책과제	김승권	미정
연구 08-27-2	보건복지재정 적정화 및 정책과제	유근춘	미정
연구 08-27-3	능동적 복지개념에 부합된 국민건강보험제도의 체계개편 방안	신영석	6,000
연구 08-27-4	능동적 복지와 사회복지서비스 실천방안	김승권	미정
연구 08-27-5	능동적 복지 구현을 위한 건강투자 전략	최은진	미정
연구 07-01	한미 FTA 협상과 의약품 관리제도의 발전적 개선방안	박실비아	8,000
연구 07-02	보건의료 인력자원의 지역별 분포의 적정성과 정책과제	오영호	9,000
연구 07-03	근거기반의 건강증진사업 추진 활성화 전략	최은진	7,000
연구 07-04	고령사회에 대비한 국가영양관리 발전전략 모색	김혜련	10,000
연구 07-05	건강보험 적정 보장성 확보방안	허순임	8,000
연구 07-07	국민연금운용시스템 및 관리감독체계 개선방안	원종욱	7,000
연구 07-08	근로빈곤층에 대한 국제비교연구: 실태와 정책을 중심으로	노대명	6,000
연구 07-09	교육 불평등과 빈곤의 대물림	여유진	7,000
연구 07-10	사회재정지출 성과관리 및 효과분석 방안	최성은	8,000
연구 07-11	한국 사회복지정책의 평가와 발전방안(II) - 지방자치단체를 중심으로 -	김승권	12,000
연구 07-12	사회서비스 공급의 역할분담 모형개발과 정책과제 - 국가 · 시장 · 비영리민간의 재정분담 및 공급참여 방식	강혜규	10,000
연구 07-13	한국의 아동빈곤실태와 빈곤아동지원방안	김미숙	7,000
연구 07-14	복지욕구 다양화에 따른 장애인 복지지표 개발연구	변용찬	7,000

보고서 번호	서 명	저자	가격
연구 07-15	유비쿼터스 기반의 e-Welfare 현황 및 발전방향 연구	정영철	7,000
연구 07-16	한국의 삶의 질 수준에 관한 연구	장영식	6,000
연구 07-17-1	2007년 국민기초생활보장제도 점검 평가 - 기초보장 수급자 및 담당자 심층면담을 중심으로	이태진	13,000
연구 07-17-2	의료급여 사례관리 및 효과분석	신영석	6,000
연구 07-17-3	2007년 빈곤통계연보	김태완	8,000
연구 07-17-4	기초생활보장제도 효과성에 관한 연구	노대명	5,000
연구 07-17-5	미국 Medicaid의 각주별 모니터링 체계 비교 연구	신영석	7,000
연구 07-17-6	국민기초생활보장제도 자산조사체계 효율화 방안 연구	최현수	8,000
연구 07-17-7	저소득층 의료욕구 측정에 관한 연구	신현웅	6,000
연구 07-17-8	사회정책의 진단과 동향	이태진	16,000
연구 07-18-1	Social Service Provision System: *the Issues of Public-Private Partnership in UK, US and Korea*	강혜규	5,000
연구 07-18-2	외국의 민간의료보험 정책 연구	홍석표	5,000
연구 07-19-1	국제결혼가족의 결혼·출산 행태와 정책방안	이삼식	6,000
연구 07-19-2	양육 지원 정책의 향후 발전방향: 국제 비교를 중심으로	신윤정	7,000
연구 07-19-3	2008년도 전국 노인생활실태 및 복지욕구조사 실시를 위한 기초연구	정경희	7,000
연구 07-19-5	노인 장기요양보험제도의 도입에 따른 노인요양시설의 경영전략 개발 연구	선우덕	9,000
연구 07-19-6	저출산·고령화 대책의 조직 및 평가체계 효율화 방안	조남훈	9,000
연구 07-19-7	사회교육기관의 저출산고령화대책 교육실태와 활성화 방안연구: 공공교육기관을 중심으로	오영희	6,000
연구 07-19-8	우리나라 노인의 사회참여 유형 분석 및 정책적 함의	이소정	6,000
연구07-19-9	International Seminar on Low Fertility and Policy Responses in Selected Asian Countries	강유구	7,000
연구 07-20	2006 한국복지패널 심층분석 보고서	김미곤	7,000
연구 07-21	2007 한국복지패널조사 기초분석 보고서	김미곤	12,000
연구 07-22-2	정부의 사회복지재정 DB 구축에 관한 연구(일차년도)-세출예산을 중심으로-	고경환	6,000
연구 07-22-3	사회회계행렬을 이용한 건강투자의 경제성장효과 분석	남상호	5,000
연구 07-22-4	사회예산분석과 정책과제	최성은	8,000
연구 07-22-6	바우처 제도의 효과제고를 위한 평가 방안	최성은	6,000
연구 07-23	2007 인터넷 건강정보 게이트웨이스텝 구축 및 운영	송태민	9,000
연구 07-24	의료이용 및 의료비패널 구축을 위한 1차 예비조사	정영호	9,000