

정책보고서 2020-00

발 간 등 록 번 호



사람을  
생각하는  
사람들



KOREA INSTITUTE FOR HEALTH AND SOCIAL AFFAIRS

# 환경보건정책 선진화를 위한 기후변화 대응 감염병 정책 연구

채수미

윤강재·배정은·우경숙·김보은·최지원



한국보건사회연구원

KOREA INSTITUTE FOR HEALTH AND SOCIAL AFFAIRS

**【책임연구자】**

**채수미** 한국보건사회연구원 연구위원

**【주요저서】**

보건 분야 기후변화 대응을 위한 근거 생산과 정책 개발

한국보건사회연구원, 2017(공저)

기후변화로 인한 건강영향평가(기후보건영향평가) 및 실태조사 방안 연구

질병관리청·한국보건사회연구원, 2018(공저)

**【공동연구진】**

**윤강재** 한국보건사회연구원 보건정책연구실장

**배정은** 한국보건사회연구원 전문연구원

**우경숙** 한양대학교 지역사회보건연구소 연구원

**김보은** 한국보건사회연구원 연구원

**최지원** 한국보건사회연구원 연구원

---

# 제출문

## 환경부 장관 귀하

본 보고서를 귀부와 용역계약(2020. 7. 1.)한 「환경보건정책 선진화를 위한 기후변화 대응 감염병 정책 연구」의 보고서로 제출합니다.

2020년 12월  
한국보건사회연구원 원장  
조 흥 식





<b>제1장 서론</b>	<b>1</b>
제1절 연구 배경	3
제2절 연구 내용 및 방법	6
<b>제2장 국내외 감염병 대응 정책</b>	<b>9</b>
제1절 감염병 대응 국제 동향	11
1. 세계보건기구	11
2. 미국	34
3. 유럽	48
4. 일본	60
제2절 감염병 대응을 위한 국내 보건 정책 동향	70
<b>제3장 기후변화에 따른 감염병 발생 근거 분석</b>	<b>107</b>
제1절 국외 곤충·동물 매개 및 수인성·식품 매개 감염병 발생 연구	109
제2절 국내 곤충·동물 매개 및 수인성·식품 매개 감염병 발생 연구	123
제3절 기후변화가 신종감염병의 발생 및 전파에 미치는 영향 연구	170
<b>제4장 결론</b>	<b>183</b>
제1절 기후변화에 따른 감염병 발생 근거 구축 강화	185
제2절 신종감염병 유행에 따른 기후변화 대응 필요성	190
제3절 기후변화 대응 감염병 정책 방향	193
<b>참고문헌</b>	<b>199</b>



# 표 목차

KOREA INSTITUTE FOR HEALTH AND SOCIAL AFFAIRS



〈표 2-1〉 주요 감염병 대응 전략 .....	21
〈표 2-2〉 글로벌 매개체 감염병 대응 전략(Global vector control response, 2017-2030)의 목표 .....	23
〈표 2-3〉 인수공통감염병과 소외감염질환에 대한 연구 우선순위(Research Priorities for Zoonoses and Marginalized Infections)의 인수공통감염병 및 소외감염질환 .....	27
〈표 2-4〉 에볼라 및 마르부르크 바이러스 대응 단계 .....	30
〈표 2-5〉 지카바이러스 대응 프레임 워크 .....	33
〈표 2-6〉 CDC 감염병 예방 전략의 요소 1(공중보건 기초 강화)의 우선순위 주요 활동 .....	37
〈표 2-7〉 CDC 감염병 예방 전략의 요소 2(공중보건 개입을 식별하고 구현) 우선순위 2B의 예시 .....	39
〈표 2-8〉 CDC 감염병 예방 전략의 요소 3(정책 개발 및 발전) 우선순위 3B의 예시 .....	39
〈표 2-9〉 ECDC 감염성 질환별 감시 네트워크 .....	53
〈표 2-10〉 일본 전수 파악 신고 대상 감염병 .....	60
〈표 2-11〉 일본 정점 파악 신고 대상 감염병 .....	61
〈표 2-12〉 위험 평가 기준 .....	65
〈표 2-13〉 위험 평가 예시(2016년 구마모토 지진의 피해·감염에 대한 위험 평가표, 2016년 4월 19일 현재) .....	65
〈표 2-14〉 도쿄도 감염병 전파 모기 지역 및 우선 감시 .....	69
〈표 2-15〉 현행 감염병예방법 상 급(級)별 법정감염병 .....	71
〈표 2-16〉 감염병예방법 개정안 시행(2020. 1. 1.)에 따른 감염병 분류 체계 개편 비교 .....	72
〈표 2-17〉 감염병예방법 및 보건복지부 고시에 따른 '급별' 법정감염병 이외 감염병 분류 체계 .....	73
〈표 2-18〉 법정감염병(제1급~제4급) 특성별 감시 방법·신고 및 보고 .....	77
〈표 2-19〉 감염병 병원체별 감시망 .....	78
〈표 2-20〉 역학조사 착수 시기 .....	80
〈표 2-21〉 코로나19로 인한 의료기관 손실 보상 사례 및 규모(2020년) .....	86
〈표 2-22〉 국가 감염병 관리 기술 R&D 3대 유형 및 10대 중점 분야 .....	96
〈표 2-23〉 제4차 국민건강증진종합계획(HP2020)의 '감염질환 관리' 영역 세부 과제별 목표와 주요 사업 .....	101
〈표 2-24〉 「공공보건으로 발전 종합대책」의 감염병 환자 전문진료체계 .....	105
〈표 2-25〉 「제2차 감염병 예방관리 기본계획」의 신종 감염병 환자 전문진료체계 .....	105
〈표 3-1〉 곤충·동물 매개 감염병의 체계적 문헌 고찰 검색어 .....	126
〈표 3-2〉 수인성·식품 매개 감염병의 체계적 문헌 고찰 검색어 .....	127

---

〈표 3-3〉 체계적 문헌 고찰을 위한 선택 및 배제 기준 .....	128
〈표 3-4〉 국내 찌꺼기무시증 발생 환자 수 .....	136
〈표 3-5〉 백백터 매개 질병의 감염 및 전파에 영향을 주는 기후 요소 .....	141
〈표 3-6〉 국내 곤충·동물 매개 감염병 연구 목록 .....	148
〈표 3-7〉 국내 수인성·식품 매개 감염병 연구 목록 .....	164
〈표 3-8〉 기후 요인과 코로나19에 대한 연구 현황 .....	171
〈표 4-1〉 감염병 위기 시의 환경부 역할 .....	197



# 그림 목차

KOREA INSTITUTE FOR HEALTH AND SOCIAL AFFAIRS



[그림 1-1] 미래 감염병 발생에 대한 기후변화의 영향 .....	4
[그림 2-1] WHO의 조직도 .....	13
[그림 2-2] APSED III의 초점 영역 .....	15
[그림 2-3] 효과적 매개체 통제와 연관된 SDG의 주요 목표 .....	23
[그림 2-4] 인수공통 감염병 연구의 우선순위 .....	28
[그림 2-5] CDC 조직도 .....	35
[그림 2-6] ECDC 조직 구조(2020년 1월 기준) .....	51
[그림 2-7] ECDC의 Surveillance Atlas of Infectious Diseases 홈페이지 .....	53
[그림 2-8] 일본 흰줄숲모기 분포 확장 .....	66
[그림 2-9] 국가방역체계 개편 요약 .....	75
[그림 2-10] 제2차 감염병 예방관리 기본계획의 비전·목표·중점 과제 .....	92
[그림 2-11] 제2차 감염병 예방관리 기본계획의 주요 성과지표 .....	98
[그림 2-12] 제4차 국민건강증진종합계획(HP2020)의 기본 틀 .....	100
[그림 2-13] 공공보건의로 발전 종합대책의 기본틀 .....	104
[그림 3-1] 기후변화, 기타 결정 요인, 매개체 감염병의 상호작용 .....	115
[그림 3-2] 기후변화와 수인성·식품 매개 감염병의 관계 .....	119
[그림 3-3] 체계적 문헌 고찰 논문 선별 과정 및 결과 (국내 곤충·동물 매개 감염병 발생 연구) .....	130
[그림 3-4] 체계적 문헌 고찰 논문 선별 과정 및 결과(국내 수인성·식품 매개 감염병 발생 연구) .....	131
[그림 3-5] 국내 곤충·동물 매개 감염병 발생 연구 연도별 발표 건수 및 국내외 분포 .....	132
[그림 3-6] 국내 곤충·동물 매개 감염병 종류별 연구 분포 .....	133
[그림 3-7] RCP 시나리오에 따른 매개체 역량과 강도 .....	143
[그림 3-8] 국내 수인성·식품 매개 감염병 발생 연구 연도별 발표 건수 및 국내외 분포 .....	157
[그림 3-9] 국내 수인성·식품 매개 감염병 종류별 연구 분포 .....	158
[그림 4-1] 기후변화와 감염병과의 관계 .....	185
[그림 4-2] 감염병 매개체 종합 감시 사업 체계도 .....	196

사람을  
생각하는  
사람들



KOREA INSTITUTE FOR HEALTH AND SOCIAL AFFAIRS



# 제1장

## 서론

제1절 연구 배경

제2절 연구 내용 및 방법



# 제 1 장 서론

## 제1절 연구 배경

- 국내외에서 기후변화의 위협에 대한 위기 의식 증가
  - 세계보건기구(World Health Organization, WHO)는 인간의 건강에 위협이 될 것으로 예상되는 중요한 보건 정책 이슈로 기후위기를 지적함.
    - WHO는 2019년에도 기후변화(climate change)를 선정했으나, 2020년에는 기후위기(climate crisis)라는 용어를 사용해 기후변화가 환경적 변화에서 그치는 것이 아니라 건강에 영향을 미치는 우선적인 정책 과제임을 강조함.<sup>1)</sup>
  - 국내에서도 최근 기온이 지속적으로 증가하고 있을 뿐 아니라, 2020년 여름에는 이상 기온 현상을 경험했음.
    - 1973~2018년 우리나라 평균 표면 기온 상위 10위 해에 2018년, 2017년, 2016년, 2015년, 2014년이 다섯 해가 포함돼 있음(기상청, 2020b, p. 35).
    - 우리나라의 2020년 여름은 평년에 비해 덥지 않았지만, 이상기온 현상으로 많은 피해가 발생했음.
      - 6월 기온은 1973년 이래로 가장 높았으며, 7월에는 장기간 장마가 지속됐으며, 8월에는 강한 태풍이 세 차례 발생했음(기상청, 2020a, p.35).
- 기후변화와 미래 감염병 발생의 관련성
  - 인간은 감염성 질환에 대해 면역력과 내온성(endothermy)이라는 두 가지 방

1) World Health Organization. Urgent health challenges for the next decade.  
<https://www.who.int/news-room/photo-story/photo-story-detail/urgent-health-challenges-for-the-next-decade> 에서 2021.12.14. 인출.

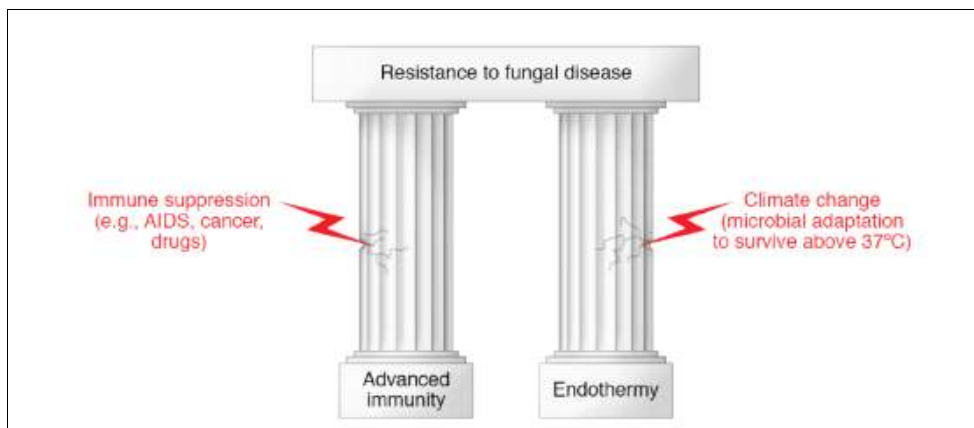
어 기제를 갖추고 있음.

- 인간은 선천적으로, 그리고 후천적 적응으로 면역 체계를 강화해 감염병으로부터 스스로를 보호할 수 있는 힘을 갖게 됨.
- 또한 내온성이 열 억제 구역(thermal inhibitory zone)을 생성해 감염병을 일으키는 미생물을 억제할 수 있음.
- 약 95%의 균종(fungal species)이 인간의 심부체온으로 억제됨.

○ 그러나 이 두 가지 중요한 보호 방안은 위협을 받고 있으며, 기후변화가 위협 요소로 작용함.

- 인간면역결핍바이러스(Human Immunodeficiency Virus, HIV)감염이나 면역 억제제 사용 등은 면역력에 부정적인 영향을 미칠 수 있고, 그것은 감염병 발생과 관련이 있음.
- 대부분의 균종이 포유류의 온도에서 살아남기 어렵기는 하지만, 균류가 더 높은 온도에 적응하면서 일부 균종은 생존할 수 있게 됨.
- 즉, 지구온난화는 균류의 적응력을 높이고, 인간에게 병원성을 갖는 균종은 내온성으로 만들어진 방어 장벽을 무너뜨릴 수 있음(Casadevall, 2020, p.554).

[그림 1-1] 미래 감염병 발생에 대한 기후변화의 영향



자료: Casadevall, A. (2020). Climate change brings the specter of new infectious diseases. J Clin Invest, 130(2), p. 554.

□ 코로나바이러스감염증-19(이하, 코로나19)의 대유행으로 기후변화에 따른 신종 감염병 발생 가능성 대한 사회적 관심 증가

○ 코로나19가 유행 초기에는 중국에서 시작된 아시아의 신종 감염병으로 인식되었으나, 국내 첫 발생 이후 약 11개월이 지난 지금 전 세계에서 약 7,265만 명의 확진자와 1,620만 명의 사망자가 발생함.

- 우리나라에서는 2월, 8월 급증 사례 이후 겨울 들어 일일 최다 확진자 수를 나타내고 있음.<sup>2)</sup>

○ 기후변화에 의해 인간과 동물이 새로운 환경에 가능성이 높아지면서 전례 없는 병원체의 출현과 전파의 위험을 배제할 수 없게 되었으므로 기후변화에 대한 선제적이고 적극적인 대응 계획이 필요하다는 것에 대부분의 전문가들이 동의함.

- 미래 새로운 감염병의 피해를 최소화하기 위해서는 사스(중증급성호흡기증후군), 메르스(중동호흡기증후군), 코로나19와 같은 새로운 감염병뿐 아니라 토착화되었거나 현재 발생률이 낮은 감염병을 포괄하여 대비할 필요가 있음.

□ 기후변화에 따른 감염병의 발생과 유행 가능성에 대한 논의가 확산되고 있는 반면, 그에 대한 근거는 불확실한 상황에서 정책적 대응 필요성 증가

○ 기후변화에 관한 정부 간 협의체(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)에서는 기후변화에 따른 건강 영향으로 뎅기열, 말라리아 등 곤충·동물 매개 감염병, 설사병 등 수인성·식품 매개 감염병을 강조하고 있음 (Confalonieri et al., 2007; Parry et al., 2007, pp. 391-431).

○ 우리나라 ‘제2차 국가 기후변화 적응 대책’의 건강 부문 리스크에는 기온 상승으로 인한 곤충 매개 감염병, 건물 곰팡이, 균류 증가 등이 포함돼 있으나(관계 부처합동, 2015, p. 243), 감염병 리스크에 대응하기 위한 적응 사업은 보건

2) Coronaboard.  
<https://coronaboard.kr/en/>에서 2020. 12. 14. 인출.

정책 내에서 전통적으로 운영되어 왔던 감염병 관리 사업 위주로 편성돼 있음.

○ 이에 따라 기후변화가 감염병에 미치는 영향을 체계적으로 검토하고 국내 여건에 맞는 정책 방향을 검토할 필요성이 제기됨.

□ 이에 이 연구에서는 기후변화에 따른 감염병 발생 근거를 검토하고 국내외 감염병 대응 정책 현황을 분석해 시사점을 도출하여 국내 여건을 고려한 정책 방향을 이끌어 내고자 함.

## 제2절 연구 내용 및 방법

### 1. 연구 내용

□ [연구 주제 1] 감염병(기존, 신종)에 대한 연구 동향 및 대응 정책·사례 조사

○ WHO, 유럽 질병예방통제센터(ECDC), 미국, 일본 등 주요 국제기구 및 국가의 감염병 대응 관련 정책 어젠다 조사

○ 기후변화에 따른 감염병 관리 및 적응 사례 조사

- 우리나라 감염병 대응 관련 정책 조사
- 국외 감염병 대응 관련 정책 조사

□ [연구 주제 2] 기후변화에 따른 감염병 발생 근거 분석

○ 기후변화가 곤충·동물 매개 감염병, 수인성·식품 매개 감염병에 미치는 영향 연구

- 국내 기후변화로 인한 환경보건 관점의 건강 영향 연구 분석
- 국외 최근 연구 동향 조사

○ 기후변화가 신종 감염병(코로나19)의 발생 및 전파에 미치는 영향 연구

- 기후변화와 코로나19의 관계 분석 연구 조사
- 기후변화에 따른 코로나19 발생 전망과 분석에 대한 검토

□ [연구 주제 3] 기후변화와 국가 정책(감염병 예방·관리) 등의 연계 방안 마련

- 기후변화가 감염병에 미치는 영향 근거 추적 등 모니터링 강화
  - 기후변화가 감염병 위험에 미치는 영향 예측 시스템 마련 등
- 감염병 예방·관리 정책 수립 시 기후변화 고려 방안 검토
- 기후변화에 따른 환경보건·감염병 대응 정책(환경 부문) 제언

## 2. 연구 방법

□ [연구 주제 1] 감염병(기준, 신종)에 대한 연구 동향 및 대응 정책·사례 조사

- 국내외 중앙정부 발간 자료 및 선행연구 검토
  - 국제기구 및 국외 관계 당국의 감염병 관리 및 미래 대응을 위한 어젠다 조사
  - 국외 기후변화에 따른 감염병 관리 및 적응 사업 조사
- 환경 및 보건 당국 관계자, 전문가 간담회 개최
  - 국내 감염병 대응 정책 파악 및 진단

□ [연구 주제 2] 기후변화에 따른 감염병 발생 근거 분석

- 체계적 문헌 고찰(Systematic Review)
  - 국내 기후변화(고온을 중심으로)가 곤충·동물 매개 감염병, 수인성·식품 매개 감염병에 미치는 영향에 대한 근거 분석
- 국외 연구 및 문헌 조사
  - 기후변화와 곤충·동물 매개 감염병, 수인성·식품 매개 감염병에 대한 최근 국외 주요 연구 동향
  - 기후변화와 신종 감염병의 관련성에 대한 주요 연구 결과 파악



## 8 환경보건정책 선진화를 위한 기후변화 대응 감염병 정책 연구

□ [연구 주제 3] 기후변화와 국가 정책(감염병 예방·관리) 등의 연계 방안 마련

○ 전문가 간담회 개최

- 감염병 대응을 위한 환경보건 당국의 정책 방향에 대한 의견 수렴
- 신종 감염병 확산에 따른 국내 기후변화 적응 정책의 개선 방향 논의

사람을  
생각하는  
사람들



KOREA INSTITUTE FOR HEALTH AND SOCIAL AFFAIRS



## 제2장

### 국내외 감염병 대응 정책

제1절 감염병 대응 국제 동향

제2절 감염병 대응을 위한 국내 보건 정책 동향



## 제2장 국내외 감염병 대응 정책

### 제1절 감염병 대응 국제 동향

#### 1. 세계보건기구

##### 가. 목표 및 기능

□ 1948년 발족한 세계보건기구(WHO)는 유엔 산하 전문 기구로서 ‘인종, 종교, 정치적 배경, 사회·경제적 지위와 관계없이 가장 높은 수준의 건강 실현’을 설립 원칙으로(WHO, 2018a, p. 6) 하여 현재까지 인구의 건강 증진을 도모하기 위해 전 생애주기의 인적 자본, 비감염성 질환, 정신건강, 개발도상국의 기후변화, 항생제 내성, 영향력이 큰 감염성 질환<sup>3)</sup> 등의 이슈에 대한 다양한 국제적 활동에 앞장서고 있음.

□ 특히 2023년까지 1) 건강 증진, 2) 안전 유지, 3) 취약자 보호 미션 아래 모든 연령대의 건강 및 웰빙 보장을 목표로 ① 보편적 의료보장의 혜택을 누리는 인구, ② 공중보건 위기(health emergency)로부터 보호받는 인구, ③ 더 나은 건강 및 웰빙을 영위하는 인구 각각 십억 명 이상 달성을 의미하는 ‘triple billion’을 전략적 우선순위로 내세우고 있음(WHO, 2019, p. 4). 이 중 공중보건 위기로부터의 보호는 감염병으로부터의 보호를 포함함(WHO, 2019, p. 22).

□ WHO 헌장에 의거한 구체적인 주요 기능<sup>4)</sup>은 다음과 같음.

① 국제보건사업에 대한 지도적·조정적 기구로 활동함.

3) WHO 홈페이지. About WHO. <https://www.who.int/about/what-we-do>에서 2020. 8. 25. 인출.

4) WHO 홈페이지. CONSTITUTION OF THE WORLD HEALTH ORGANIZATION.

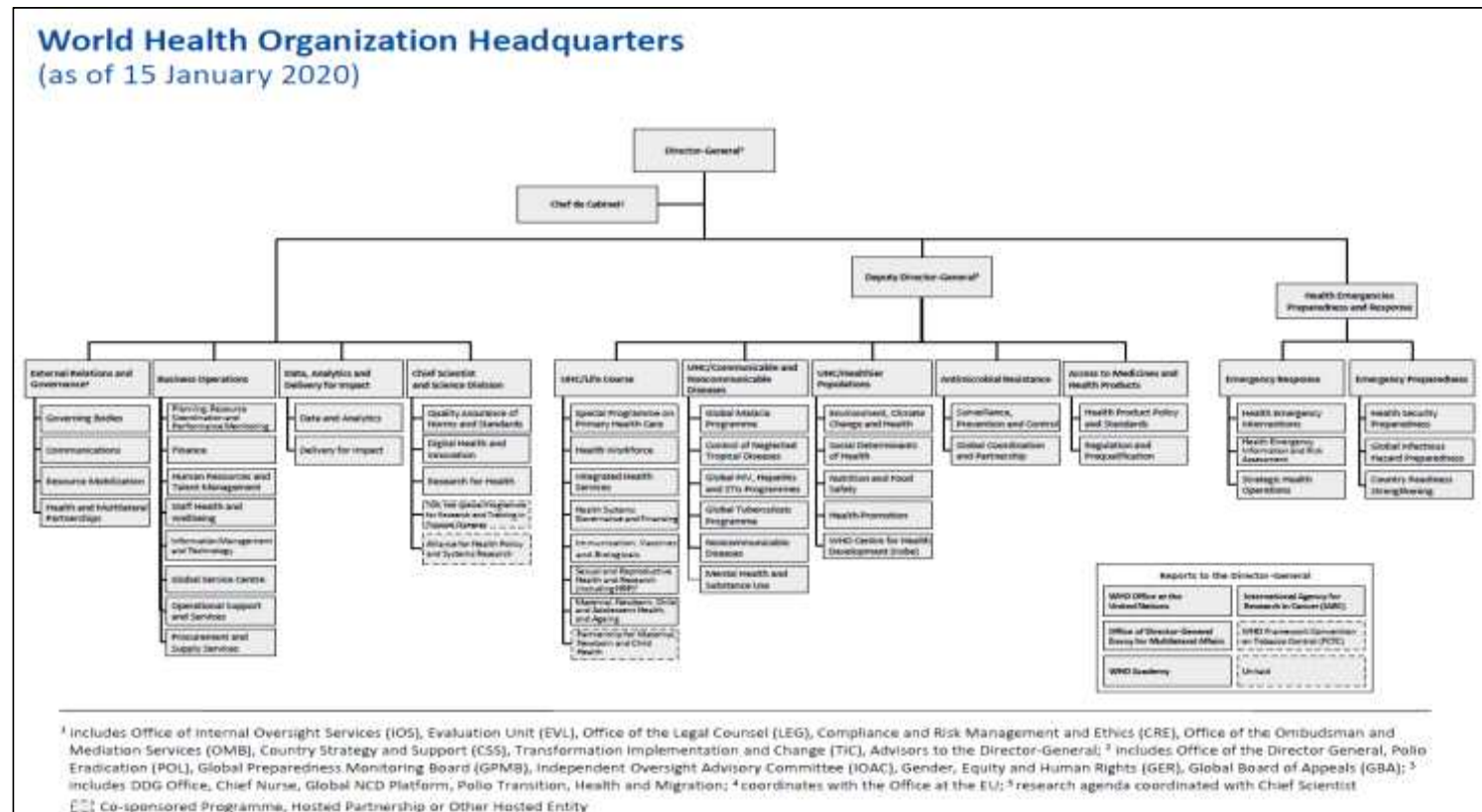
<https://apps.who.int/gb/bd/PDF/bd47/EN/constitution-en.pdf?ua=1>에서 2020. 8. 25. 인출.

- ② 요청이 있을 경우 보건의료 서비스 강화를 위해 정부를 지원함.
- ③ 역학 및 통계학을 포함해 필요한 행정적·기술적 서비스를 확립, 유지함.
- ④ 감염병, 풍토병 등의 질병을 퇴치하기 위한 사업을 장려, 촉진함.
- ⑤ 영양, 주거, 위생, 여가, 경제 상태 또는 근로 조건 및 환경 위생을 개선함.
- ⑥ 건강 증진에 공헌하는 과학적, 전문적 단체 간의 협력을 장려함.
- ⑦ 보건과 관련한 국제 조약, 협정 및 규칙을 제안하고 그에 따른 임무를 이행함.
- ⑧ 모자보건과 복지를 장려하고 정신건강 분야의 활동을 육성함.
- ⑨ 보건 분야의 연구를 촉진 및 지도함.
- ⑩ 보건, 의료 및 관련 직업에 대한 교육 및 훈련 기준을 개선함.
- ⑪ (일반 대중을 포함한) 보건 분야의 정보, 조언 및 원조를 제공함.
- ⑫ 식품, 생물학 및 의약품에 관련된 국제적 기준을 확립함.

## 나. 조직 구성

- WHO 본부의 하위 조직은 주요 활동 분야별로 구분되어 있으며, 감염병 대응 또는 기후변화, 건강과 관련한 업무를 담당하는 조직은 아래와 같음.
- 말라리아, 소외열대질환, 에이즈, 간염 및 성 매개 감염병, 결핵 등을 비감염성 및 감염성 질환(UHC/Communicable and Noncommunicable Diseases) 조직에서 담당하고 있으며, 공중보건 위기 대비 및 대응 조직이 별도로 구성되어 세계적 감염 위험에 대한 대비 및 대응을 담당함.
- 건강한 인구(UHC/Healthier Populations) 조직 내 환경, 기후변화와 건강(Environment, Climate Change and Health)팀에서는 보건 분야의 리더십 강화, 정치·사회적 지원 메커니즘 구축, 건강에 영향을 미칠 수 있는 환경적 위협과 관련된 지속 가능한 개발 목표(Sustainable Development Goal, 이하 SDG) 달성 정도 모니터링 등에 관여하고 있음.

〔그림 2-1〕 WHO의 조직도



자료: WHO 홈페이지. WHO - organizational structure.

[https://www.who.int/docs/default-source/documents/about-us/who-hq-organigram.pdf?sfvrsn=6039f0e7\\_4](https://www.who.int/docs/default-source/documents/about-us/who-hq-organigram.pdf?sfvrsn=6039f0e7_4)에서 2020. 8. 19. 인출.

## 다. 감염병 대응 전략

### 1) 중장기 총괄 전략

□ 2003년 사스(Severe Acute Respiratory Syndrome, 이하 SARS)의 세계적 유행을 계기로 기존의 국제보건규약(International Health Regulations, IHR)으로는 신종 감염병을 통제하는 데 한계가 있었고 예방과 관리를 위한 국제협력과 공조 체계 강화 필요성이 제기되어 국제보건규약은 1969년 채택 이후 36년만인 2005년에 전면 개정되었음(이덕형, 박기동, 2005, p. 785).

○ 기존에는 페스트, 콜레라, 황열 3개 감염병에 국한해 집중적으로 감시하고 WHO에 보고하는 것을 의무화하였으나, 2005년 개정에 따라 공중보건에 위협이 되는 모든 질병을 감시하는 것으로 적용 질병을 확대하고 이에 대한 신고를 의무화함(이덕형, 박기동, 2005, p. 787).

□ WHO 서태평양 지역 사무처(World Health Organization's Western Pacific Regional Office, WHO WPRO)에서는 2005년 국제보건규약의 이행을 위해 지역 특성에 맞는 감염병 대응 전략(Asia Pacific Strategy for Emerging Disease and Public Health Emergencies, APSED I)을 처음 발표하였고, 이후 평가 결과와 감염병 환경 변화 및 미래 요구를 반영해 2010년(APSED II), 2017년(APSED III) 두 차례 업데이트했음(WHO Regional Office for the Western Pacific, 2017, p. iv). 해당 전략에서는 [그림 2-2]와 같이 8가지의 초점 영역을 다룸.

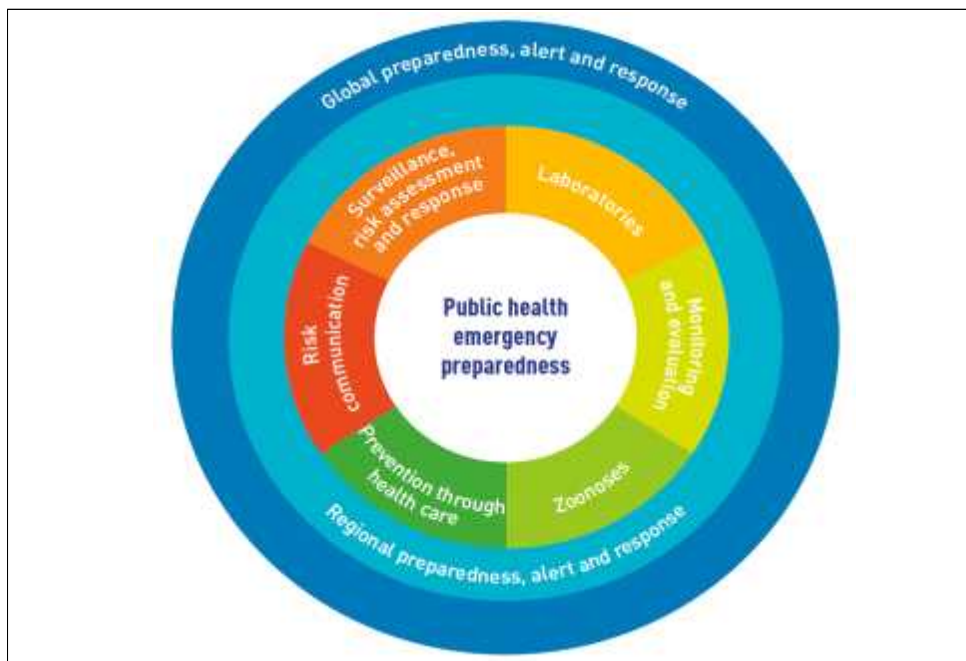
#### ① 공중보건 위기 대비(Public health emergency preparedness)

- 해당 영역은 주로 위기 계획 개발에 초점을 두고 있으나 시스템 마련의 중요성, 즉 보건의료 시스템을 비롯한 다른 부문 전반에 걸쳐 핵심 기능, 인력, 자원, 도구 및 시설 구축의 중요성을 강조함(WHO Regional Office for the Western Pacific, 2017, p. 11).
- 보건 부문은 공중보건 위기 상황에 대해 효과적인 계획을 수행하고 자원을

적절하게 배치하기 위해 특히 다른 부문 주체(농림, 교육, 환경, 외교, 무역 및 산업, 시민사회 등)와의 협력이 필수적임을 언급함(WWHO Regional Office for the Western Pacific, 2017, p. 11).

- 일례로 대부분의 회원국에서는 국가 차원에서 동물과 인간의 건강 영역 간 조정 기전을 마련해 인수공통감염병을 해결하고 있으나, 이러한 기전은 지속적으로 작동하기보다 주로 대응 중에만 활성화되므로 향후 개선이 필요함을 지적함.
- 또한, WHO와 회원국의 연락 창구 기관(National IHR Focal Point, NFP) 간에는 위기 소통을 지속하기 위해 24시간 소통 시스템을 갖추고 있는데, 커뮤니케이션 향상을 위해 식품, 환경보건, 화학 및 방사선 안전 등 타 부문과의 소통 체계 구축 필요성을 제기함(WHO Regional Office for the Western Pacific, 2017, p. 15).

[그림 2-2] APSED III의 초점 영역



자료: WHO Regional Office for the Western Pacific. (2017). Asia pacific Strategy for Emerging Disease and Public Health Emergencies-Advancing implement of the International Health Regulations(2005). p. 10. Fig 2.



② 감시, 위험 평가 및 대응(Surveillance, risk assessment and response)

- 감시, 위험 평가 및 대응은 공중보건 위기 상황의 건강 및 사회적 결과를 최소화하기 위한 의사 결정의 기본 요소로, 위험 평가는 위험 관리 프레임워크 내 다양한 정보 자원을 토대로 의사 결정에 지침이 되는 위험 수준을 결정하는 과정으로 정의할 수 있으며, 이는 공중보건 위험에 적절히 대응하고 자원의 우선순위를 결정하고 동원하는 데 핵심적인 역할을 함(WHO Regional Office for the Western Pacific, 2017, p. 17).
- 특히 과거 대응 경험을 토대로 공식·비공식적 정보원으로부터 확인되는 특이 동향, 사건에 대한 정보 수집 체계인 사건 기반 감시(event-based surveillance)에 보건의료 종사자를 포함하는 것은 신종 질병이나 공중보건 위협을 신속하고 적절하게 탐지하는 데 중요한 역할을 하는 것으로 평가함(WHO Regional Office for the Western Pacific, 2017, p. 17).
- 향후 사회적 결정 요인을 고려한 적절한 위험 평가를 수행하기 위해 감시 데이터를 다른 유형의 보건 정보나 보건 이외 다른 부문의 데이터와 결합할 필요가 있음을 지적함(WHO Regional Office for the Western Pacific, 2017, p. 17).
- 노출 및 상황별 취약성에 따라 세부적으로 위험을 평가하고 의사 결정자에게 필요한 대응의 목표, 성격, 규모, 시기, 유형 등에 대한 과학적 근거를 제공하기 위해 이전과는 다른 유형의 정보가 요구됨(WHO Regional Office for the Western Pacific, 2017, p. 17).

③ 진단검사(Laboratories)

- 향후 실험실 진단검사 시스템은 질병을 진단하는 기본 기능을 유지하되 새로운 병원체 또는 항생제 내성 양상, 환경, 화학 및 방사선 위협과 같은 새로운 위협의 출현에 적응할 수 있는 유연성이 요구됨. 감시 및 위험 평가를 위해 실험실 데이터를 정기적으로 공유할 필요가 있고, 새로운 진단 기술과 도구 개발을 통해 신종 감염성 질환 및 기타 공중보건 위협 감지, 특성화 실현이 가능함을 강조함(WHO Regional Office for the Western Pacific,

2017, p. 22).

④ 인수공통감염병(Zoonoses)

- 인수공통감염병은 아시아 태평양 지역 내 동물-인간-환경 간 복잡한 사회적·문화적·경제적 상호작용으로 인해 발생률이 매우 높음. 특히 가축 및 농작물에 대한 항생제 남용이 항생제 내성을 유발해 이를 섭취하는 인간에게 심각한 건강 위협이 되고 있으며, 이는 전 세계적으로 심각한 수준임(WHO Regional Office for the Western Pacific, 2017, p. 25).
- 인수공통감염병과 항생제 내성으로 인한 위협에 대처하기 위해 인간, 가축, 야생 동물, 환경 부문은 물론 영향을 받는 지역사회와 시민사회 조직 간의 효과적인 의사소통, 협력 및 조정 기전을 포함하는 다분야 및 다중 이해관계자 접근이 요구됨(WHO Regional Office for the Western Pacific, 2017, p. 25).
- 이러한 맥락에서 WHO는 유엔 식량농업기구(Food and Agriculture Organization of the UN, FAO), 세계동물보건기구(World Organisation for Animal Health, OIE)와 원헬스(One Health) 접근법으로 인간-동물 간 건강 위협을 해결하기 위해 삼자 간 전략적 제휴를 맺어 활동하고 있음(WHO Regional Office for the Western Pacific, 2017, p. 25).

⑤ 의료 체계 강화(Prevention through health care)

- 보건의료 체계는 감염병 발병과 공중보건 위기 상황을 예방하고 대응하기 위한 필수적 기반으로 에볼라 및 메르스 확산 이후 평가 결과, 공중보건 시스템만으로는 한계가 있고 의료 시스템 강화가 수반되어야 함이 드러남(WHO Regional Office for the Western Pacific, 2017, p. 27).
- 이를 통해 미래 감염병의 발생 가능성을 줄이고 항생제 내성 위협에 대처하기 위한 새로운 질병 예방, 감지 및 대응이 가능함.
- 의료 환경 내에 효과적인 감염 예방 및 통제 체계(Infection prevention and control, IPC)를 구축하는 것은 의료 인력과 환자를 비롯해 환자의 가

죽, 지역사회의 전파 위험을 줄이기 위한 필수 요소로, 이를 제대로 갖추지 못한 국가에서는 사스, 에볼라, 메르스 유행 시 병원 내 전파가 있었음 (WHO Regional Office for the Western Pacific, 2017, p. 27).

- 의료 인력은 이미 알려진 감염병의 변화 인식, 새로운 감염병 조기 발견에 중요한 역할을 하며, 이를 발견한 임상가는 보건 당국에 즉각 보고하고 보건 당국은 공중보건 위협 정보를 확산시켜야 하므로 긴밀한 상호작용을 위해 의료와 공중보건 체계 간 강력한 연결고리를 설정하는 것이 중요함 (WHO Regional Office for the Western Pacific, 2017, p. 27).
- 그뿐만 아니라 의료 환경에서의 적절한 항생제 사용이 항생제 내성 확산을 방지할 수 있어 이에 대한 지속적인 모니터링이 필요함.
- 특히 일상적인 진료 기간 동안 보건의료 시스템의 효과 및 안전성 강화에 주력하고, 공중보건 위기 상황 시 복원력 향상을 강조함(WHO Regional Office for the Western Pacific, 2017, p. 28).
- 이는 대응 역량(surge capacity) 요구에 대한 계획, 치료의 우선순위 설정, 소모품 공급, 임상적 관리 및 IPC 강화 등을 포함함.

#### ⑥ 위기 소통(Risk communication)

- 위기 소통은 정보에 입각한 의사 결정을 하고 긍정적인 행동 변화를 수행하며 보건 당국에 대한 신뢰를 유지하는 데 필요한 광범위한 커뮤니케이션을 포괄하는 의미로 국제보건규약에서 요구하는 핵심 역량 중 하나임. WHO를 비롯한 회원국들은 조류독감, Dengue, 메르스, 지카 등의 감염병뿐만 아니라 홍수, 태풍 등의 자연재해에 대응하는 과정에서 위기 소통을 실행하기 위한 계획과 가이드라인을 개발해 옴(WHO Regional Office for the Western Pacific, 2017, p. 32).
- 향후 과제로 위기 소통을 위기 평가 및 위기 관리 프로세스의 핵심 기능으로 설정해 나가는 일이 남아 있으며, 의사소통 효과에 대한 근거를 마련하는 데 중점을 둘 필요가 있음. 또 새로운 정보 및 의사소통 채널의 접근성 향상, 위기 의사소통 기술과 훈련된 인력 발굴이 요구됨(WHO Regional Office for the Western Pacific, 2017, p. 32).

## ⑦ 지역 단위의 대비 및 대응(Regional preparedness, alert and response)

- WHO는 국제보건규약(2005)에 따라 특히 국제 질병 확산 가능성과 관련해 모든 급성 공중보건 위기 및 비상사태를 감지, 평가 및 대응하는 데 있어 전 세계 및 지역의 시스템과 역량을 강화할 권한을 가짐(WHO Regional Office for the Western Pacific, 2017, p. 35).
- 지역 단위의 신속 대응 메커니즘은 신종 질병 발생 또는 공중보건 위기 시 지역의 위기 대응 능력을 강화하고 지역 및 국제적으로 건강 보안 위협에 대응하는 능력을 강화하는 자원이 됨. 여기에는 위기 사건 관리 및 조정 조치, 응급의료팀 동원 및 비축 자원 동원을 위해 파트너와 협력하는 것이 포함될 수 있음(WHO Regional Office for the Western Pacific, 2017, p. 35).
- 다수 회원국과의 첫 번째 연락 창구인 WHO의 지역·국가 사무소는 국제유행병대응네트워크(Global Outbreak Alert and Response Network, GOARN)와 같은 지역 및 글로벌 신속 대응 메커니즘을 활용함(WHO Regional Office for the Western Pacific, 2017, p. 35).
  - 2000년 60개의 파트너 기관으로 공식 출범해 2019년까지 총 230여 개의 기관이 참여하고 있는 GOARN의 가장 큰 목적은 현지 대응 역량이 부족한 국가에서 요청이 있을 경우 전문가를 신속히 파견함으로써 유행 상황에 대한 정확한 조사 및 평가를 통해 공중보건 위기 요소를 줄이고 해당 국가의 대응을 지원하는 데 있음(김인호, 이선규, 2020, p. 2289).

## ⑧ 모니터링 및 평가(Monitoring and evaluation)

- 모니터링 및 평가는 지속적 학습을 촉진하고 향후 조치를 개선하기 위해 발생한 일을 분석 및 평가하는 것으로 WHO 회원국은 다양한 형태로 이를 수행하고 있으며, 해당 영역의 핵심 요소는 다음과 같음(WHO Regional Office for the Western Pacific, 2017, p. 38).
  - 국가·지역의 통합된 계획 및 검토 프로세스 강화
  - 지속적인 시스템 개선을 위한 학습 촉진

- 모니터링 및 평가 프로세스의 역량뿐 아니라 작동 여부 측정
- 다부문의 이해관계자를 포함하는 모니터링 및 평가 파트너십 촉진
- 보고에 대한 투명성 및 책임 촉진

□ WHO는 유행 시 전 세계적으로 치명적인 영향을 줄 가능성이 높아 즉각적 대응이 필수적인 감염병 15개<sup>5)</sup>를 발표하였음. 대부분이 국제보건규약 모니터링의 대상이자, 감염병 국제 공조인 글로벌 보건 안보 어젠다(Global Health Security Agenda)의 일부임.

○ 에볼라, 라사열, 크리미안콩고출혈열, 황열, 지카, 치쿤구니아열, 조류독감과 같은 인수공통 독감, 계절성 독감, 유행성 독감, 메르스, 콜레라, 원숭이두창, 흑사병, 렙토스피라증, 수막구균성 수막염

## 2) 질환별 대응 전략

□ WHO는 감염병에 대한 정책 어젠다, 로드맵, 전략 계획 등 다양한 형태로 질환별 대응 전략을 발표해 왔으며, 2012년 이후 환경의 변화와 관련이 있는 기후변화 감염병, 신종 감염병, 인수공통감염병에 대한 정책 전략을 수립함.

---

5) WHO. (2018b). Managing epidemics: Key facts about major deadly diseases. Geneva: World health organization.

〈표 2-1〉 주요 감염병 대응 전략

구분	연도	전략명
인플루엔자	2009	- WHO Public Health Research Agenda for Influenza
결핵	2010	- The Global Plan to Stop TB 2011-2015
	2011	- An International Roadmap for Tuberculosis Research
	2014	- Post-2015 Global TB Strategy
만성 감염병	2015	- Global Health Sector Strategy on HIV
	2015	- Global Health Sector Strategy on Viral Hepatitis, 2016-2021
매개체 감염병	2011	- 2012-2020 Global Strategy for Dengue Prevention and control
	2013	- Regional framework for surveillance and control of invasive mosquito vectors and re-emerging vector-borne diseases 2014-2020
	2015	- Global Technical Strategy for Malaria 2016-2030
	2017	- Global vector control response 2017-2030
인수공통 감염병	2012	- Research Priorities for Zoonoses and Marginalized Infections
신종 감염병	2014	- Ebola and Marburg Virus Disease Epidemics: Preparedness, Alert, Control, and Evaluation
	2016	- Zika Strategic Response plan
	2020	- COVID-19 Strategic Preparedness and Response Plan
예방접종 질환	2014	- Global Vaccine Action Plan 2011-2020

자료: 한국보건산업진흥원. (2017). 보건의료 RnD 전문가 리포트 (국내외 감염병 대비대응 동향). p. 4 표 수정·보완.

## 가) 매개체 감염병

□ 주요 매개체 감염병은 말라리아, 뎅기열, 림프사상충증(lymphatic filariasis), 샤가스병(Chagas disease), 회선사상충증(Onchocerciasis), 리슈만편모충증(leishmaniases), 치쿤구니아, 지카바이러스감염증, 황열, 일본뇌염 및 주혈흡충증이며, 특정 지역이나 인구에서 발생하는 진드기 매개 감염병까지 포괄함.

○ 인구사회학 및 환경적 변화는 매개체 질환 병원체 확산에 심각한 영향을 미치는데, 특히 계획되지 않은 도시화, 비위생적 상수도 공급, 부적절한 고형 폐기물 또는 분뇨 처리는 모기에 의한 바이러스성 질환 확산의 위험을 초래할 수 있고, 국가 간 여행 및 무역의 증가는 삼림 파괴와 같은 환경적 요인 및 기후변화와 결합해 병원체의 매개체 수와 전파 양상에 영향을 끼칠 수 있음(WHO, 2017, p. 3).

- 이러한 변화들은 2014년부터 뎅기열, 말라리아, 치쿤구니아, 황열, 지카바

이러스감염증의 유행을 야기함.

- 말라리아, 회선사상충증, 샤가스병은 강력한 정치적·재정적 투입으로 대대적 발  
생률 감소의 성과를 이루어 냈으나, 여전히 효과적 통제라는 과제가 남아 있어 지  
역 상황에 따른 최적화된 중재를 위해 관련 프로그램을 재정렬할 필요가 있음  
(WHO, 2017, p. 3).
- SDG 목표에서 알 수 있듯이 매개체 감염병의 통제 및 퇴치를 위해서는 보건 부  
문의 단일 개입으로는 한계가 있으며, 특히 건강 환경 조성을 위해 다부문 접근법  
이 요구됨(그림 2-3 참고).
- 건강과 복지 보장(목표 3)을 달성하기 위해서는 효과적인 매개체 통제가 필수  
적이며, 빈곤 종식(목표 1), 깨끗한 물과 위생(목표 6), 지속 가능한 도시와 지  
역사회(목표 11), 기후변화 대응(목표 13) 이니셔티브가 필요함(WHO, 2017,  
p. 7).
- 2017년 수립된 글로벌 매개체 감염병 대응 전략(Global vector control  
response 2017-2030)은 기존에 발표된 매개체 질환별 전략과 차별성을 두어  
증가하는 매개체 질병의 부담과 위협을 해결하기 위해 국가에서 일관되고 조정된  
노력을 하도록 돕는 것을 목표로 함.

[그림 2-3] 효과적 매개체 통제와 연관된 SDG의 주요 목표



자료: WHO. (2017). WHO. (2017). Global vector control response 2017-2030. Geneva: World Health Organization. p. 11, Fig 3.

□ 글로벌 매개체 감염병 대응 전략은 ‘매개체 감염병으로 인한 고통이 없는 세상’의 비전 아래 ‘지역에 적합한 지속적·효과적 매개체 통제를 통한 매개체 감염 질환의 부담과 위협 감소’가 궁극적인 목적임(WHO, 2017, p. 15).

〈표 2-2〉 글로벌 매개체 감염병 대응 전략(Global vector control response, 2017-2030)의 목표

목표	2020	2025	2030
2016년 대비 전 세계적 매개체 질환 사망률 감소	30% 이상	50% 이상	75% 이상
2016년 대비 전 세계적 매개체 질환 발생률 감소	25% 이상	40% 이상	60% 이상
매개체 질환의 유행 예방 (국가 간 확산 방지를 위한 신속 감지 및 발병 규모 축소)		2016년에 전파되지 않은 모든 국가	모든 국가

자료: WHO. (2017). Global vector control response 2017-2030. Geneva: World Health Organization p. 15, Table 1.



□ 대응 프레임워크는 2개의 기반 요소(Foundation)와 4개의 행동 전략(Pillars of action)으로 구성됨.

○ 기반 요소 ① 매개체 통제 역량 강화

- 효과적이고 지속 가능한 매개체 통제 목표를 달성하기 위해서는 충분한 인적 자원, 인프라 및 기능적 보건의료 시스템이 필수 요소임. 이에 사용 가능한 인적 자원, 인프라, 제도적·재정적 자원의 목록을 작성하고, 매개체 통제를 위한 기존 조직 및 프레임워크를 포함해 요구도를 평가하는 것이 첫 번째 필수 단계임(WHO, 2017, p. 19).

○ 기반 요소 ② 기초 및 응용 연구와 혁신 촉진

- 물리적·사회적 환경 변화와 관련해 병원체, 매개체, 인간, 비인간 숙주 간 상호작용에 대한 이해를 돕기 위한 지속적인 기초 연구가 필요하며, 기초 연구 결과에 기반한 중재 효과를 평가하고 환경적으로 안전하고 지속 가능한 방식으로 매개체 통제 계획 전달을 최적화하기 위한 응용 연구가 필요함(WHO, 2017, p. 22).
- 매개체 통제를 효과적으로 하기 위해 필요한 연구 분야는 아래와 같음(WHO, 2017, p. 23).
  - 보건의료 체계 복원력 평가
  - 매개체 샘플링 도구 개선(특히 전파력이 낮은 환경에서의 매개체 질환 위험을 측정하기 위한 지표, 야외 모기 물림과 같은 매개체 행동 평가 방법 개발 필요)
  - 새로운 도구, 기술 및 접근 방식에 대한 혁신
  - 현재 및 새로운 중재 영향에 대한 근거
  - 환경 변화 측정(댐 건설, 대규모 관개 프로젝트, 도시화, 농업 관행의 대규모 변경 등 매개체에 영향을 줄 수 있는 지역 환경 변화 모니터링 필수)
  - 다학제적 접근 강화(부문 내·부문 간 협력 개선 위한 연구 수행)

○ 행동 전략 ① 부문 내·부문 간 협력 강화

- 효과적인 매개체 통제를 위해 보건 부문과 비보건 부문(예: 농림부, 환경부, 국토부, 재정부 등 타 부처, 개발 파트너, 민간 부문)뿐만 아니라 보건 부문 내(예: 국가 말라리아 및 기타 매개 질환 관리 계획, 물과 위생에 대한 이니셔티브, 건강 관리 정보 시스템 등) 협력이 요구됨을 강조함(WHO, 2017, p. 24).

#### ○ 행동 전략 ② 지역사회 참여 및 동원

- 지역사회는 매개체 통제의 성공과 지속가능성을 담보하는 데 핵심적인 역할을 하므로, 향후 질병 발생에 대한 복원력을 구축하기 위해 지역 주민들의 참여와 동원이 필요함(WHO, 2017, p. 27).

#### ○ 행동 전략 ③ 매개체 감시·모니터링 향상 및 중재 평가

- 감시, 모니터링 및 평가는 매개체 통제 프로그램의 핵심적인 요소로 매개체 감시에는 건강 위험 평가 및 매개체 통제 계획, 구현, 모니터링 및 평가를 위한 곤충 또는 달팽이 분포 자료의 정기적·체계적 수집, 분석 및 해석이 포함됨(WHO, 2017, p. 28).
- 모니터링은 계획의 수행 및 성과를 지속적으로 추적하는 것으로 미리 결정된 목표 및 목표에 대한 진행 상황을 확인하고 그에 따라 활동을 조정하는 것을 포함함. 마지막으로 평가는 계획의 진행 과정 및 결과를 평가하는 것을 의미함(WHO, 2017, p. 28).

#### ○ 행동 전략 ④ 통합적 도구와 접근의 확대

- 매개체 통제로 인한 공중보건 영향을 극대화하기 위해 핵심 역학 및 곤충학적 맥락에 적합한 중재의 배치 및 확장이 중요함(WHO, 2017, p. 30).
- 일부 설정에서는 여러 매개체 통제 중재가 단독 중재보다 전파 또는 질병 부담을 줄이는 데 더 큰 영향을 미칠 수 있으나 개선된 전달 메커니즘 또는 전략을 통해 근거에 기반한 적절한 중재의 조합이 요구됨(WHO, 2017, p. 30).

## 나) 인수공통감염병

- 인수공통감염병 및 소외감염질환(marginalized infectious disease)이 빈곤의 주요 원인이자 개발 저해 요인으로 작용하고 있다는 점에 주목해 WHO 내 열대 질병 연구 및 훈련을 위한 특별 프로그램(Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases, TDR) 부서에서 '빈곤과 인수공통감염병 및 소외감염질환에 관한 질병 자문 그룹(The Disease Reference Group on Zoonoses and Marginalized Infectious Diseases of Poverty)'을 발족함.
- 자문 그룹은 2012년 기존 연구에 대한 고찰 및 이해관계자 자문을 통해 인수공통감염병과 소외감염질환에 대한 연구 우선순위(research priorities)를 발표함(WHO, 2012, p. ix).
- 최근 발생한 HIV, 에볼라, 니파, 라사, 사스, H5N1 및 H1N1 인플루엔자 바이러스, E. coli O157:H7 모두 동물 매개 감염병임. 약 1,400종의 인간 감염병 병원체 중 거의 60%가 동물에서 파생되고 신종 병원체의 3분의 2가 동물 감염에서 기인한 것을 고려해 인간-동물 간 상호작용에서 가축, 반려 동물 및 야생 동물의 역할을 인식하는 것이 중요하며, 이러한 인식이 선행되어야 인수공통감염병 통제 방법에 대해 완전한 이해가 가능함을 강조함(WHO, 2012, pp. 1-2).
- 인수공통감염병은 생물학적으로 다양하지만 사회적·경제적·지리적·정치적 요인과 관련이 높은 질환으로, 특히 최빈국 빈곤층의 생활 조건(예: 가축과의 높은 접촉 빈도)과 관련된 공통적 특성이 있어 특정 감염의 원인, 전파, 역학의 생물학적 특징에 대한 이해가 필요함. 또 질병 부담 감소를 위해 국가 또는 지역 환경의 프레임워크 내 조정된 개입 정책이 고려되어야 함(WHO, 2012, p. 2).
- 해당 보고서 범위 내 인수공통감염병 및 소외감염질환은 바이러스에서 기생충에 이르기까지 다양한 감염원(표 2-3 참고)을 포괄하며(WHO, 2012, p. 6), 감염원이 지리적으로 열대와 아열대에 걸쳐 전 세계적으로 분포되어 있고 생태 환경 및 보건의료 시스템 환경에 따라 다양한 전염 패턴을 나타내는 복잡성이 있어 비인

수공통감염에 비해 통제 정책에 대한 의사 결정 시 다른 부문(예: 축산 서비스, 야생 동물, 교육, 환경, 식수 및 위생)과의 협력이 중요함을 기술함(WHO, 2012, p. ix).

〈표 2-3〉 인수공통감염병과 소외감염질환에 대한 연구 우선순위(Research Priorities for Zoonoses and Marginalized Infections)의 인수공통감염병 및 소외감염질환

구분	질환명
연충 감염(Helminth infections)	- 조충증/낭미충증(taeniasis/cysticercosis) - 포충증(echinococcosis) - 주혈흡충증(zoonotic schistosomiasis) - 식품 매개 흡충감염(Foodborne trematodiasis)
원충 감염(Protozoan infections)	- 톡소플라스마증(toxoplasmosis) - 크립토스포리듐증(cryptosporidiosis)
박테리아 감염(Bacterial infections)	- 브루셀라병(brucellosis) - 장내 감염(enteric infections) - 우(牛)결핵(bovine tuberculosis) - 탄저병(anthrax)
바이러스 감염(Viral infection)	- 광견병(rabies)

자료: WHO. (2012). Research Priorities for Zoonoses and Marginalized Infections. Geneva: World Health Organization. p. 6.

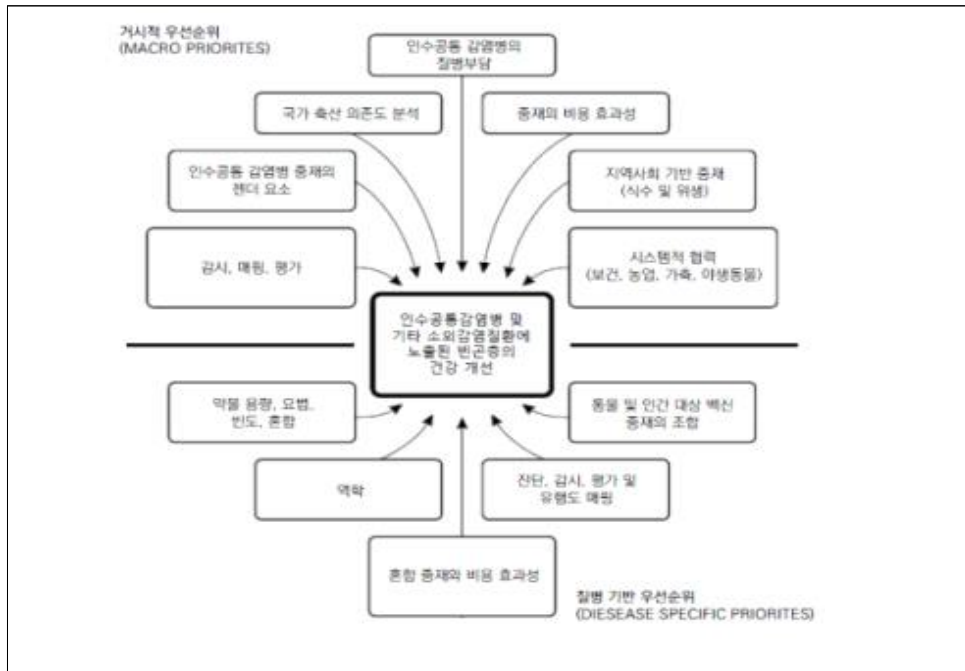
- 인간과 동물의 통합된 건강 접근 방식인 원헬스(One health)의 개념에 주목해 인간과 동물의 건강 자원 통합으로 두 개체의 건강을 함께 고려함으로써 인수공통감염병의 진단 및 통제 방식을 개선할 수 있음을 강조함(WHO, 2012, p. 53).
- 인수공통감염병의 사회적·경제적 영향에 대한 데이터 생성이 요구되며, 인간의 이환율 및 사망률, 가축 생산에 대한 영향, 가축 거래에 대한 결과, 야생 동물 생산 및 생물 다양성에 대한 영향, 인수공통감염병의 사회적 영향(예: 사회적 낙인, 공포)의 정량화 작업이 필요함(WHO, 2012, p. 53).
- 또한 비전염성 질병 부담에 대한 인수공통감염병의 잠재적 기여에 대한 측정이 요구됨(특히 신경학적 장애, 간 질환, 암, 부상과 관련이 있는 사례-낭미충증(간질 및 두통), 포충증 및 주혈흡충증(간 질환), 식품 매개 흡충감염(담도암 및 간암), 톡소플라스마증(정신분열증, 선천성태아 이상) 및 광견병(부상))(WHO, 2012, p. 53).
- 각 부문에서 얻은 이익에 비례해 비용 부담을 장려하는 것은 원헬스(One

health) 접근 방식의 활성화 요인이 될 수 있음을 언급함(WHO, 2012, p. 53).

□ 최종적으로 질병 개체 또는 감염원과 관계없이 공통적으로 필요하다고 판단되는 거시적 우선순위와 특정 질병의 생의학적 우선순위 등을 고려한 질병별 우선순위를 도출함(그림 2-4 참고).

○ 거시적 우선순위는 질병 개체 또는 감염원과 관계없이 이해관계자들이 공통적으로 필요하다고 여기는 우선순위로 인수공통감염병 감시에 대한 확대, 인수공통감염병에 대한 사회적 부담 재평가, 다부문 간 상호작용 극대화를 위한 시스템적 협력, 지역사회 주도 접근의 효과성 평가(예: 지역사회 주도 위생 개선) 등이 포함되며, 질병별 우선순위는 신약, 진단, 인간 및 동물 백신에 대한 요구 등으로 분류됨(WHO, 2012, pp. ix-x).

[그림 2-4] 인수공통감염병 연구의 우선순위



자료: WHO. (2012). Research Priorities for Zoonoses and Marginalized Infections. Geneva: World Health Organization.. Xi, Figure 1.

## 다) 신종 감염병

□ 신종 감염병(Emerging infectious disease, EID)은 기존에 존재했던 종이나 새롭게 확인된 종으로 인해 발생률이나 지리적 범위가 빠르게 증가하고 있는 전염병으로 정의할 수 있음(McArthur, 2019, p. 297),. 최근 국가적·세계적 유행을 일으킨 신종 인플루엔자, 사스, 조류독감, 에볼라, 지카, 메르스, 코로나바이러스 등이 이에 해당됨.

□ WHO에서는 신종 감염병에 대한 대응 및 대비 전략을 발표하고 있음. 그중 WHO에서 발표한 유행 시 전 세계적으로 치명적 영향을 미칠 가능성이 높아 즉각적 대응이 필수적인 감염병 15개<sup>6)</sup>에 포함되는 에볼라, 지카바이러스의 주요 전략을 살펴봄으로써 해당 질환에 대한 정책적 방향을 확인하고자 함.

### (1) 에볼라 바이러스

□ 2014년 발표된 에볼라 바이러스 대응 전략(Ebola Strategy: Ebola and Marburg Virus Disease Epidemics: Preparedness, Alert, Control, and Evaluation)은 1) 유행 전 대비 단계, 2) 유행 경고 단계(위험 식별, 조사 평가), 3) 유행 대응 단계, 4) 유행 후 평가 단계로 구분해 각 단계에 권장되는 일련의 활동을 설명함.

6) WHO. (2018b). Managing epidemics: Key facts about major deadly diseases. Geneva: World health organization. p.8.

〈표 2-4〉 에볼라 및 마르부르크 바이러스 대응 단계

대비(preparedness)	경고(alert)	대응(control)	평가(evaluation)
바이러스성출혈열 감시 시스템	역학조사	대응 전략 채택 및 수행	유행 종식 선언
감염 예방 조치	표본 수집	조정	사회적 활동 재개 및 스티그마 해결
건강 증진 프로그램	지역 자원 및 요구에 접근	감시 및 진단	대비 활동 재개
동물 보건 서비스와의 협력	진단 결과 해석	사회적 중재	유행 종식 보고서 준비
동물 감염 초기 감지	의사 결정	미디어	기록 지속
		사례 관리	감염병 대응 평가
		심리·사회적 지원	
		윤리적 이슈	
		물자 관리	
		환경 관리	

자료: WHO. (2014). Ebola Strategy: Ebola and Marburg Virus Disease Epidemics: Preparedness, Alert, Control, and Evaluation. Geneva: World health organization. p. 18. Figure 6.

#### ① 유행 전 대비 단계

- 바이러스성 출혈열(viral haemorrhagic fever, VHF) 사례를 식별하기 위한 보건 영역에서의 감시 시스템 설정이 요구되나, 에볼라 바이러스가 인간-동물 모두에게 발생할 수 있는 인수공통감염병인 것을 고려할 때 의심되는 인간 사례에 대한 감시만으로는 부족하며, 야생 동물 사망 감시 시스템과의 협력은 필수적임(WHO, 2014, p. 15).
- 또한 알려지거나 알려지지 않은 원인의 병원체 전파 위험 감소를 위해 유행 전 대비 단계 동안 모든 의료기관 환경에서 표준 감염 관리 예방 조치를 강화해야 함(WHO, 2014, p. 15).
- 보건 당국은 잠재적인 위험을 예방하기 위해 대중을 대상으로 하는 건강 교육 활동을 촉진함(WHO, 2014, p. 15).

#### ② 유행 경고 단계

- 감시 시스템을 통해 에볼라 또는 마르부르크 감염 사례가 보고되면 발병 위험 평가를 위한 대응팀이 즉시 현장에 파견되어야 하며, 채집된 표본의 진

단검사 결과를 확인할 수 있을 때까지 초기 대응 조치를 수행해야 함(WHO, 2014, p. 16).

### ③ 유행 대응 단계

- 에볼라 또는 마르부르크 감염 발생이 확인되면 대응팀은 다음과 같은 다부 문 확산 방지 전략을 구현해야 함(WHO, 2014, p. 17).
  - 예방 및 통제 활동과 자원 동원의 조정
  - 활성화된 에볼라 또는 마르부르크 감염 사례 발견을 위한 감시 시스템 구축
  - 사회적 및 행동적 중재 프로그램 촉진
  - 다음의 규칙을 고려해 감염 환자의 임상적 관리 수행
    - ✓ 환자와 가족의 존엄성과 권리 존중
    - ✓ 격리 구역 설정 및 간호 예방 조치 실행
    - ✓ 환자의 안전 이송
    - ✓ 장례 문화를 존중하는 안전한 장례 절차 수행
    - ✓ 의료 종사자, 환자와 가족, 지역사회를 위한 적절한 심리사회적 지원
- 감염 예방 조치 강화
- 환경적 관리
  - 발병 기간 동안 야생 동물 모니터링 활동을 강화하고, 동물 보건 서비스와 공중보건 당국 간 협력적 네트워크를 구축해 가능한 한 인간 에볼라 발병에 대한 조기 경보를 보장하는 것이 중요함(WHO, 2014, p. 56).

### ④ 유행 후 평가 단계

- 유행 종료 후 발생 이전 단계로의 감시 활동을 재개하고, 국가 및 국제사회에서 참조 문서로 활용할 수 있도록 모든 발병 기록을 보관하며, 대응에 대한 평가를 수행해 종료 보고서를 작성함(WHO, 2014, p. 16).



## (2) 지카바이러스

- 2016년 7월부터 2017년 12월까지 개정 과정을 거쳐 개발된 지카바이러스에 대한 전략적 대응 계획(Zika Strategic Response plan)은 전략적 대응 프레임워크와 공동 운영 계획의 내용으로 구성되었으며, 지카바이러스감염증, 합병증 및 결과에 대한 국제적 대응 및 공동 조치를 안내함(WHO, 2016, p. 2).
- 본 전략의 가장 중요한 목표는 합병증을 예방 및 관리하고, 지카바이러스감염증의 사회·경제적 결과를 완화할 수 있도록 정부 및 지역사회를 지원하는 것으로 이를 달성하기 위해 1) 감시, 2) 예방, 3) 치료 및 지원, 4) 연구 단계에서의 대응 전략을 구체화함(표 2-5 참고)(WHO, 2016, p. 14).
- 감시 영역에서 강조하는 것은 장기적인 효율성 보장을 위해 숲모기(Aedes)에 의해 전염되는 모든 질병, 특히 지카바이러스감염증, 치쿤구니아, 뎅기열, 황열에 대한 감시 및 통제 시스템의 통합과 숲모기 번식지 매핑, 실제 감시 수행 활동에 지역사회를 참여시킴으로써 숲모기감시를 강화하는 것임(WHO, 2016, p. 16).
- 예방 측면에서 지카바이러스의 확산을 통제하기 위해서는 매개체 통제뿐만 아니라 개인, 특히 임신부와 가임기 여성을 감염으로부터 보호하고 평등한 성관계를 지원함으로써 원치 않는 임신을 예방하는 다각적인 접근 방식이 필요함을 강조함(WHO, 2016, p. 17).
- 다부문 이해관계자의 참여를 강조하며, 단계별 전략을 공동으로 수행할 수 있는 관련 기관을 제시함(WHO, 2016, p. 20).

〈표 2-5〉 지카바이러스 대응 프레임 워크

감 시	예 방	치료 및 지원	연 구
<input checked="" type="checkbox"/> 최신의 정확한 역학 및 곤충학적 정보를 제공하여 대응을 유도하기 위해 지카 질환 및 합병증, 기타 아르보바이러스 질환 및 매개체에 대한 모든 수준의 통합 감시 시스템 개발, 강화 및 수행	<input checked="" type="checkbox"/> 통합된 매개체 관리, 위기 소통 및 지역사회 참여를 통해 지카 바이러스 감염과 관련된 건강 유해 결과 예방	<input checked="" type="checkbox"/> 지카의 영향을 받는 개인, 가족 및 지역사회에 적절한 서비스와 지원을 제공하기 위해 국가 및 지역사회 수준에서 보건 및 사회 시스템 강화	<input checked="" type="checkbox"/> 지카바이러스감염증을 예방, 발견, 통제하고 합병증을 관리하기 위해 공중보건 및 지역사회 지침 및 중재 강화에 필요한 데이터와 증거 생성 <input checked="" type="checkbox"/> 숲모기 제어 도구, 진단 테스트 및 백신의 연구, 개발 및 가용성에 대한 신속 검토 및 확대
← 조 정 →			

☒ 지카바이러스감염증 대응을 위해 적절하고 투명하며 책임성 있는 조정 메커니즘 확립·유지

자료: WHO. (2016). Zika Strategic Response plan. Geneva: World health organization. p. 14.

## 2. 미국

### 가. 미국 CDC

#### 1) 목표 및 기능

□ 미국 질병관리통제센터(Centers for Disease Control and Prevention, CDC)는 보건부(Department of Health and Human Services)의 주요 운영 구성 요소 중 하나로, 조직의 미션은 “미국과 해외의 건강, 안전 및 보안 위협으로부터 미국을 보호하기 위해 연중무휴 24시간 일하는 것”임.

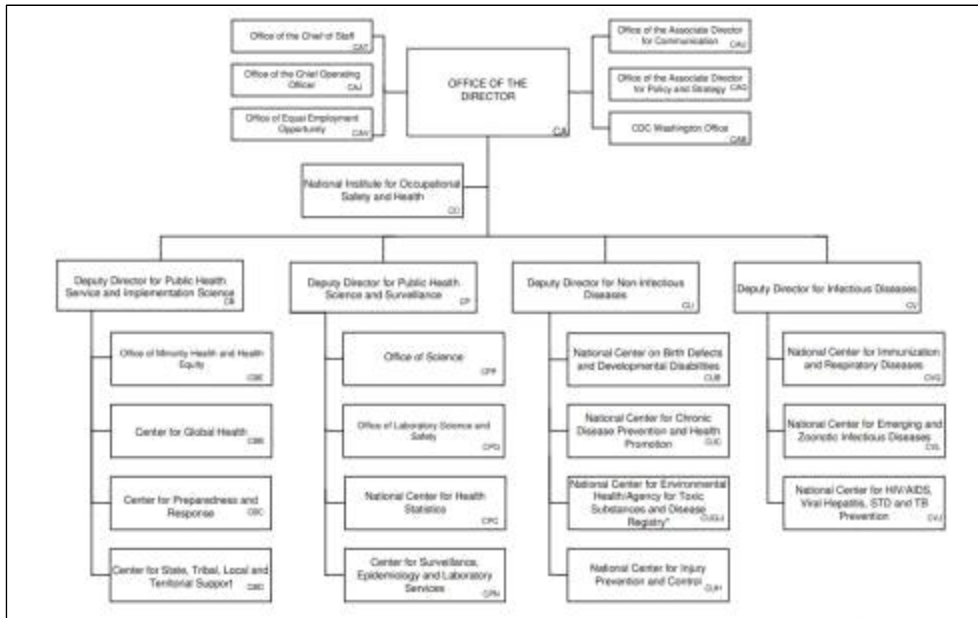
○ CDC는 공중보건위기 시 실질적 대응 인력과 자원을 유지·관리하며 현장 대응과 총괄 대응을 위한 기술적 지원을 주도함(탁상우, 2020, p. 9).

□ CDC 조직은 각 부국장(Deputy Director)을 중심으로 하는 공중보건 서비스·실행과학국(Public Health Service and Implementation Science), 공중보건 과학·감시국(Public Health Science and Surveillance), 감염병국(Infectious Disease), 비감염병국(Non-Infectious Disease)과 국립산업보건안전연구소(National Institute for Occupational Safety and Health) 등으로 이루어짐.<sup>7)</sup>

---

7) CDC 홈페이지. (2018). DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC).  
[https://www.cdc.gov/about/organization/cio-orgcharts/pdfs/CDC\\_Official.pdf](https://www.cdc.gov/about/organization/cio-orgcharts/pdfs/CDC_Official.pdf)에서 2020. 7. 22. 인출.

[그림 2-5] CDC 조직도



자료: CDC 홈페이지. (2018). DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC).

[https://www.cdc.gov/about/organization/cio-orgcharts/pdfs/CDC\\_Official.pdf](https://www.cdc.gov/about/organization/cio-orgcharts/pdfs/CDC_Official.pdf)에서 2020. 7. 22. 인출.

## 2) 감염병 관련 주요 부서

□ 감염병국은 감염병 유형별로 3개의 센터로 구성되어 있음.

- 국립면역·호흡기질환센터(National Center for Immunization and Respiratory Diseases, NCIRD)는 예방접종 및 호흡기 관련 질병 관리를 통해 질병, 장애 및 사망을 예방하는 것을 목표로 함.
- 국립신종·인수공통감염병센터(National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases, NCEZID)는 광범위한 감염병으로 인한 질병, 장애 및 사망을 예방하는 것을 목표로 하며, 수년간 존재했던 질병, 신종 질병(신규 또는 최근에 확인된 질병) 및 동물 매개 감염 질병에 중점을 두고 있음.
- 국립에이즈·간염·성매개질환·결핵예방센터(National Center for HIV/AIDS, Viral Hepatitis, STD, and TB Prevention, NCHHSTP)는 HIV/AIDS, 비

HIV 레트로바이러스, 바이러스성 간염, 기타 성 매개 질환 및 결핵으로 인한 질병, 장애 및 사망의 제거, 예방 및 관리를 통해 국가 및 국제적으로 공중보건 및 안전을 극대화함.<sup>8)</sup>

### 3) CDC의 감염병 예방 전략

□ CDC가 발표한 가장 최근의 감염병 예방 전략은 2011년 「감염병 예방을 위한 프레임워크(A CDC Framework for Preventing Infectious Diseases: Sustaining the Essentials and Innovating for the Future)」임.

○ 이 전략은 알려진 감염병을 예방하고, 희귀하고 매우 위험한 신종 감염병을 인식 및 관리하는 능력을 개선하기 위한 로드맵을 제공함.

○ 전략의 세 가지 요소 및 우선순위는 다음과 같음.

- (요소 1) 감염병 감시, 실험실 검출(detection) 및 역학조사를 포함한 공중보건 기초 강화
  - (우선순위 1A) 감염병 감시를 현대화해 공중보건 활동을 추진
  - (우선순위 1B) 질병 통제 및 예방에서 공중보건 및 임상실험실의 역할 확대
  - (우선순위 1C) 역학조사 및 공중보건 대응 능력 향상
  - (우선순위 1D) 공중보건 관행을 유지하고 강화하기 위해 인력 개발 및 훈련 진행<sup>9)</sup>

8) CDC 홈페이지. CDC's Infectious Disease National Centers.  
<https://www.cdc.gov/ddid/centers.html>에서 2020. 10. 19. 인출.

9) CDC. (2011). A CDC Framework for Preventing Infectious Diseases: Sustaining the Essentials and Innovating for the Future.  
<https://www.cdc.gov/ddid/docs/ID-Framework.pdf>에서 2020. 10. 19. 인출.

〈표 2-6〉 CDC 감염병 예방 전략의 요소 1(공중보건 기초 강화)의 우선순위 주요 활동

우선순위	주요 활동
1A: 감염병 감시를 현대화하여 공중보건 활동을 추진	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 효과적인 공중보건 활동을 추진하기 위해 시기적절하고 정확하며 완전한 감시 데이터의 수집 및 통신 개선</li> <li>• 감염병 감시 및 기타 건강 목적(예: 예방접종 범위, 안전 및 효과 모니터링)을 위한 전자 건강 기록의 의미 있는 공중보건 사용 촉진</li> <li>• 파트너십, 정책, 및 인센티브를 강화하고 약물 내성 미생물을 포함한 공중보건 문제의 미생물을 검사할 수 있는 임상 실험실의 역량을 향상시키는 교육을 통해 전국적으로 실험실 기반 질병 감시 강화</li> <li>• 다음과 같은 전략을 통해 신종 동물성 질병 및 매개체 매개 질병과 의도적으로 발생하는 발병을 포함한 비정상적인 건강 사건에 대한 감시 강화             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 건강을 위한 국가 생물 감시 전략에 설명된 대로 공중보건데이터를 동물 건강 데이터(예: 미국 농무부(US Department of Agriculture) 및 지능 데이터(예: 국토안보부(US Department of Homeland Security))와 통합</li> <li>- 여러 소스(예: GeoSentinel, HealthMap)에서 여행자에 대한 건강 데이터 분석</li> </ul> </li> <li>• 발달하는 건강 정보기술(IT) 도구를 사용해 시기적절하고 정확한 감시 데이터를 기반으로 병원, 임상, 환자 및 공중보건 종사자에게 신속한 피드백 및 경고를 제공함. 예를 들어,             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 병원 관리자 및 공중보건 공무원에게 감염성 질환 예방 관행(예: HAI(Healthcare-associated Infections) 예방 및 약물 내성)의 효능(및 비용 효율성)에 대한 피드백 제공</li> <li>- 의사에게 지역 감염병을 알리고 업데이트된 예방 및 치료 내용을 전달</li> <li>- 지역 감염병 발생 시 심각한 감염 위험에 처한 환자에게 경고하고 건강을 보호하기 위한 정보를 전달</li> </ul> </li> </ul>
1B: 질병 통제 및 예방에서 공중보건 및 임상 실험실의 역할 확대	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 진단 혁신을 개발, 검증 및 전파함. 예를 들어,             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현장 조사 및 임상 치료 중에 병리를 신속하게 식별하거나 배제할 수 있는 정확한 다중 병원체 및 현장 진료 테스트</li> <li>- 항균 저항성을 감지, 측정 및 모니터링하고 적절한 항생제 선택을 보장하는 신속한 방법</li> <li>- 새로운 위협을 탐지하고 특성화하기 위한 새로운 도구 및 분석. 예는 다음과 같음.                 <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 잠재적인 생물 테러 요인의 신속한 식별</li> <li>◦ 물, 공기 및 토양에 있는 미생물의 환경 샘플링</li> <li>◦ 식품, 수인성 및 장내 미생물과 백신으로 예방 가능한 질병의 유전형 감시</li> <li>◦ 새롭게 부상하는 위협 식별(예: 병원체 발견, 동물 감염 및 매개 감염)</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• 비상시 실험실 활동을 확장하기 위한 새로운 도구(예: 자동화된 고처리량 진단 테스트 및 DNA 시퀀싱)</li> <li>• 대량의 단백질 또는 핵산 데이터(예: 생물정보학 분석 및 정보 관리 도구와 함께 단백질 및 게놈 프로파일링 도구)를 분석해 병원체 식별 및 유형 지정, 숙주 반응, 질병 치료 및 백신 개발을 진행하기 위한 도구 및 기술</li> <li>• 임상, 임상실험실, 공중보건 실험실 및 CDC 간의 정보 흐름 개선. 예는 다음과 같음.             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 임상실험실에서 주(state) 보건 부서 및 CDC로 신고 가능한 질병에 대한 자동 전자 실험실 보고 구현</li> <li>- 진단 실험실(공공 및 사설) 간에 실험실 명령 및 테스트 결과를 포함한 공중보건 정보 교환을 위한 전자 메커니즘 구현</li> </ul> </li> <li>• CDC에서 모든 전염병에 대한 국가 및 글로벌 참조센터 역할을 할 수 있는 지속적인 역량을 보장하기 위한 장기 계획 수행</li> <li>• 고효율 운영 모델과 개선된 테스트 플랫폼 및 정보학 기능을 통해 공중보건 실험실 역량 강화를 위한 전략 개발</li> <li>• 환자 검체를 임상 및 공중보건 실험실로 안전하고 신속하게 전송할 수 있도록 새롭고 발전된 기존 표준 및 프로토콜을 개발</li> </ul>

우선순위	주요 활동
1C: 역학 조사 및 공중보건 대응 능력 향상	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 생물정보학, 휴대용 디지털 장치 및 고성능 컴퓨팅과 같은 새로운 기술을 통합해 관찰권 간의 정보 교환을 개선하는 등 유행 조사를 위한 혁신적인 도구를 개발함. 예는 다음과 같음. <ul style="list-style-type: none"> <li>- 질병 확산 모니터링을 위한 지리적 사례 코딩 도구를 포함해 역학, 진단 및 임상 사례 데이터를 연결, 통합 및 표시하기 위한 IT 도구</li> <li>- 대발생(Outbreak) 중 공중보건 데이터를 수집하기 위한 휴대 전화 및 기타 모바일 장치의 애플리케이션</li> <li>- 동물 관련 대발생(animal outbreaks) 동안 동물에서 인간으로 질병이 확산될 가능성과 위치를 평가하고 새로운 발병 또는 유행병의 예상 영향을 평가하기 위한 수학적 모델링 도구</li> </ul> </li> <li>● 발병 조사에 사용할 사전 이벤트 조사 수행 측정 및 프로토콜(예: 위험 인자, 질병 심각도 및 기타 임상 정보에 대한 데이터 수집을 위한 프로토콜) 개발</li> <li>● 확산 대응(예: 2009 H1N1 대유행 대응)에서 얻은 교훈을 사용해 응급 의료 대책(예: 전략적 국가 비축 파일(Strategic National Stockpile)에 저장된 의약품의 배포와 사용 및 진단 개발을 포함한 전반적인 준비를 강화함.</li> <li>● 원인을 알 수 없는 감염병 발생에 대한 신속한 대응을 위한 협력 노력을 촉진하기 위해 CDC 및 외부 파트너와 조정</li> <li>● DHS와 협력해 지역 공중보건 및 법 집행 그룹 간의 개선된 협력 및 데이터 공유를 통해 주 및 지역 생물 테러 예방 및 대응 능력을 강화함.</li> </ul>
1D: 공중보건 관행을 유지하고 강화하기 위해 인력 개발 및 훈련 진행	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 고품질 공중보건 e-러닝 제품 및 교육에 대한 접근성 확대</li> <li>● 질병 감시 및 보고, 분자 진단, 분자 역학 및 비상 대응을 포함해 공중보건 실무 및 'e-health'의 모든 측면에 IT 건강 도구를 통합하는 방법에 대해 공중보건 종사자를 위한 지침 및 교육을 제공</li> <li>● 보건 의료 품질 보증, 평가 및 정책 개발에서 확장된 역할로 전환할 때 공중보건 부서 지원(예: 보건을 통한 예방을 개선하기 위해 보건 부서와 병원 간의 연락 담당자 역할을 하는 공중보건 직원 교육)</li> <li>● 새로운 커뮤니케이션 도구 및 채널을 사용해 공중보건 메시지의 범위를 확장하기 위해 파트너를 참여시킴 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 의료 서비스 제공자가 사용할 공중보건 메시지를 작성하는 의료·간호 학교 및 전문 기관</li> <li>- 행동 과학자들은 질병 전파를 예방하는 사회적 규범과 행동을 촉진하기 위해 고안된 공중보건 캠페인을 개발</li> <li>- 취약 계층에 도달하기 위한 커뮤니케이션 전략을 개발하는 커뮤니티 리더</li> </ul> </li> </ul>

자료: CDC. (2011). A CDC Framework for Preventing Infectious Diseases: Sustaining the Essentials and Innovating for the Future. pp.8-13  
<https://www.cdc.gov/ddid/docs/ID-Framework.pdf>에서 2020. 10. 19. 인출.

- (요소 2) 감염병을 줄이기 위해 영향력이 큰 공중보건 개입을 식별하고 구현
  - (우선순위 2A) 질병 감소를 위한 효과적인 도구 식별 및 검증
  - (우선순위 2B) 입증된 도구 및 개입을 사용해 부담이 큰 감염병을 줄임<sup>10)</sup>

10) CDC. (2011). A CDC Framework for Preventing Infectious Diseases: Sustaining the Essentials and Innovating for the Future.  
<https://www.cdc.gov/ddid/docs/ID-Framework.pdf>에서 2020. 10. 19. 인출.

〈표 2-7〉 CDC 감염병 예방 전략의 요소 2(공중보건 개입을 식별하고 구현) 우선순위 2B의 예시

구분	내용
식품 매개 감염병 감 시 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Foodborne Diseases Active Surveillance Network(FoodNet)</b>: 식품으로 인한 질병에 대한 적극적인 감시를 수행하는 신중 감염 프로그램에서 운영</li> <li>- <b>NARMS(National Antimicrobial Resistance Monitoring System)</b>: CDC, USDA/FSIS, 미국 식품의약국(FDA) 수의학 센터가 인간에게 전염될 수 있는 식품·동물의 약물 내성 병원체를 모니터링하는 협력 업체</li> <li>- <b>PulseNET</b>: 식품 매개 박테리아에 DNA ‘지문분석(fingerprinting)’을 수행해 다양한 위치의 상점이나 레스토랑으로 배송되는 중앙 가공 식품의 오염으로 인한 발병을 감지하는 공중보건 연구소의 전국 네트워크</li> <li>- <b>대발생(Outbreak) 대응팀</b>: 식품 및 수인성, 장 내성 질환의 지역 및 다주(multi-state) 대발생(outbreak)을 조사</li> </ul>

자료: CDC. (2011). A CDC Framework for Preventing Infectious Diseases: Sustaining the Essentials and Innovating for the Future. p. 19.  
<https://www.cdc.gov/ddid/docs/ID-Framework.pdf>에서 2020. 10. 19. 인출.

- (요소 3) 감염병 예방, 탐지 및 통제를 위한 정책 개발 및 발전
  - (우선순위 3A) 근거 기반의 비용 효율적인 정책 개발을 지원하는 건전한 과학 데이터의 가용성 보장
  - (우선순위 3B) 감염병의 예방, 탐지 및 통제를 개발하기 위한 사전 정책<sup>11)</sup>

〈표 2-8〉 CDC 감염병 예방 전략의 요소 3(정책 개발 및 발전) 우선순위 3B의 예시

구분	내용
동물 매개 감염 질병 의 발생 및 확산을 방 지하기 위 해 원헬스 접근 방식 을 홍보	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 원헬스(One Health) 접근법은 일반적으로 인간과 동물 모두를 감염시키는 미생물에 의한 질병인 동물매개 감염 질병을 예방하거나 통제하는 것을 목표로 함.</li> <li>• 원헬스(One Health) 정책 및 조치의 예는 다음과 같음.           <ul style="list-style-type: none"> <li>- 원헬스 이니셔티브(One Health Initiative)의 목표에 따라 인간과 동물을 위한 의료의 모든 측면에서 학제 간 협력 및 커뮤니케이션을 지원하는 정책</li> <li>- 새로운 위협을 식별하기 위해 동물 건강 및 인간 건강 데이터의 통합 분석에 농업 및 수의학 파트너가 적극적으로 참여</li> <li>- 수의사 전문가와 주 및 지역 역학자 간의 연계 개선(예: 환경 보건 전문가 네트워크를 통해)</li> <li>- 동물과 화물을 통해 미국으로 감염병을 유입할 위험을 줄이는 전략</li> </ul> </li> </ul>

자료: CDC. (2011). A CDC Framework for Preventing Infectious Diseases: Sustaining the Essentials and Innovating for the Future. pp. 24-25.  
<https://www.cdc.gov/ddid/docs/ID-Framework.pdf>에서 2020. 10. 19. 인출.

11) CDC. (2011). A CDC Framework for Preventing Infectious Diseases: Sustaining the Essentials and Innovating for the Future.  
<https://www.cdc.gov/ddid/docs/ID-Framework.pdf>에서 2020. 10. 19. 인출.



- 2013년 발표된 경과 보고서에 따르면, 위 감염병 예방 전략은 CDC의 담당 센터(NCIRD, NCEZID, NCHHSTP) 및 국제보건센터(Center for Global Health)의 프로그램을 통해 감염병 예방 및 관리에서 상당한 진전을 이룬 것으로 나타남(CDC, 2013, p. 1).

#### 4) 매개체 감염병 예방 및 관리

- 공중보건에 대한 증가하는 위협을 해결하기 위해 5개 연방 부서 및 환경보호국<sup>12)</sup>은 인간의 매개체 감염병 예방 및 통제를 위한 공동 국가 공중보건 프레임워크(A National Public Health Framework for the Prevention and Control of Vector-borne Diseases in Humans)를 개발했음.
- 프레임워크의 목표는 이해, 진단 및 탐지, 예방 및 통제, 치료, 대응의 5가지이며, 이 과정에서 환경 부문과 협력 체계를 유지하고 있음(CDC, 2020a, p. 7).
  - 목표 1. 언제, 어디서, 어떻게 사람들이 매개체 감염병에 노출되어 병에 걸리거나 사망하는지 더 잘 이해함.
    - 매개체 및 매개 병원체가 환경에서 유지 및 전파되고 질병을 유발하는 방법을 포함해 매개체 및 매개 병원체를 더 잘 이해하기 위한 연구 수행.
    - 매개 병원체 노출에 대한 위험 요소를 식별하고 위험 예측 및 의사 결정 지원 도구 개발.
    - 질병 매개체, 동물 숙주 및 매개체 감염병에 대한 감시 시스템 유지 및 개선.
    - 면역 반응, 지속성, 재발 및 결과를 포함해 인간에 대한 매개체 감염병의 영향을 이해.
  - 목표 2. 매개체 감염병의 진단 및 탐지를 위한 도구 및 지침을 개발, 평가 및 개선함.

12) 보건복지부(Department of Health and Human Services), 농무부(Department of Agriculture), 국방부(Department of Defense), 내무부(Department of the Interior), 환경보호국(Environmental Protection Agency)

- 목표 3. 매개체 감염병의 예방 및 통제를 위한 도구 및 지침을 개발, 평가 및 개선함.
- 목표 4. 매개체 감염병에 대한 약물 및 치료 전략을 개발 및 평가함.
- 목표 5. 매개체 감염병 위협을 예방, 감지, 진단 및 대응하기 위한 효과적인 공중보건 및 매개체 관리 제품, 도구 및 프로그램의 구현을 전파하고 지원함.

○ (협력) 연방정부만으로 매개체 감염병의 복잡한 문제를 해결할 수 없으므로 원헬스(One Health) 관점에서 여러 분야의 이해관계자가 참여를 활성화하고 자원을 확보해야 함(CDC, 2020a, p. 13).

□ 매개체 감염병 부서(Division of Vector-Borne Diseases)는 CDC 전략의 일환인 매개체 기반 위협을 우선순위로 하여 주, 지역 및 준주 보건부, 5개 지역 매개체 감염병 센터 및 혁신적인 연구에 자금을 지원함.

○ 지역 매개체 감염병 센터(Regional centers of excellence, COE)는 2017년에 5개 대학에 설립되었고, 2021년까지 5년 동안 총 4,800만 달러가 지원됨.

- 지역 센터에서는 감시, 예방 및 대응을 위해 연방, 주 및 지역 수준에서 학계와 공중보건 기관 간 협력을 유지하고, 감염병 대응 지식 및 기술을 교육하며, 관련 연구를 수행하고, 지역 자원을 제공하는 역할을 함.<sup>13)</sup>

## 5) 신종 감염병 프로그램(EIP)<sup>14)</sup>

□ 신종 감염병 프로그램(Emerging Infections Program, EIP)은 10개 주(캘리포니아, 콜로라도, 코네티컷, 조지아, 메릴랜드, 미네소타, 뉴멕시코, 뉴욕, 오리건 및 테네시) 보건부의 학술 기관, 연방 기관, 공중보건 및 임상실험실, 감염 예방 전문가, 의료 제공자와의 협력 네트워크임.

13) CDC 홈페이지. Vector-Borne Disease Regional Centers of Excellence.  
<https://www.cdc.gov/ncezid/dvbd/about/prepare-nation/coe.html>에서 2020. 10. 19. 인출.

14) CDC 홈페이지. Emerging Infections Program. About EIP.  
<https://www.cdc.gov/ncezid/dpei/eip/eip-about.html>에서 2020. 10. 8. 인출.

- EIP가 포괄하는 인구 집단은 인구학적 특성 지표와 건강 지표를 바탕으로 볼 때 대략적으로 미국 인구를 대표함.
- CDC의 1994년 전략에 따라 1995년에 수립된 프로그램이어서 현재 언급되고 있는 신종 감염병과 관련된 활동은 확인되지 않음.

## 6) 원헬스(One Health)

- 원헬스(One Health)는 사람, 동물, 식물 및 공유 환경 간의 상호 연결을 인식하는 최적의 건강 결과를 달성하는 것을 목표로 지역, 국가 및 글로벌 수준에서 작업하는 협력적, 다분야 및 초학문적 접근 방식을 말함.
- CDC의 원헬스 오피스(One Health Office)는 2009년 설립된 국내외 원헬스 활동을 주도하는 기관으로, 국립신종·인수공통감염병센터(NCEZID) 내에 있음.
- 원헬스 오피스(One Health Office)는 원헬스를 발전시키기 위한 도구 및 교육을 개발하고, 국제적으로 인간, 동물 및 환경 보건 파트너와 긴밀히 협력하는 역할을 담당한다고 했으나, 구체적인 활동이 알려지지는 않았음.
- 대표적인 원헬스(One Health) 관점의 정책 사례는 리프트밸리열병(Rift Valley Fever, RVF)을 예방하는 것이었음.
  - RVF는 수년 동안 비정상적인 폭우가 발생하는 경우 자주 발생하는데, 이 비는 홍수를 일으켜 토양에 있는 감염된 모기 알이 부화할 수 있는 완벽한 환경을 제공함.
  - 연구원들은 이러한 폭우가 전 세계의 기후 패턴에 영향을 미치는 해수의 온도 변화로 인해 발생한다는 사실을 발견했음.
  - 미국 항공우주국(National Aeronautics and Space Administration, NASA)의 과학자들이 위성 이미지를 사용해 해양 온도의 변화를 모니터링할 수 있으므로 보건 공무원도 이 정보를 사용해 RVF의 발생 가능성을 예측하고 예방 조치를 취할 수 있음.<sup>15)</sup>

## 7) 기후변화 관련 주요 부서와 대응

□ CDC는 기존 프로그램과 필수 공중보건 서비스를 기반으로 기후변화에 대응하는 건강 전략을 수행함.

### ○ 데이터 구축

- 기후변화와 관련된 환경 조건, 질병 위험 및 질병 발생에 대한 데이터를 추적함.

### ○ 기후변화의 건강 영향 평가

- 기후와 관련될 수 있는 건강 영향을 모델링하고 예측하며, 기후변화와 건강 결과 간 관계를 더 잘 이해하기 위한 과학 기반을 강화함.

### ○ 정보 제공

- 위험이 무엇이고 적응 전략이 무엇인지 대중, 의사 결정자 및 의료제공자에게 전달함.

### ○ 적응 대책

- 기후변화 건강 적응의 측면에서 주 및 지역 보건부, 민간 부문 및 기타 기관에 기술적 조언과 지원을 제공함.
- 폭염, 악천후 및 감염병과 같은 건강 위협에 대응하기 위한 전략을 개발하고 실행하며, 전문 인력을 개발함.<sup>15)</sup>

□ CDC 국립환경건강센터(National Center for Environmental Health, NCEH)는 환경 위험으로부터 미국인을 보호하기 위한 프로그램을 계획, 지시 및 조정하여 건강한 환경을 조성하고 비감염성, 비작업성(non-occupational) 환경 및 관련 요인으로 인한 조기 사망, 예방 가능한 질병 및 장애를 예방함.

○ 환경건강 프로그램 중 하나인 ‘기후와 건강(Climate and Health)’은 2010년

15) CDC 홈페이지. The Story of the Rift Valley Fever Virus Vaccine.  
<https://www.cdc.gov/onehealth/in-action/rvf-vaccine.html>에서 2020. 10. 19. 인출.

16) CDC 홈페이지. CDC Policy.  
<https://www.cdc.gov/climateandhealth/policy.htm>에서 2020. 10. 19. 인출.

에 시작해 현재 16개 주와 2개 도시<sup>17)</sup>가 5단계 ‘Building Resilience Against Climate Effects(BRACE)’ 프레임워크를 이용해 그들의 지역사회가 받는 기후 영향과 그로 인한 잠재적 건강 영향, 취약 인구 집단 및 지역을 식별할 수 있도록 지원하고 있음.

- BRACE 5단계는 다음과 같음.

- (1단계: 기후 영향 예측 및 취약성 평가) 기후 영향의 범위, 관련 잠재적 건강 결과, 이러한 건강 영향에 취약한 인구 집단 및 위치를 식별함.
- (2단계: 질병 부담 예측) 기후변화와 관련된 건강 결과의 추가 부담을 추정하거나 정량화함.
- (3단계: 공중보건 개입 평가) 가장 우려되는 건강 영향에 가장 적합한 건강 개입을 식별함.
- (4단계: 기후 및 건강 적응 계획 개발 및 구현) 정기적으로 업데이트되는 서면 적응 계획을 개발하고, 계획의 실행을 전파 및 감독함.
- (5단계: 영향 평가 및 활동 품질 향상) 프로세스를 평가하고, 획득한 정보 및 수행된 활동의 가치를 결정함.<sup>18)</sup>

○ 기후 및 건강 프로그램의 기후 적응 실행 사례는 다음.

- 미네소타주: 식수 보호를 위한 홍수 취약성 평가

- 미네소타주 주민 5명 중 1명은 개인 우물에서 식수를 가져옴. 이들은 공공시설에서 식수를 얻는 사람들과 달리 자신의 식수 품질을 유지할 책임이 있으나 식수를 테스트하고 처리할 지식이나 자원은 없어 홍수로 인해 오염된 우물물을 마실 가능성이 더 높음.
- 2018년 6월 미네소타 기후 및 건강 프로그램은 홍수와 개인 우물과 관련된 취약성 평가를 수행해 범람원에서 2만 2,000개의 개인 우물을 발견하였고, 개인 우물 사용자를 위한 테스트 키트를 만들고 샘플 처리를 개선

17) 16개 주는 애리조나, 캘리포니아, 플로리다, 일리노이, 메인, 메릴랜드, 매사추세츠, 미시간, 미네소타, 뉴햄프셔, 뉴욕, 오리건, 로드아일랜드, 버몬트, 위스콘신이고, 2개 도시는 뉴욕, 샌프란시스코임.

18) CDC 홈페이지. CDC's Building Resilience Against Climate Effects (BRACE) Framework. <https://www.cdc.gov/climateandhealth/BRACE.htm>에서 2020. 7. 22. 인출.

하기 위해 노력하고 있음.

- 애리조나주: 열 관련 질병에 대한 인식 촉진
  - 2017년 애리조나에서는 총 2,874건의 열 관련 질병으로 인한 응급실 방문이 있었음. 대부분 5월부터 9월 사이에 발생했음.
  - 열 안전 행동을 촉진하기 위해 애리조나주 보건서비스부 기후 및 보건 프로그램과 환경 보건 추적 프로그램은 2018년 5월 28일부터 6월 1일까지 ‘애리조나 열 인식 주간(Arizona Heat Awareness Week)’을 위해 애리조나에 있는 국립 기상 서비스 사무소와 협력해 주민들에게 열 관련 질병, 예방 조치 및 사용 가능한 자원에 대해 소셜 미디어 메시지를 통해 교육하고 역량을 강화함.
  - 내장된 링크는 열 질환 통계, 열 질환 예방 및 치료, 냉각센터 위치에 대한 정보 링크를 포함하였고, 국립 기상 서비스는 기후 및 건강 프로그램의 의견을 바탕으로 캠페인 기간 동안 공유하기 위해 영어와 스페인어로 된 ‘2018 애리조나 열 인식 주간(Arizona Heat Awareness Week)’ 웹사이트를 개발했음.
  - 소셜 미디어 캠페인은 43만 7,000명 이상에게 전달되었고,
  - ‘Arizona Department of Health Services Heat Illness’ 웹사이트는 캠페인 기간 동안 6,559 페이지 뷰를 기록했음.<sup>19)</sup>

## 나. 미국 지구변화 연구 프로그램의 기후 건강 영향 평가

□ 미국 지구변화 연구 프로그램(The U.S. Global Change Research Program, USGCRP)은 EPA를 포함한 7개 기관의 과학자 100명<sup>19)</sup>이 개발하였으며, 13개 연방 회원 기관<sup>20)</sup>의 협력을 촉진해 인간과 자연 모두에서 지구 환경을 형성하는

19) CDC. (2020b). Climate and Health Adaptation in Action: Success of CDC's Climate-Ready States and Cities Initiative. [https://www.cdc.gov/climateandhealth/docs/climate-health-successes\\_508.pdf](https://www.cdc.gov/climateandhealth/docs/climate-health-successes_508.pdf)에서 2020. 10. 19. 인출.

20) 미국 농무부(Department of Agriculture), 상무부(Department of Commerce), 국방부(Department of Defense), 에너지부(Department of Energy), 보건복지부(Department of Health & Human

힘과 그것이 사회에 미치는 영향을 이해하고자 의회에서 위임한 연방 프로그램  
임.<sup>21)</sup>

□ USGCRP 기후 건강 영향 평가(Climates and Health Assessment)는 미국 거주  
자의 건강과 복지에 대한 기후변화의 증가하는 위협에 대한 이해를 높이고 결정  
요인을 알리기 위해 개발되었음.

○ 이는 국가 기후 평가(National Climate Assessment)의 일환으로, 대통령의  
기후 행동 계획 요청에 따른 것임.

○ 이 평가는 8개 미국 연방 기관의 100명 이상의 전문가 팀에 의해 개발되어 공  
공보건 공무원, 도시 및 재난 대응 계획자, 의사 결정권자 및 정부 이해 관계자  
들 그리고 기후변화가 인간의 건강에 미치는 위험을 더 잘 이해하는 데 관심이  
있는 민간인에게 정보를 알림(USGCRP, 2016, p. iv).

○ USGCRP의 2016년 평가 보고서에서는 기후변화에 따른 감염병의 위험을 보  
고하면서도 평가와 예측에 한계가 있음을 언급하고 있음.

- 매개체 감염병이 인간에게 미치는 부담을 결정하는 데 기후와 비기후 요인  
이 상호작용하지만 이러한 과정의 메커니즘은 아직 잘 이해되지 않고 있어  
많은 연구가 필요한 영역임.
- 또한 많은 연구에서 매개체 감염병과 날씨 또는 기후 간의 연관성을 확인했  
지만 대부분 위험 매핑 또는 광범위한 온도 및 강수 집계와 질병 관련 결과  
의 연관성을 추정하는 데 중점을 두었음.
- 상관관계를 넘어 전파를 유발하는 개별 사건에 대한 기후 영향의 더 기계  
론적인(mechanical) 이해가 필요하며, 모델은 매개 변수를 알리기 위해  
경험적 연구를 동반해야 함.

---

Services), 내무부(Department of the Interior), 국무부(Department of State), 교통부(Department  
of Transportation), 환경 보호국(Environmental Protection Agency), 국립 항공 우주국(National  
Aeronautics & Space Administration), 국립 과학 재단(National Science Foundation), 스미스소  
니언 협회(Smithsonian Institution), 국제개발처(US Agency for International Development,  
USAID)

21) USGCRP 홈페이지. About USGCRP.

<https://www.globalchange.gov/about>에서 2020. 10. 19. 인출.

- 매개체 감염병의 위험은 지리적으로 그리고 시간 흐름에 따라 매우 다양하며, 대륙 규모에서 기후변화에 대한 병원체의 반응을 모니터링하려면 매개체 발생, 번식, 감염률의 변화를 파악하기 위한 장기적 감시 정보가 체계적으로 구축돼야 함(USGCRP, 2016, pp.1-3).



### 3. 유럽

#### 가. 목표 및 기능

- 유럽 질병예방통제센터(European Centre for Disease Prevention and Control, ECDC) 설립 규정<sup>22)</sup> 제3조에 따른 ECDC의 미션은 “인간 건강에 영향을 미치는 현재 또는 새로운 감염병 위협을 확인, 평가, 전달”하는 것이며, ECDC는 미션 달성을 위해 유럽 차원의 감염병 문제 해결뿐 아니라 국제기구로서 관련 과학적 근거 제공에 대한 책무를 가지고, 지역사회 내에서 또는 지역사회로 확산될 수 있는 원인 불명의 질병이 발생한 경우 발병 원인을 규명하기 위해 조치를 취할 의무가 있음.
- ECDC의 주요 기능은 아래와 같음.
  - 감시 네트워크 운영, 과학적 조언 제공 및 연구 촉진, 조기 경보 및 대응 시스템 운영, 새로운 건강 위협 확인, 데이터 수집 및 분석, 센터 활동에 대한 소통 및 정보 제공 등(ECDC, 2020a, pp. 3-4).
- ECDC의 감염병 분류는 유럽 의회 법률에 준하며, 1998년 유럽 의회에서는 감염병의 범주를 다음과 같이 분류<sup>23)</sup>하였음.
  - 예방접종 질환, 성 매개 감염병, 바이러스성 간염, 식품 매개 감염병, 수인성 감염병 및 환경적 요인으로 인한 감염병, 의료기관 감염병, 비전통적 약제에 의한 감염성 질환.
- 2007년 유럽위원회 결정에 따라 다음의 범주를 추가함.<sup>24)</sup>

22) Council of the European Union. (2004). Regulation (EC) No 851/2004 of the European Parliament and of the Council of 21 april 2004 establishing a European Centre for disease prevention and control.  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A32004R0851>에서 2020. 9. 30. 인출.

23) Council of the European Union. (2007). DECISION NO 2119/98/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL.  
<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/13a83657-97b6-4a80-aa32-3b335bdf80be/language-en>에서 2020. 9. 30. 인출.

24) Council of the European Union. (2007). DECISION NO 2119/98/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL.

- 잠재적 위기 상황을 초래할 위험의 가능성을 지닌 감염성 질환
- 곤충 매개 감염 질환
- 동물 매개 감염 질환
- 고의적 위험인자 방출 등의 원인으로 공중보건에 영향을 미칠 기타 감염 질환

## 나. 조직 구성

□ ECDC의 조직은 크게 5개의 조직(unit)으로 구분되며 감염병에 대한 직접 대응과 관련한 조직으로는 질병 프로그램(Disease programmes)과 공중 보건 기능(Public health functions)이 있음.<sup>25)</sup>

○ 질병 프로그램(Disease programmes, DSP)<sup>26)</sup>

- 유럽연합(EU) 회원국, 유럽경제지역(EEA) 국가 및 유럽위원회에 질환별 지원을 통해 EU 수준과 국가 수준의 질환별 예방 및 통제 프로그램과 이니셔티브를 강화하는 역할을 담당하며, 국가 보건 당국 및 공중보건 관련 기관과의 네트워크를 통해 협력적 관계를 유지함.
- 해당 부서는 과학적 방법 및 표준(Scientific Methods and Standards, SMS) 부서의 지원을 받아 ECDC의 결과물 중 가장 많은 부분을 생산하고 있음.
- 두 개의 하위 조직으로 구분되어 하나는 공기 매개, 혈액 매개 및 성 매개 감염병을 담당하며, 다른 하나는 원헬스(One Health) 개념과 관련된 질환에 초점을 두어 항균제 내성, 의료 관련 감염과 신종, 식품 및 매개 감염병을 포함함.

○ 공중 보건 기능(Public health functions)<sup>27)</sup>

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/13a83657-97b6-4a80-aa32-3b335bdf80be/language-en>에서 2020. 9. 30. 인출.

25) ECDC 홈페이지. Units

<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/who-we-are/units>에서 2020. 8. 11. 인출.

26) ECDC 홈페이지. Disease programmes unit.

<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/who-we-are/units/disease-programmes-unit>에서 2020. 8. 11. 인출.

27) ECDC 홈페이지. Public health functions.

<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/who-we-are/units/public-health-functions>에서

- ECDC의 법정 공중보건 기능을 수행할 책임이 있으며, 질병별 결과 데이터를 제공하고, 특정 위기 대비 및 훈련을 위해 질병 프로그램(Disease programmes) 부서와 긴밀히 협력함.
- 하위 조직(section)인 공중보건 훈련 부서에서는 강사 및 전문가 대상 단기 과정 교육을 제공함으로써 유럽의 공중보건 역량을 강화하는 역할을 수행하고, 교육 네트워크를 강화하며 교육을 위한 혁신적 방법과 도구를 개발함.
- 위기 대비 및 대응 지원 조직에서는 해당 영역의 효율적인 계획 및 평가 관련 활동을 조정하고, 유럽 공동체 인도주의 지원 사무소(DG ECHO: Directorate-General for European Civil Protection and Humanitarian Aid Operations) 또는 WHO 산하 국제유행경보대응네트워크(GOARN)와 함께 공중보건 이슈(Public Health Events) 및 배치(deployment)를 조직화하며 ECDC의 긴급 상황실(Emergency Operation Centre)을 운영함.
- 감시 담당 조직에서는 감시에 대한 전문성을 기반으로 감염병 위협을 적시에 감지·평가해 회원국의 위협 완화를 지원함.

□ 그 외 감염병 역학에 대한 과학 콘퍼런스(European Scientific Conference on Applied Infectious Disease Epidemiology, 이하 ESCAID) 조직 업무를 포함해 센터 내외로 과학적 지식 확산을 담당하는 과학적 방법 및 표준(Scientific Methods and Standards, SMS), 전문 정보통신기술(ICT)을 활용한 행정 지원, 정보기술(IT) 관련 업무를 지원하는 디지털 트랜스포메이션 서비스(Digital Transformation Services)와 인사 관련 부서인 자원 관리(Resource Management)가 있음.<sup>28)29)</sup>

2020. 9. 30. 인출.

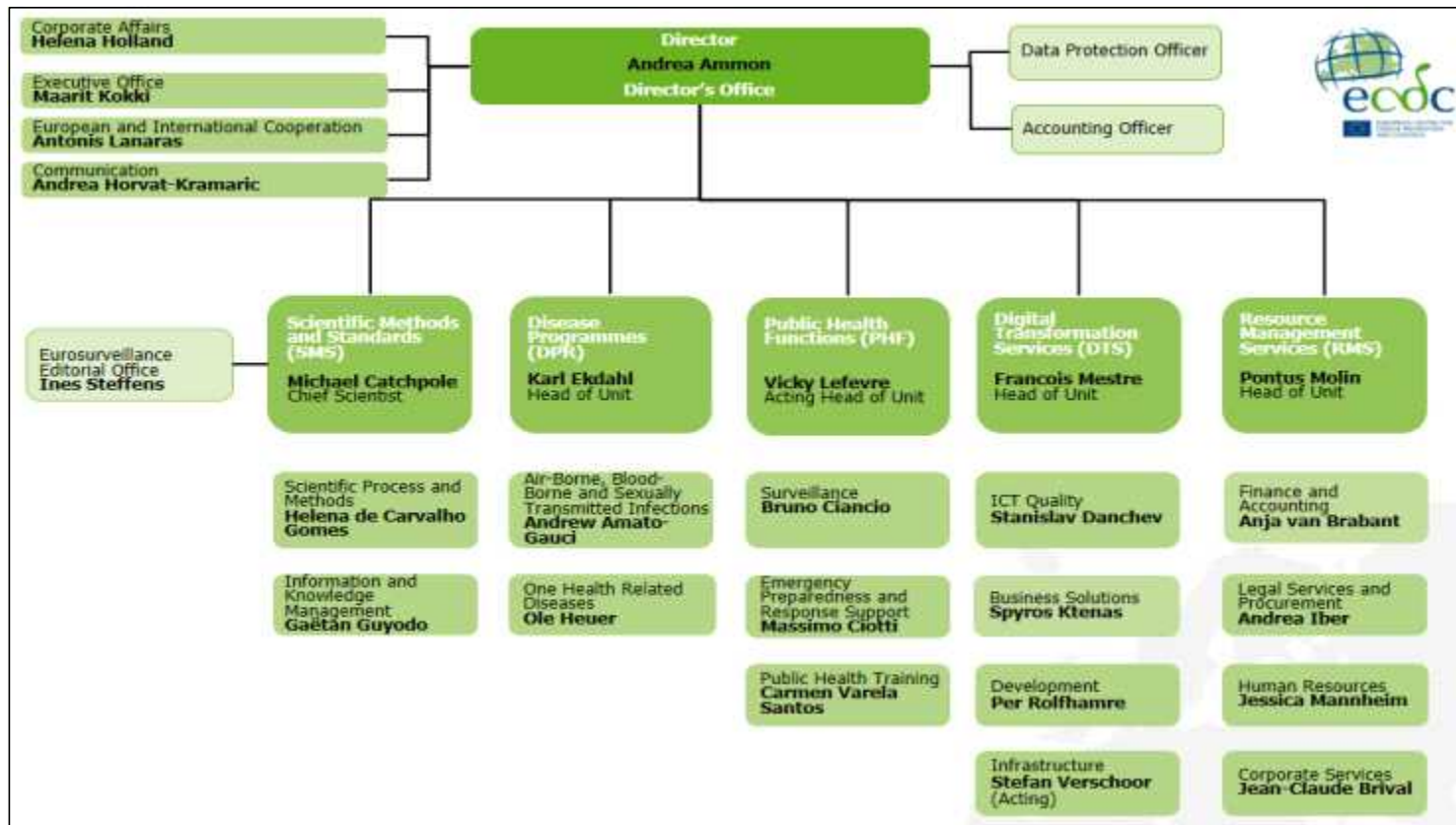
28) ECDC 홈페이지. Scientific Methods and Standards.

<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/who-we-are/units/scientific-methods-and-standards>에서 2020. 9. 30. 인출.

29) ECDC 홈페이지. Digital Transformation Services Unit.

<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/who-we-are/units/digital-transformation-services-unit-dts>에서 2020. 9. 30. 인출.

[그림 2-6] ECDC 조직 구조(2020년 1월 기준)



자료: ECDC 홈페이지. New organisational structure from January 2020.

<https://www.ecdc.europa.eu/en/news-events/new-organisational-structure-january-2020>에서 2020. 7. 23. 인출.

## 다. ECDC의 주요 활동

### 1) 감시<sup>30)</sup>

- 감시는 ECDC의 가장 핵심적인 기능으로, 27개의 EU 회원국과 EEA 국가 중 2개 국가에 대해 56개 감염병 및 관련 건강 문제에 대한 감시 데이터를 수집·분석·배포함.
- 유럽 수준에서 수집된 감시 데이터는 주로 사례 기반으로, 매년(대부분의 질병 및 관련 건강 문제에 대해), 매월(살모넬라 혈청형, 홍역, 풍진), 매주(인플루엔자 및 웨스트나일 열) 또는 매일(여행 관련 레지오넬라병(travel-associated Legionnaires' disease)) 보고됨.
- 지표 기반 감시(indicator-based surveillance) 및 사건 기반 감시(event-based surveillance)를 모두 수행하고, 공중보건 조치를 위해 고도로 구조화 된 정보(지표)를 체계적·지속적으로 수집·분석·해석·보급함.
- 2014-2020년 ECDC 장기 감시 전략(long-term surveillance strategy)의 목표는 EU 및 EEA의 감염병 감시를 통해 회원국의 부담을 최소화하면서 감염병의 효과적인 예방 및 통제를 위한 관련 데이터를 제공하는 것임.
- ECDC는 지표 기반 감시 데이터를 사용해 연례 역학 보고서를 생성하고 주간, 월간, 연간 또는 다년마다 질병별 감시 보고서와 동료 검토 과학 기사를 게시하며, Surveillance Atlas of Infectious Diseases와 의료 관련 감염 및 항생제 사용에 대한 기타 여러 유럽 감시 데이터베이스를 공개함.
- Surveillance Atlas of Infectious Diseases는 여러 감염병에 대한 최신 데이터를 상호 연계할 수 있는 인터페이스로 이를 통해 이용자가 원하는 형식의 다양한 테이블과 맵을 생성할 수 있음.<sup>31)</sup>

30) ECDC 홈페이지. ECDC activities on surveillance.

<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/what-we-do/ecdc-activities-surveillance>에서 2020. 9. 10. 인출.

[그림 2-7] ECDC의 Surveillance Atlas of Infectious Diseases 홈페이지



자료: ECDC 홈페이지. Surveillance Atlas of Infectious Diseases.  
<http://atlas.ecdc.europa.eu/public/index.aspx>에서 2020. 9. 8. 인출.

□ ECDC 내 질환별 감시 네트워크는 특정 질병 및 항균 저항성에 대한 병원체 탐지, 감시 역량 강화에 기여함(표 2-9 참고).

〈표 2-9〉 ECDC 감염성 질환별 감시 네트워크

질환군	네트워크명
항생제 내성·의료기관 감염	<ul style="list-style-type: none"> <li>European Antimicrobial Resistance Surveillance Network(EARS-Net)</li> <li>Healthcare-associated Infections Surveillance Network(HAI-Net)</li> <li>European Surveillance of Antimicrobial Consumption Network(ESAC-Net)</li> <li>European Antimicrobial Resistance Genes Surveillance Network(EURGen-Net)</li> </ul>
신종 감염병·매개체 감염 질환	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emerging Viral Diseases-Expert Laboratory Network(EVD-LabNet)</li> <li>European network for sharing data on the geographic distribution of arthropod vectors, transmitting human and animal disease agents(VectorNet)</li> </ul>
식품·식수 매개 감염병, 인수공통감염병	<ul style="list-style-type: none"> <li>European Food- and Waterborne Diseases and Zoonoses Network(FWD-Net)</li> <li>European Creutzfeldt-Jakob Disease Surveillance Network(EuroCJD)</li> <li>European Legionnaires' Disease Surveillance Network(ELDSNet)</li> </ul>
에이즈·성 매개 질환·혈액 매개 바이러스	<ul style="list-style-type: none"> <li>European Network for STI Surveillance</li> <li>European Network for HIV/AIDS Surveillance</li> <li>European Network for Hepatitis B and C Surveillance</li> <li>European Gonococcal Antimicrobial Surveillance Programme(Euro-GASP)</li> </ul>

31) ECDC 홈페이지. Surveillance Atlas of Infectious Diseases.  
<https://www.ecdc.europa.eu/en/surveillance-atlas-infectious-diseases>에서 2020. 9. 10. 인출.

질환군	네트워크명
호흡기계 감염	<ul style="list-style-type: none"> <li>• European Influenza Surveillance Network(EISN)</li> <li>• European Reference Laboratory Network for Human Influenza(ERLI-Net)</li> <li>• European Tuberculosis Surveillance Network</li> <li>• European Reference Laboratory Network for TB(ERLTB-Net)</li> </ul>
백신으로 예방 가능한 감염병·세균성 감염	<ul style="list-style-type: none"> <li>• European Invasive Bacterial Disease Surveillance Network(EU-IBD)</li> <li>• European Diphtheria Surveillance Network(EDSN)</li> <li>• EUVAC.Net</li> </ul>

자료: ECDC 홈페이지. Disease and laboratory networks

<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/who-we-work/disease-and-laboratory-networks>에서  
2020. 9. 10. 인출해 표로 정리함.

## 2) 과학적 자문 및 미생물학 연구 지원

□ ECDC의 과학적 조언은 근거를 정리하고, 감염성 질환의 예방 및 통제를 위한 다양한 공중보건 조치의 강점과 한계를 설명함으로써 정보에 입각한 의사 결정을 지원하는 것을 목표로 함.<sup>32)</sup>

□ 미생물학 연구는 감염병을 일으키는 미생물에 대한 연구를 의미하며 바이러스, 박테리아, 곰팡이, 기생충과 같은 다양한 유형의 미생물 분야로 구분됨.<sup>33)</sup>

## 3) 위기 상황 대비 및 대응

□ 유럽의 감염병으로 인한 공중보건 위협을 모니터링하고 평가하는 것은 ECDC의 핵심 업무이며, EU 수준의 대비 및 대응에 대한 기술 지원을 제공함.<sup>34)</sup>

## 4) 교육 및 훈련

□ ECDC는 역학 감시 및 현장 조사에서 양적·질적 수준이 확보된 전문가를 보유하

32) ECDC 홈페이지. ECDC activities on scientific advice  
<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/what-we-do/ecdc-activities-scientific-advice>에서 2020. 9. 9. 인출.

33) ECDC 홈페이지. Microbiology.  
<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/what-we-do/ecdc-activities-microbiology>에서 2020. 9. 9. 인출.

34) ECDC 홈페이지. Epidemic intelligence and outbreak response  
<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/what-we-do/ecdc-activities-epidemic-intelligence-and-outbreak-response>에서 2020. 9. 9. 인출.

여 질병 발생을 통제하기 위한 건강 조치를 정의할 수 있는 능력을 갖출 수 있도록 교육 프로그램을 지원하고 조정하는 역할을 수행함.<sup>35)</sup>

## 5) 건강 커뮤니케이션

□ 건강 커뮤니케이션은 EU 및 EEA 국가에서 감염성 질환으로 인한 지속적인 위협에 효과적으로 대응하는 데 필수적인 요소로 새로운 전염성 유기체의 출현, 치료제에 대한 미생물 내성, 새로운 환경 현상 등은 공중보건을 위한 핵심 역량으로서의 건강 커뮤니케이션의 역할을 확대함.<sup>36)</sup>

## 라. 감염병 대응 전략

### 1) 중장기 총괄 전략

□ 2005년 설립 이후, ECDC의 기능 및 프로그램의 효과를 극대화하고 감염병 통제 및 예방을 위한 EU 및 국가 수준의 우선순위를 도출하기 위한 목적으로 장기 전략인 1차 Strategic Multi-annual Programme(2007-2013)과 2차 ECDC Strategic Multi-annual Programme(2014-2020)을 순차적으로 발표하였고, 2020년 1월 중기 전략인 Single Programming Document(2020-2022)를 발표함.

□ 2차 ECDC Strategic Multi-annual Programme(2014-2020)에서 미래 감염병 변화의 동인으로 세계화 및 환경적 변화, 인구사회학적 변화, (공공)보건의료 체계 변화, 기술적 진보를 주목함. 특히 인구학·생물학·생태학적 요인만큼 경제·정치적 요인이 영향을 미칠 것으로 분석함(ECDC, 2014, p. 8).

35) ECDC 홈페이지. Public health training.  
<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/what-we-do/ecdc-activities-public-health-training>  
 에서 2020. 9. 9. 인출.

36) ECDC 홈페이지. Health communication.  
<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/what-we-do/health-communication-activities>  
 에서 2020. 9. 9. 인출.



- 고온·다습과 같은 기후변화가 곤충 및 식품 매개 감염병, 수인성 감염병 등 다수의 감염병 역학에 직접적 영향을 미치고, 국가 간 여행, 이주, 국제적 무역이 감염병 위험을 증가시키는 요인으로 작용할 것으로 예측함(ECDC, 2014, p. 9).
  - 특히 사회적 요인이 질병 반응성에 영향을 주므로 저학력자, 의료기관 접근에 제약이 있는 자, 건강 관련 메시지에 대한 이해도가 낮은 자, 전자 매체 활용에서 소외되는 자 등 사회적 취약 그룹에 대한 주의가 필요함을 강조함(ECDC, 2014, p. 9).
  - 또한 회원국들이 공공보건의료 체계 유지에 대한 경제적 부담으로 예방 활동보다 급성 의료 서비스를 우선시하는 경향은 감염병 진단의 지연 및 확산 증가를 가져올 수 있음을 지적함(ECDC, 2014, p. 10).
  - 병원체의 게놈 기반 분자 특성 활용, 현장 현시 검사(Point-Of-Care Testing) 등의 기술적 진보는 감염병 조기 발견 및 감시 속도를 높여 감염병 대응에 획기적 전환점을 제공할 수 있음(ECDC, 2014, p. 10).
- Single Programming Document(2020-2022)에서 제시한 ECDC의 2022년까지의 전략적 목표는 다음과 같음(ECDC, 2020b, p. 7).
- (목표 1) 회원국과 유럽연합위원회의 효과적인 의사 결정을 지원하기 위한 과학적 조언과 권위 있는 정보 제공
  - (목표 2) 근거 및 전문지식 생성을 통한 효과적인 의사 결정 지원
  - (목표 3) 공중보건 인프라와 절차 강화
  - (목표 4) 공중보건 인력의 역량 강화
  - (목표 5) 초국가적 심각 건강 위협 적시 감지
  - (목표 6) 신속한 위험 평가 및 대응 전략 선택에 대한 조정 및 지원
  - (목표 7) 국가 및 국제적 대응 지원
  - (목표 8) 관련 이해관계자와의 긴밀한 협력을 통해 조직의 효율성 개선 및 책임 명확화

## 2) 질환별 대응 전략

□ Single Programming Document 2020-2022에서 제시한 감염성 질환별로 2020년도까지 달성해야 할 중점 전략 목표를 확인함으로써 ECDC의 질환별 주요 대응 어젠다를 살펴봄(ECDC, 2020b, pp. 51-62).

### ○ 항생제 내성 및 의료기관 감염

- EU 수준의 항생제 내성 및 소비 감시를 목적으로 감시 시스템 내 데이터의 질, 지속가능성, 비교가능성 개선.
- 항생제 내성 관련 활동 지원을 위한 자문, 안내, 교육 및 국가적 지원 제공.
- 역학적 전문 지식 향상, 분자 유형의 감시 및 위험 평가를 통해 항생제 내성 및 의료기관 감염 관련 감시, 보고, 평가 체계 개선.
- 항생제 내성에 대한 ‘원헬스(One health)’ 강화 및 국제적 협력 도모.
- EU 수준의 의료기관 감염 감시 시스템 내 데이터의 질, 지속가능성, 비교가능성 개선.
- 의료 환경에서 의료기관 감염과 항생제 내성에 대한 예방 및 통제 지원을 위한 자문, 안내 및 모범 사례 공유.

### ○ 신종 감염병 및 매개체 감염병

- 신종 감염병 및 매개체 감염병 위협의 국가적 대응·대비에 대한 과학적 조언 제공.
- 계절에 따른 매개체 분포 모니터링을 통한 신종 감염병 및 매개체 감염병에 대한 감시 강화.
- 조기 감지 및 감시를 위한 실험실 진단 역량 강화.
- 다학제적 네트워크, 국제적 협력 강화.

### ○ 식품 매개 및 수인성 감염병, 인수공통감염병

- 원헬스(One Health) 원칙에 따른 감시 강화를 기반으로 항생제 내성 포함해 수집된 데이터에 대한 다학제적 분석을 토대로 효과적 예방 및 통제 조

치 구현.

- 원헬스(One Health) 원칙에 따른 다수 국가의 식품 매개·수인성 감염병 및 레지오넬라증 감시 강화.

○ 인플루엔자 및 호흡기 바이러스

- 2019년 평가 결과를 기반으로 WHO 유럽 및 NFP와 협력해 유럽 내 인플루엔자 및 기타 호흡기 바이러스 감시에 대한 혁신 주도.
- 인수공통 바이러스 및 신종 호흡기 바이러스(MERS-CoV 및 조류·돼지 인플루엔자 바이러스 포함)에 대한 조기 발견, 모니터링, 과학적 조언 및 대비.
- 교육 및 실험실 지원을 통해 네트워크 간의 실험실 및 감시 역량 강화.
- 백신 효과 및 안전성 모니터링과 회원국 대상 백신 프로그램 지원.
- 유럽연합 집행위원회, 보건안보위원회(Health Security Committee), 회원국, 국제 파트너 지원을 통한 유럽연합의 유행 대비 강화.

□ ECDC는 인간-동물-환경 인터페이스에서 발생한 감염병 위험에 대응하려면 보건 분야의 전형적인 영역을 넘어 보다 효과적이고 효율적인 원헬스(One health) 전략이 필요함을 인지하고, 원헬스(One health) 관점에서의 유럽 감염병 대비 강화에 필요한 우선순위 영역을 발굴하기 위해 전문가 협의 과정을 거쳐 다음을 제안함(ECDC, 2017, p. 1).

○ 조기 경보 및 감시

- 원헬스(One Health) 관점의 감시에서는 보다 빠른 샘플 수집이 요구되며, 공중보건위기 동안 관련 있는 모든 부문이 접근 가능한 공통 자원의 데이터 제공이 필요함(ECDC, 2017, p. 10).

○ 대비 및 대응

- 다부문에서의 개별적 대응 활동으로 인한 중복을 피하기 위해 원헬스(One Health) 관점에서 대응 네트워크가 통합되어야 하며, 공중보건 위기 상황이 아닌 평상시에 이러한 네트워크 구축에 많은 자원을 투입해야 함(ECDC, 2017, p. 11).

○ 파트너 협력 및 역량 강화

- 훈련 및 역량 구축은 효과적 대비를 위해 필수적이고, 원헬스(One Health)에 관련된 다양한 부문(동물, 인간, 환경)과의 공동 교육 과정이 마련되어야 하며, 발병 조사 및 대응과 관련해 다양한 부문의 역할과 책임, 역량을 명확히 해야 함(ECDC, 2017, p. 11).

○ 위기 소통

- 부문 간 소통 체계의 개선이 필요하며, 일반 대중과 정책 입안자들 간 소통 또한 중요함(ECDC, 2017, p. 11).

## 4. 일본

### 가. 감염병 감시 및 정보 제공

#### 1) 감염 발생 동향 조사

□ 1981년부터 시작된 감염 발생 동향 조사는 1999년 4월 「감염 예방 및 감염병 환자에 대한 의료에 관한 법률」(이하, 감염병법)이 시행됨에 따라 감염병법에 근거한 시책임.<sup>37)</sup>

□ 감염병 특성 및 필요에 따라 전수 파악과 정점 파악으로 구분함.

○ 전수 파악이 필요한 경우는 주위에 감염이 확대되는 방지하는 것이 필요한 경우와 발생 횟수가 희소해서 정점 방식으로 정확한 추세 파악이 불가능한 경우임.

- 전수 파악 대상 질환은 모든 의사가 대상 감염 진단을 실시했을 때 신고 양식에 따라 가까운 보건소에 신고해야 함.

- 1-4류 감염병은 즉시 신고 대상이며, 5류 감염병은 7일 이내 신고해야 함.<sup>38)</sup>

〈표 2-10〉 일본 전수 파악 신고 대상 감염병

구분	질환
1류	(1) 에볼라 (2) 크리미안콩고출혈열 (3) 두창 (4) 남미 출혈열 (5) 페스트 (6) 마르부르크병 (7) 라사열
2류	(1) 소아마비 (2) 결핵 (3) 디프테리아 (4) 중증급성호흡기증후군(병원체가 코로나 바이러스 속 사스 코로나 바이러스인 것에 한함) (5) 중증호흡기증후군(병원체가 베타코로나 바이러스 속 메르스 코로나 바이러스인 것에 한함) (6) 조류독감(H5N1) (7) 조류독감(H7N9)
3류	(1) 콜레라 (2) 세균성이질 (3) 장관 출혈성 대장균 감염증 (4) 장티푸스 (5) 파라티푸스

37) 후생노동성 홈페이지. 感染症発生動向調査について.

<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000115283.html>에서 2020. 10. 19. 인출.

38) 후생노동성 홈페이지. 感染症法に基づく医師の届出のお願い.

[https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryuu/kenkou/kekaku-kansenshou/kekaku-kansenshou11/01.html#list01](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/kekaku-kansenshou/kekaku-kansenshou11/01.html#list01)에서 2020. 10. 13. 인출.

구분	질환
4류	(1) E형 간염 (2) 웨스트 나일 바이러스 (3) A형 간염 (4) 포충증 (5) 황열 (6) 앵무새병 (7) 옴스크 출혈열 (8) 재귀열 (9) 카야사나 삼립병 (10) Q열 (11) 광견병 (12) 콕시디오이데스진균증 (13) 원숭이 수두 (14) 지카바이러스감염증 (15) 중증열성혈소판감소증후군(병원체가 플레보 바이러스 속 SFTS 바이러스인 것에 한함) (16) 신증후군출혈열 (17) 서부말뇌염 (18) 진드기매개뇌염 (19) 탄저병 (20) 치쿤구니아열 (21) 쓰쯔가무시증 (22) 뎅기열 (23) 동부말뇌염 (24) 조류독감(조류 독감 H5N1 및 H7N9 제외) (25) 니파 바이러스 감염 (26) 일본 홍반열 (27) 일본뇌염 (28) 한타 바이러스 폐 증후군 (29) B바이러스병 (30) 비저 (31) 브루셀라병 (32) 베네수엘라말뇌염 (33) 헨드라 바이러스 감염 (34) 발진티푸스 (35) 보툴리누스증 (36) 말라리아 (37) 야토병 (38) 라임병 (39) 리사바이러스감염 (40) 리프트밸리열 (41) 유비저 (42) 레지오넬라증 (43) 렙토스피라증 (44) 로키산홍반열
5류	(1) 아메바이질 (2) 바이러스성 간염(E형 간염 및 A형 간염 제외) (3) 카르바페넴 내성 장내세균 속 균종감염증 (4) 급성 이완성 마비(소아마비 제외) (5) 급성 뇌염(웨스트나일 뇌염, 서부 말 뇌염, 진드기매개뇌염, 동부말뇌염, 일본뇌염, 베네수엘라말뇌염 및 리프트밸리열 제외) (6) 포자충증 (7) 크로이츠펠트 야콥병 (8) 극중형 용혈성연쇄상구균감염 (9) 후천성면역결핍증 (10) 편모충증 (11) 침습성 인플루엔자균 감염 (12) 침습성 수막구균 감염 (13) 침습성 폐막구균감염 (14) 수두(입원 예에 한함) (15) 천천성 풍진 증후군 (16) 매독 (17) 크립토크스증 (18) 파상풍 (19) 반코마이신 내성 황색포도상구균 감염 (20) 반코마이신 내성 장구균 감염 (21) 백일해 (22) 풍진 (23) 홍역 (24) 약제 내성 아시네토박터 감염

자료: 후생노동성. 感染症法に基づく医師の届出のお願い.

[https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryuu/kenkou/kekkaku-kansenshou/kekkaku-kansenshou11/01.html#list01](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/kekkaku-kansenshou/kekkaku-kansenshou11/01.html#list01)에서 2020. 10. 13. 인출.

○ 정점 파악이 필요한 경우는 발생 동향 파악이 필요한 것 중 환자 수가 전수 파악이 필요 없는 경우이며, 환자 정점과 병원체 정점으로 구분함.

- 정점으로 지정된 의료기관 대상 감염의 발생 상황을 지정된 기간(주 또는 달)마다 정리해 보건소에 신고해야 함.<sup>39)</sup>

〈표 2-11〉 일본 정점 파악 신고 대상 감염병

구분	질환
소아과 정점 의료기관(전국 약 3,000개소의 소아과 의료기관)이 신고(주간)	(1) RS 바이러스 감염증 (2) 인두결막열 (3) A군 용혈성 연쇄상 구균 인두염 (4) 감염성 위장염 (5) 수두 (6) 수족구병 (7) 감염성 홍반 (8) 돌발성 발진 (9) 헤르판기나 (10) 유행성 이하선염
인플루엔자 정점 의료기관(전국 약 5,000개소의 내과·소아과 의료기관) 및 기간 정점 의료기관(전국 약 500개소의 병상 수 300개 이상의 내과·외과 의료기관)이 신고(주간)	(1) 인플루엔자(조류독감 및 신종 인플루엔자 등 감염병 제외)

39) 후생노동성 홈페이지. 感染症法に基づく医師の届出のお願い.

[https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryuu/kenkou/kekkaku-kansenshou/kekkaku-kansenshou11/01.html#list01](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/kekkaku-kansenshou/kekkaku-kansenshou11/01.html#list01)에서 2020. 10. 13. 인출.

구분	질환
안과 정점 의료기관(전국 약 700개소의 안과 의료기관)이 신고(주간)	(1) 급성 출혈열 결막염 (2) 유행성 각 결막염
성병 정점 의료기관(전국 약 1,000개소의 산부인과 등 의료기관)이 신고(매월)	(1) 클라미디아 감염증 (2) 성기 헤르페스 바이러스 감염증 (3) 사마귀 (4) 임균감염
기간 정점 의료기관(전국 약 500개소의 병상 수 300개 이상의 의료기관)이 신고(주간)	(1) 감염성 위장염(병원체가 로타 바이러스인 것에 한함) (2) 클라미디아 폐렴(앵무새병 제외) (3) 세균성 수막염(수막 구균, 폐렴 구균, 인플루엔자 균이 원인으로 확인된 경우를 제외) (4) 마이코플라스마 폐렴 (5) 무균성 수막염
기간 정점 의료기관(전국 약 500개소의 병상 수 300개 이상의 의료 기관)이 신고(매월)	(1) 페니실린 내성 폐렴 구균 감염 (2) 메티실린 내성 황색 포도상 구균 감염증 (3) 약제 내성 녹농균 감염증
유사 질환 정점 의료기관(전국 약 700개소의 집중 치료를 실시하는 의료기관 등)이 신고(즉시 신고)	(1) 법 제14조 제1항에 규정하는 후생노동성령으로 정하는 유사 질환

자료: 후생노동성 홈페이지. 感染症法に基づく医師の届出のお願い.

[https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryuu/kenkou/kekkaku-kansenshou/kekkaku-kansenshou11/01.html#list01](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/kekkaku-kansenshou/kekkaku-kansenshou11/01.html#list01)에서 2020. 10. 13. 인출.

## 2) 감염병 국가 역학 감시 프로그램<sup>40)</sup>

□ 일본 감염병 국가 역학 감시 프로그램(National Epidemiological Surveillance of Infectious Diseases, NESID)은 1871년 7월에 18개의 대표적인 질병으로 시작했음.

○ 1998년 감염병예방법이 제정된 후 1999년 4월부터 시행되었으며, 이 프로그램을 통한 분석 결과를 일반인 및 의료 종사자에게 공개해 감염병에 대응할 수 있도록 함.

□ 감시 프로그램의 수행 주체는 중앙정부, 현정부 및 보건소가 있는 시정부(특별 병동을 포함)임.

○ 중앙 감염병 감시 센터

- 국립 감염증 연구소 감염병 감시 센터에 설치하며, 보고된 환자 정보, 의심

40) 후생노동성. . Implementation Manual for the National Epidemiological Surveillance of Infectious Diseases Program.

<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000488981.pdf>에서 2020. 10. 14. 인출.

되는 사례 정보 및 병원체 정보 수집과 분석에서 중심 역할을 함.

- 현정부, 보건소가 있는 도시에서 수집 및 분석한 결과를 전국 정보로 즉시 제공 및 공개함.

#### ○ 지역 감염병 감시 센터 및 지정 현립 감염병 감시 센터

- 지역 감염병 감시 센터는 각 현 내 해당 보건소에 설치하는 것이 원칙임.
- 미션은 현의 환자 정보, 의심 사례 정보 및 병원체 정보를 수집, 분석해 관련 현청 본부에 보고하고 정보를 신속하게 제공, 공개하는 것임.
- 각 도도부현의 지역 감염병 감시 센터 중 1곳을 현청과 보건소, 시정촌의 협의를 통해 지정 현립 감염병 감시 센터로 지정함.
- 지정 현립 감염병 감시 센터는 현 전체에서 환자 정보, 의심 사례 정보 및 병원체 정보를 수집 및 분석한 결과를 각 관련 지역 감염병 감시 센터로 보냄.
- 현청 본부가 지역 감염병 감시 센터를 대신할 수 있음.

#### ○ 지정 통보 시설 및 지정 제출 시설(표본 감시)

- 감시 대상 감염병에 대해 각 현은 감염병예방법 제14조 제1항에서 정하는 바에 따라 사전에 환자 및 의사환자 정보를 수집하기 위해 환자 감시소 및 의사환자 감시소를 미리 지정해야 함.
- 분류 5 감염병에 대해 각 현 정부는 해당 감염병 환자 표본 또는 병원체를 채취하기 위해 미리 검사실 기반 감시 장소를 지정함.

#### ○ 감염병 감시위원회

- 중앙 감염병 감시 위원회는 감시 프로그램의 적절한 운영을 보장하기 위해 국립감염증연구소의 대표, 공중보건센터 및 기관 대표로 구성되며, 그 밖에 감염병 대책 관련 학술 전문가를 후생노동성에 둠. 중앙 감염병 감시 센터가 위원회의 사무국임.
- 현립 감염병 감시 위원회는 각 현의 영토 내 정보 수집 및 분석의 효과적이고 효율적인 운영을 보장하기 위해 소아과, 내과, 안과, 피부과, 비뇨기과, 부인과, 미생물학, 역학 전문가로 구성되며 수의학, 곤충학, 보건소 대표,



지방 의료협회 대표 등 약 10명을 현정부에 둠.

### 3) 일본 국립감염증연구소(NIID)의 재해 및 감염병 포털

□ 국립감염증연구소(National Institute of Infectious Diseases, NIID)는 국내  
외에서 발생하는 지리적 변동(지진, 해일, 화산 폭발 등), 악천후(태풍, 홍수 등),  
인적 요인에 의한 화재, 사고, 분쟁 등 재해로 인해 발생할 수 있는 감염 상황에  
대한 정보를 제공함.<sup>41)</sup>

□ 재해 발생 시 지방자치단체의 관할 지역이나 대피소에서 발생할 수 있는 유행성  
감염의 위험을 평가하고 정보를 제공해 대피소에서 이재민의 감염 예방 및 감염  
에 의한 피해를 줄이기 위해 필요한 개입의 우선순위를 설정하는 데 도움을 줄 수  
있음.<sup>42)</sup>

○ 해당 평가 방법은 2011년 동일본 대지진과 2015년 관동과 동북부 호우 시에  
도 이용됨.

□ 위험 평가 방법은 다음과 같음.<sup>43)</sup>

○ 지역·대피소의 유행 가능성 평가: 각 질병이 유행할 가능성에 대해 낮음, 중간,  
높음으로 분류함.

○ 공중보건의 중요성 평가: 각 질병의 유행이 주는 공중보건의 영향을 이환율·치  
명률에 따라 낮음, 중간, 높음으로 분류함.

○ 위험 평가: 앞의 두 가지 분류에 따라 아래 표와 같이 위험을 평가하게 됨.

41) NIID. 재해 및 감염병 포털 홈페이지. <https://www.niid.go.jp/niid/ja/disaster.html>에서 2020. 10. 30. 인출.

42) NIID. 避難所におけるリスクアセスメントの方法・考え方について(解説.)  
<https://www.niid.go.jp/niid/images/idsc/disasters/RAGuidance20160419.pdf>에서 2020. 10. 30. 인출.

43) NIID. 避難所におけるリスクアセスメントの方法・考え方について(解説.)  
<https://www.niid.go.jp/niid/images/idsc/disasters/RAGuidance20160419.pdf>에서 2020. 10. 30. 인출.

〈표 2-12〉 위험 평가 기준

공중보건의 중요성	3	중간 위험	높은 위험	높은 위험
	2	낮은 위험	중간 위험	높은 위험
	1	낮은 위험	낮은 위험	중간 위험
		1	2	3
지역·대피소의 유행 가능성 평가				

자료: NIID. 避難所におけるリスクアセスメントの方法・考え方について (解説)

<https://www.niid.go.jp/niid/images/idsc/disasters/RAguidance20160419.pdf>에서 2020. 10. 30. 인출.

〈표 2-13〉 위험 평가 예시(2016년 구마모토 지진의 피해·감염에 대한 위험 평가표, 2016년 4월 19일 현재)

	지역·대피소에서 유행 가능성 1. 저 2. 중 3. 고	공중보건의 중요성(이환율·치명률) 1. 저 2. 중 3. 고	위험 평가 1. 저 2. 중 3. 고	코멘트
피난처의 과밀 상태에 따른 감염				
급성호흡기 감염	3	2	3	RS 바이러스 감염의 활동성이 감소하고 있지만, 대피소에서 과밀 상태가 계속되면 발생 위험이 높아질 수 있다. 기온·습도의 변화도 병원체 전파·피난민의 건강에 영향을 준다.
독감/독감 유사 질환	3	2	3	전국적으로도 해당 지역에서 활동성이 저하되는 경향이지만, 14주 현재에도 현 내에서 경보가 발령돼 있는 지역이 있기 때문에 대피소 내에서 인플루엔자 증상 발생에 주의가 필요하다.
결핵	1	2	1	발생 위험이 반드시 높은 것은 아니지만 기침이 2주 이상 지속되는 경우에는 감별이 필요하다. 치료 중인 피난민의 경우는 확실히 복약을 지속하는 것이 중요하다.
백신으로 예방할 수 있는 감염				
홍역	1	3	2	공기 감염에 의해 전파되는 홍역은 항상 최대의 경계를 할 필요가 있다. 홍역과 유사한 증상을 보이는 경우 즉시 격리가 필요하다.
풍진	2	2	2	대피소에서 해당 질환이 발생하면 백신 미접종 성인을 중심으로 감염이 전파될 수 있다. 임신 초기 감염은 선천성 풍진 증후군의 위험이 있다.(임신 풍진 예방접종은 금지)
볼거리(유행성 이하선염)	2	2	2	전국 평균보다 발생률이 높은 지역도 있고, 집단 감염에 따라 주의를 요한다.
수두	2	2	2	수두의 발생률은 낮은 수준이지만, 공기 감염에 의해 전파되므로 사례가 발견된 경우에는 즉시 적절한 조치를 취한다.
백일해	2	2	2	현의 정점 감시에서 큰 유행은 보이지 않지만, 백일해 증상(지속적인 마른 기침 등)이 나타나는 경우에는 의료기관 상담 등이 필요하다.
페렴구균	1	2	1	동일본 대지진 당시 재해 직후부터 3주 정도 사이에 폐렴 구균성 폐렴이 다발했다.

자료: NIID. 避難所におけるリスクアセスメントの方法・考え方について (解説)

<https://www.niid.go.jp/niid/images/idsc/disasters/RAguidance20160419.pdf>에서 2020. 10. 30. 인출.

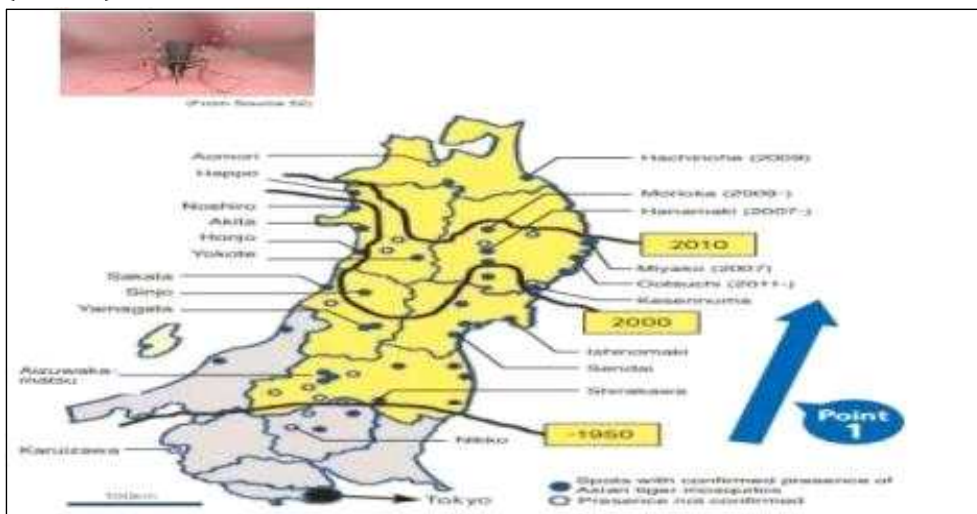
## 나. 기후변화 관련 감염병 대응

□ 일본 환경부에서는 지구온난화가 미치는 과거, 미래 영향과 지구온난화에 기여하는 요인, 지구온난화에 대한 국내 및 국제적 대처를 다루고 있으며, 감염병에 대한 영향을 평가한 바 있음.

○ 지구온난화가 과거에 감염병에 미친 영향은 감염병을 전파하는 모기의 서식지를 성장시킨 것이라고 분석함.

- 흰줄숲모기(Aedes albopictus)는 모기 매개 바이러스 감염병의 중요한 매개체로, 뎅기열과 치쿤구니아열을 모두 가지고 있음.
  - 일반적으로 연평균 기온이 11℃ 이상인 지역에서 서식함.
- 흰줄숲모기의 분포 범위와 기온의 상관관계에 대한 연구에 따르면 모기 서식지의 북쪽 한계는 현재 도호쿠 지방의 북부 지역이며 1950년 이후 점차 북쪽으로 이동하고 있음.
  - 이는 뎅기열 바이러스가 해외에서 유입되면 확산 가능성이 높아질 수 있음을 시사함(Japan Ministry of Environment, 2017, p.16).

[그림 2-8] 일본 흰줄숲모기 분포 확장



자료: Japan Ministry of Environment. (2017). STOP GLOBAL WARMING 2017. p.16.  
<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/knowledge/Stop2017e.pdf>에서 2020. 10. 19. 인출.

○ 미래에는 지구온난화가 각종 감염병 위험을 증가시킬 것으로 평가함.

- 온실가스 배출이 현재 수준처럼 지속된다면 흰줄숲모기는 21세기 말까지 일본 홋카이도 동부와 고위도를 제외하고 일본 대부분 지역에서 생존할 수 있을 것으로 보임.
- 이는 현재 연평균 기온이 11℃ 미만인 지역의 온도가 상승해 이 지역에서 모기가 생존할 수 있기 때문임.
- 따라서 모기 매개 감염병의 감염 위험이 높아질 가능성이 큼.
- 흰줄숲모기 외에도 질병을 전파하는 다른 종류의 모기들도 분포 범위가 확대되고 서식지 밀도가 증가하고 있음.<sup>44)</sup>

□ 일본의 기후변화 적응 계획(National Adaptation Plan)은 2015년 11월 기후 변화의 악영향을 예방하고 대응할 수 있는 부문별 및 교차 정책 프레임워크를 제 공하기 위해 내각의 승인을 받았음.

○ 계획은 농업, 임업 및 어업, 수자원 및 환경, 자연 생태계, 자연재해와 해안 지역, 건강, 산업 및 경제 활동, 시민 생활, 도시 생활 분야를 다루고 있음.

○ 기후변화 적응 계획에 감염병 관련 조치가 포함돼 있음.

- 기후변화로 인한 온도 상승과 강수량의 시공간적 분포 변화는 감염병의 매 개체인 절지동물에 적합한 서식지를 변화시키고 매개체 매개 질병의 위험 을 증가시킬 수 있으나, 가능한 분포의 확대가 반드시 즉각적인 질병 증가 로 이어지는 것은 아님.
- 감염병과 기후변화의 상관관계에 대해 그 예가 한정되어 있고 불확실성이 큰 요인이 많기 때문에 기온 상승과 감염병 발생 위험도의 상관관계 등의 측면에 대한 과학적 발견을 모으기 위해 노력함.
- 모기 매개 질병 특별 지침에 의거해 모기 매개 질병의 발생을 지속적으로 예방하고 확산을 제한하기 위해 현 정부 및 기타 기관은 감염성 질병의 모

44) Japan Ministry of Environment. (2017). STOP GLOBAL WARMING 2017.  
<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/knowledge/Stop2017e.pdf>에서 2020. 10. 19. 인출.

기 매개체가 발생하는 지역에서 고정 지점 관찰, 유충의 근원을 표적으로 한 조치, 성충 구제, 모기 예방 조치에 대한 주의를 요청함.

- 감염병 발생 추세를 파악하기 위해 노력함.
- 관련 부처는 후생노동성, 환경부임.<sup>45)</sup>

□ 지구온난화에 대한 감염병 예방 적응 대책은 정부가 추진하는 것과 개인이 추진하는 것으로 구분할 수 있음.

○ 정부가 추진하는 대책은 감염병 감시(조사 및 모니터링), 식수 및 하수 처리 시스템 개선, 예방접종 프로그램, 교육 활동, 감염병을 전파하는 모기에 대한 조치, 다양한 지역에서 감염병 모기 침입 조사, 감염병 전파 모기에 대한 예방 조치를 마련하는 인적 자원 육성, 그리고 다양한 지역에서 감염병을 전파하는 동물과 바다의 박테리아 수를 지속적으로 조사하는 것임.

○ 개인이 추진하는 대책은 감염병을 전파하는 모기와의 접촉을 방지하고, 감염병 전파 모기의 침입을 제거하고, 모기 유충을 예방하며, 날해산물을 먹을 때 위생 조건에 주의를 기울이는 조치를 포함함.

○ 모기 매개 감염병을 예방하기 위해 일본 전역에서 관련 곤충에 대한 감시가 실시되고 있음.

- 예를 들어, 도쿄도는 2004년부터 ‘지역 전체 감시’ 활동을 해 오고 있으며, 2015년 정부는 방문객이 많고 행사가 많은 9개 시설에서 ‘우선 감시’ 활동을 시작했음.<sup>46)</sup>

45) Japan Cabinet. (2015). National Plan for Adaptation to the Impacts of Climate Change. <http://www.env.go.jp/en/focus/docs/files/20151127-101.pdf>에서 2020. 10. 19. 인출.

46) Japan Ministry of Environment. (2017). STOP GLOBAL WARMING 2017. <https://www.env.go.jp/earth/ondanka/knowledge/Stop2017e.pdf>에서 2020. 10. 19. 인출.

〈표 2-14〉 도쿄도 감염병 전파 모기 지역 및 우선 감시

구분	지역 전체 감시	광역 감시
위치	16개 시설(16개소)	9개 시설(50개소)
검사 병원체	웨스트나일 바이러스 덴기열 바이러스 치쿤구니아 바이러스 지카 바이러스 말라리아 기생충	덴기열 바이러스 치쿤구니아 바이러스 지카 바이러스
조사 기간	6~10월	4~11월
연간 조사 횟수	총 10회	총 14회

자료: 도쿄도 보건연구소, 感染症媒介蚊サーベイランス.

[http://www.tokyo-eiken.go.jp/kj\\_kankyo/mosquito/](http://www.tokyo-eiken.go.jp/kj_kankyo/mosquito/)에서 2020. 10. 13. 인출.

## 제2절 감염병 대응을 위한 국내 보건 정책 동향

### 1. 감염병 분류 및 종류

□ 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」상의 감염병 분류 체계

○ 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」(이하, 감염병예방법)은 감염병을 “제1급감염병, 제2급감염병, 제3급감염병, 제4급감염병, 기생충감염병, 세계보건기구 감시 대상 감염병, 생물테러감염병, 성 매개 감염병, 인수(人獸)공통감염병 및 의료 관련 감염병”으로 구분함(제2조 제1호).

○ 「감염병예방법」상 질병명이 명시된 86종의 감염병은 제1급~제4급의 급(級)별 분류 체계를 기반으로 함(제2조 제2호 내지 제5호).

- 또한 이들 감염병은 감염원 또는 감염 경로상의 특징을 중심으로 “기생충감염병, 세계보건기구 감시 대상 감염병, 생물테러감염병, 성 매개 감염병, 인수(人獸)공통감염병 및 의료 관련 감염병”으로도 분류됨(제6호 내지 제12호).

- 아울러 동법 제2조 제20호에 근거한 ‘관리 대상 해외 신종 감염병’ 및 「검역법」 제2조에 근거해 ‘검역감염병’이 별도 지정됨.<sup>47)</sup>

#### 가. 급(級)별 법정감염병

□ 「감염병예방법」 제2조 제2호 내지 제5호에 제1급~제4급으로 나누어 분류된 감염병 종류는 <표 2-15>와 같음.

○ 또한 「감염병예방법」은 감염병의 급별 유형과 필요한 기본 대응 조치를 다음과 같이 규정하는데, 4급 → 1급일수록 심각도와 전파력이 높게 설정되어 있음.

- 제1급: 생물테러감염병 또는 치명률이 높거나 집단 발생의 우려가 커서 발

47) 「검역법」상 ‘검역감염병’은 콜레라, 페스트, 황열, 중증급성호흡기증후군(SARS), 동물인플루엔자 인체감염증, 신종 인플루엔자, 중증호흡기증후군(MERS) 등임.

생 또는 유행 즉시 신고해야 하고, 음압격리와 같은 높은 수준의 격리가 필요한 감염병.

- 제2급: 전파 가능성을 고려해 발생 또는 유행 시 24시간 이내에 신고해야 하고, 격리가 필요한 감염병.
- 제3급: 그 발생을 계속 감시할 필요가 있어 발생 또는 유행 시 24시간 이내 신고해야 하는 감염병.
- 제4급: 제1급 감염병부터 제3급 감염병까지의 감염병 외에 유행 여부를 조사하기 위해 표본감시 활동이 필요한 감염병.

〈표 2-15〉 현행 감염병예방법상 급(級)별 법정감염병

구분	제1급 감염병(17종)	제2급 감염병(20종)	제3급 감염병(26종)	제4급 감염병(23종)
종류	가. 에볼라바이러스병 나. 마버그열 다. 라사열 라. 크리미안콩고출혈열 마. 남아메리카출혈열 바. 리프트밸리열 사. 두창 아. 페스트 자. 탄저 차. 보툴리눔독소증 카. 야토병 타. 신종감염병증후군 파. 중증급성호흡기증후군(SARS) 하. 중증호흡기증후군(MERS) 거. 동물인플루엔자 인체감염증 너. 신종 인플루엔자 더. 디프테리아	가. 결핵 나. 수두 다. 홍역 라. 콜레라 마. 장티푸스 바. 파라티푸스 사. 세균성이질 아. 장출혈성대장균감염증 자. A형간염 차. 백일해 카. 유행성이하선염 타. 풍진 파. 폴리오 하. 수막구균 감염증 거. b형헤르페스인플루엔자 너. 폐렴구균 감염증 더. 한센병 러. 성홍열 머. 반코마이신내성황색포도알균(VRSA)감염증 버. 카바페넴내성장내세균속군(CRE)감염증	가. 파상풍 나. B형간염 다. 일본뇌염 라. C형간염 마. 말라리아 바. 레지오넬라증 사. 비브리오패혈증 아. 발진티푸스 자. 발진열 차. 쯔쯔가무시증 카. 램프스피라증 타. 브루셀라증 파. 공수병 하. 신증후군출혈열 거. 후천성면역결핍증(AIDS) 너. 크로이츠펔트-야콥병(CJD) 및 변종크로이츠펔트-야콥병(vCJD) 더. 황열 러. 뎅기열 머. 큐열 버. 웨스트나일열 서. 라임병 어. 진드기매개뇌염 저. 유비저 쳐. 치쿤구니야열 커. 중증열성혈소판감소증후군(SFTS) 터. 지카바이러스감염증	가. 인플루엔자 나. 매독 다. 회충증 라. 편충증 마. 요충증 바. 간흡충증 사. 폐흡충증 아. 장흡충증 자. 수족구병 차. 임질 카. 클라미디아감염증 타. 연성하감 파. 성기단순포진 하. 침균콘딜롬 거. 반코마이신내성장알균(VRE) 감염증 너. 메타실린내성황색포도알균(MRSA) 감염증 더. 다제내성녹농균(MRPA) 감염증 러. 다제내성아시네토박터 바우마균(MAB) 감염증 머. 장관감염증 버. 급성호흡기감염증 서. 해외유입기생충감염증 어. 엔테로바이러스감염증 저. 사람유두종바이러스 감염증

자료: 질병관리본부. (2020). 2020년도 감염병 관리 사업 지침. 오송:질병관리본부. p. 18

#### □ 최근 감염병 분류 기준 개정 연혁과 특징



- 현행 법정감염병 분류 체계는 2020년 1월 1일 「감염병예방법」 개정안 시행으로 변경된 것으로서,
  - 이전에는 감염병의 특성에 따라 1~5군의 군(群)별 분류 원칙이 적용되었으며, 유행 여부 조사를 위해 감시가 필요한 ‘지정감염병’ 분류 병행.
- 따라서 현재의 ‘급(級)’별 감염병 분류 체계는 국민과 의료인들이 각 감염병의 심각도, 전파력 등에 근거해 신고 시기, 격리 수준 등을 쉽게 이해할 수 있도록 하자는 취지를 반영한 체계라 평가할 수 있음.

〈표 2-16〉 감염병예방법 개정안 시행(2020. 1. 1.)에 따른 감염병 분류 체계 개편 비교

개정 전			개정 후			
분류	감염병 특성	신고 시기	분류	심각도·전파력	신고 시기	격리 수준
제1군	물 또는 식품을 매개로 발생	지체 없이	제1급	치명률이 높거나 집단 발생 우려가 큼 ↑	즉시	음압격리와 같은 높은 수준의 격리
제2군	예방접종 대상		제2급		24시간 이내	격리 필요
제3군	간헐적 유행이 가능하여 감시하고 대책 수립이 필요		제3급			격리 불필요
제4군	신종 감염병 또는 해외 유행 감염병	7일 이내	제4급	감염병 유행 여부 조사를 통한 관리 (표본 감시)	7일 이내	격리 불필요
제5군	기생충감염병 (표본 감시)					
지정 감염병	유행 여부 조사를 위해 감시 필요 (표본 감시)					

자료: 보건복지부, 질병관리본부. (2019). 보도자료(2019. 12. 26.): 감염병 위기에 보다 신속하게 대응하기 위하여 내년부터 감염병 체계를 바꿉니다!. p. 3.

#### 나. 급별 법정감염병 이외의 감염병 분류 체계

□ 「감염병예방법」은 86종의 감염병을 ‘급(級)’ 기준 이외에 감염원 또는 감염 경로

등을 기준으로 7가지 유형으로 구분함(제2조 제6호~제12호 및 제20호).

○ 보건복지부 장관은 상기 구분에 따른 7가지 유형 범주에 포함되는 감염병을 별도로 고시하며,

○ 이 외 콜레라, 페스트, 황열, 사스(중증급성호흡기증후군), 동물인플루엔자 인체감염증, 신종 인플루엔자, 메르스(중동호흡기증후군) 등 7종 감염병은 「검역법」 제2조에 근거한 ‘검역감염병’으로 별도 지정

〈표 2-17〉 감염병예방법 및 보건복지부 고시에 따른 ‘급별’ 법정감염병 이외 감염병 분류 체계

구분	정의	기타 감염병 분류
기생충감염병 (7종)	기생충에 감염되어 발생하는 감염병	1. 회충증 2. 편충증 3. 요충증 4. 간흡충증 5. 폐흡충증 6. 장흡충증 7. 해외유입기생충감염증
세계보건기구 감시 대상 감염병 (9종)	세계보건기구가 국제공중보건의 비상사태에 대비하기 위하여 감시 대상으로 정한 질환	1. 두창 2. 폴리오 3. 신종 인플루엔자 4. 중증급성호흡기증후군(SARS) 5. 콜레라 6. 폐렴형 페스트 7. 황열 8. 바이러스성 출혈열 9. 웨스트나일열
생물테러 감염병 (8종)	고의 또는 테러 등을 목적으로 이용된 병원체에 의하여 발생된 감염병	1. 탄저 2. 보툴리눔독소증 3. 페스트 4. 마버그열 5. 에볼라바이러스병 6. 라사열 7. 두창 8. 야토병
성 매개 감염병 (7종)	성 접촉으로 전파되는 감염병	1. 매독 2. 임질 3. 클라미디아 감염증 4. 연성하감 5. 성기단순포진 6. 침균곤달름 7. 사람유두종바이러스 감염증
인수공통 감염병 (10종)	동물과 사람 간에 서로 전파되는 병원체에 의하여 발생하는 감염병	1. 장출혈성대장균감염증 2. 일본뇌염 3. 브루셀라증 4. 탄저 5. 공수병 6. 동물인플루엔자 인체감염증 7. 중증급성호흡기증후군(SARS) 8. 변종크로이츠펔트-야콥병(vCJD) 9. 큐열 10. 결핵
의료 관련 감염병 (6종)	환자나 임산부 등이 의료행위를 적용받는 과정에서 발생한 감염병	1. 반코마이신내성황색포도알균(VRSA) 감염증 2. 반코마이신내성장알균(VRE) 감염증 3. 메티실린내성황색포도알균(MRSA) 감염증 4. 다제내성녹농균(MRPA) 감염증 5. 다제내성아시네토박터바우마니균(MRAB) 감염증 6. 카바페넴내성장내세균속균종(CRE) 감염증
관리 대상 해외 신종 감염병	기존 감염병의 변이 및 변종 또는 기존에 알려지지 아니한 새로운 병원체에 의해 발생하여 국제적으로 보건 문제를 야기하고 국내 유입에 대비해야 하는 감염병	보건복지부 장관 지정

자료: 질병관리본부. (2020). 2020년도 감염병 관리 사업 지침. 오송:질병관리본부. pp. 19-20.

## 2. 감염병 대응 체계 개관

### 가. 메르스 대응 이후 국가방역체계 개편

□ 2015년 메르스 경험은 대형병원 환자 쏠림 등 우리나라 의료전달체계의 문제점과 병문안 문화 등 의료 서비스 공급·이용에 내재한 문제점을 드러내었을 뿐만 아니라, 우리나라의 감염병 대응 체계 개편에 중요한 의의를 가진 사건임.

□ 메르스 종식 이후 ‘국가방역체계 개편 방안’이 확정되었으며(국무조정실, 2015, pp. 1-14), 이는 「감염병예방법」 개정 등을 통해 법적 기반을 갖추게 되었음.

○ 국가감염병 대응 체계의 주요 개편 지점은 다음과 같음.

- ① 신종 감염병의 국내 유입을 차단하고, 유입 시 조기 종식이 될 수 있도록 초기 즉각 대응 체계 구축.
- ② 신종 감염병 유행 확산 대비 신속 진단, 감염병 환자 격리시설과 전문치료 체계 구축.
- ③ 병원 감염 방지를 위해 응급실 선별진료 의무화, 병원 감염 관리 인프라 확충, 간병·병문안 문화 등 의료환경 개선.
- ④ 신종 감염병에 능동적으로 대응하고, 방역의 특수성을 감안해 신종 감염병 거버넌스 개편.

○ 이에 따라 ‘유입 차단 → 초기 즉각 현장 대응 → 확산 대응 및 전문적 치료 → 의료환경 개선’의 일련의 감염병 대응 체계를 비롯해 의료기관 이용 문화와 방역 관리 체계 개편이 틀을 갖추게 된 것으로 평가할 수 있음.

[그림 2-9] 국가방역체계 개편 요약



자료: 박진. (2019). 2020년 감염병 분류체계 개편의 주요 변화와 1급감염병의 국가대응전략. 2019년 인천광역시 감염병포럼 발표자료. 질병관리본부 긴급상황센터.

- 국가방역체계 개편은 2020년 코로나19 유행 대응 과정에서 일부 변화가 있었으나, 현재까지도 우리나라 감염병 대응 체계의 근간을 이루는 중요한 변화로 평가될 수 있음.

#### 나. 행정조직, 기본 법령 및 기본 계획

##### □ 질병관리청

- 방역·검역 등 감염병에 관한 사무 및 각종 질병에 관한 조사·시험·연구에 관한 사무를 관장하기 위해 보건복지부 장관 소속으로 질병관리청 설치(정부조직법 제38조).

- 질병관리청의 승격(본부 → 청, 2020. 9. 12.)에 따라 당초 「보건복지부와 그 소속기관 직제」 제7장에 규정되던 질병관리본부의 직제가 「질병관리청과 그 소속기관 직제 시행규칙」으로 별도 규정.
- 질병관리청의 소속 기관으로 국립보건원 및 국립감염병연구소, 질병대응센터 및 국립검역소·지소·출장소, 국립결핵병원 등을 규정.
- 2015년 ‘국가방역체계 개편 방안’에 따른 차관급 기관(질병관리본부)으로의 승격<sup>48)</sup> 이후 2020년 코로나19 대응 과정에서 승격.

#### □ 사·도 감염병관리지원단

- 지역별 특성에 맞는 감염병 관리 및 신속한 초동 대응이 가능하도록 민간전문가로 구성해 운영.
- 2020년 현재 11개 시·도(서울, 부산, 대구, 인천, 경기, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남, 제주)에 설치.

#### □ 법령

- 감염병의 발생과 유행을 방지하고, 예방 및 관리를 위한 사항을 규정한 기본법으로 「감염병예방법」 시행.
- 감염병 관련 기본계획, 신고 및 보고, 감염병 감시 및 역학조사, 고위험 병원체, 예방접종, 감염 전파의 차단 조치, 예방 조치, 방역관·역학조사관·검역위원 및 예방위원, 손실 보상 등 경비, 보칙·별칙 등 총 12장 83조로 구성.
- 이 외 검역법, 결핵예방법, 후천성면역결핍증예방법 등의 법률과 보건의료기본법 등 유관 법률, 국제보건규칙(WHO IHR) 등이 관련 법령으로 적용.

#### □ 기본계획<sup>49)</sup>

48) 2015년 질병관리본부 승격 당시 긴급상황센터(위기 대응), 위기소통담당관(위기 소통), 위기분석국제협력과(국제협력), 감염병진단관리과(진단 역량제고) 등 감염병 대응 행정 조직이 신설·강화되었음.

49) 감염병 분야의 법정계획인 ‘제2차 감염병의 예방관리 기본계획’의 주요 내용은 뒤에서 자세히 다룸.

- 「감염병예방법」 제7조에 의거 ‘감염병의 예방 및 관리에 관한 기본계획’을 5년 주기로 수립·시행하도록 규정.
- 현재 2018~2022년에 적용되는 ‘제2차 감염병 예방관리 기본계획: 원헬스(One Health) 기반 공동 대응 체계 강화 2018~2020’ 시행 중.
  - 계획명에 나타나듯, 제2차 기본계획은 원헬스(One Health)<sup>50)</sup>에 주안점을 두어 별도의 관련 중점 과제를 설정하는 것을 특징으로 함.

#### 다. 감염병 대응 영역별 주요 사업 내용<sup>51)</sup>

##### 1) 신고 및 보고, 감시

□ 제1급~제4급 감염병의 특성에 따라 감시 방법과 신고·보고 내용을 구분·적용.

〈표 2-18〉 법정감염병(제1급~제4급) 특성별 감시 방법·신고 및 보고

구분	제1급	제2급	제3급	제4급
특성	생물테러감염병 또는 치명률이 높거나 집단 발생의 우려가 커서 발생 또는 유행 즉시 신고. 음압격리와 같은 높은 수준의 격리가 필요한 감염병	전파 가능성을 고려하여 발생 또는 유행 시 24시간 이내에 신고. 격리가 필요한 감염병	발생을 계속 감시할 필요가 있어 발생 또는 유행 시 24시간 이내에 신고해야 하는 감염병	유행 여부를 조사하기 위하여 표본 감시 활동이 필요한 감염병
감염병 수	17종	20종	26종	23종
감시 방법	전수 감시	전수 감시	전수 감시	전수 감시
신고 <sup>1)</sup>	즉시	24시간 이내	24시간 이내	7일 이내
보고 <sup>1)</sup>	즉시	24시간 이내	24시간 이내	7일 이내

주: 1) ‘신고’는 의사 등 신고 의무자 → 관할 보건소 신고, ‘보고’는 보건소장 → 지자체장 → 질병관리본부 보고 의미.  
자료: 질병관리본부. (2020). 2020년도 감염병 관리 사업 지침. 오송:질병관리본부. p. 18.

50) CDC는 원헬스(One Health)를 “사람의 건강이 동물 및 환경의 건강과 관련되어 있음을 인식하고, 사람, 동물 및 환경에 최상의 건강을 달성하기 위해 지역, 국가 및 전 세계적으로 활동하는 여러 분야의 공동 노력을 장려하는 것”으로 정의함.

51) 감염병 대응 사업의 영역은 참여 주체(중앙 정부 부처, 지자체 등)가 다층적이고, 감염병별로 관리 지침이 별도로 존재하는 등 감염병 특성에 따라 상이하게 운영되므로 한정된 지면에서 모두 다루는 것은 한계가 있음. 여기서는 「감염병예방법」 및 「감염병 관리사업 지침」(질병관리본부, 2020)에 규정된 내용 중 전체 감염병에 공통되는 내용을 중심으로 개괄적으로 정리했음을 밝힘.

## □ 감시

- “감염병 발생과 관련된 자료, 감염병 병원체·매개체에 대한 자료를 체계적·지속적으로 수집, 분석 및 해석하고 그 결과를 제때에 필요한 사람에게 배포해 감염병 예방 및 관리에 사용하도록 하는 일체의 과정”을 의미하며, 세 가지 감시 방법이 적용.
  - 전수감시(infectious disease surveillance): 모든 의사, 치과의사, 한의사, 의료기관의 장, 부대장(군의원), 감염병 병원체 확인 기관의 장이 신고 의무를 갖는 감시.
  - 표본감시(sentinel surveillance): 감염병 환자의 발생 빈도가 높아 전수조사가 어렵고 증증도가 비교적 낮은 감염병에 대해 감시 기간을 지정해 정기적이고 지속적인 의과학적으로 감시.
  - 보완감시(supplementary surveillance): 법정감염병에 속하지 않으나 발생 상황과 추이에 대한 모니터링이 필요한 감염병을 포함해 능동적으로 신속하게 대처하기 위한 감시.

○ 감염병 병원체 감시: 병원체의 특성을 반영해 별도의 감시망을 가동

〈표 2-19〉 감염병 병원체별 감시망

병원체 구분	감시망명	대상 병원체
수인성·식품 매개 감염병 병원체	Enter-Net	살모넬라균(Salmonella) 등 세균 10개속, 로타바이러스(Rotavirus) A 등 바이러스 5종, 작은와포자충(Cryptosporidium parvum) 등 원충 3종 총 18개 속
해양환경 내 병원성 비브리오균	VibrioNet	콜레라균(Vibrio cholerae) 등 3종
인플루엔자 및 호흡기바이러스 감염증 병원체	KINRESS	A형 인플루엔자 바이러스(H1N1 A) 등 8종
호흡기세균 감염증 병원체	AriNET	백일해균(Bordetella pertussis) 등 7종
엔테로바이러스 감염증 병원체	KESS	엔테로바이러스(Enterovirus) A 등 113 타입
감염병 매개체 종합 감시	VectorNet	국내 토착성 매개체 전파질환 및 기후변화로 유입 가능성이 높은 매개체 전파질환

자료: 질병관리본부. (2020). 2020년도 감염병 관리 사업 지침. 오송:질병관리본부. pp. 39-48 내용을 표로 정리함.

- 수인성·식품 매개 감염병과 사람 코로나바이러스 감염증을 비롯한 급성호흡기 감염증은 ‘집단 환자 발생 감시’가 적용되며, 평상시와 비상방역체계 운영에 따른 보고 체계 운영.

#### □ 해외 유입 감염병 감시: 입국자 추적 관리 시스템

- 검역감염병 또는 해외 유입 감염병 의심 환자가 발생할 경우, 그 확산을 방지하기 위해 운영되며, 다섯 가지 경우에 대해 ‘입국자 추적 관리 시스템’에 의한 추적 조사가 시행.
  - ① 콜레라균 검출
  - ② 수인성 식품 매개 감염병(콜레라, 장티푸스, 파라티푸스, 세균성이질, 장출혈성대장균감염증) 원인균 검출 또는 2인 이상의 집단 설사 환자 발견(확인).
  - ③ 입국 시 모기 매개 감염병 유증상자 발견(확인)
  - ④ 메르스 대응 지침, 바이러스성출혈열 대응 지침, 해외 감염병 검역 대응 표준 매뉴얼에 따른 환자, 의사환자 발견(확인)
  - ⑤ 에볼라바이러스병 위험 지역에서 최대 잠복기(21일) 이내 입국

## 2) 역학조사

- 감염병이 발생해 유행할 우려가 있거나, 감염병 여부가 불분명하나 발병 원인을 조사할 필요가 있다고 인정될 경우 실시(감염병예방법 제18조).
  - 감염병 종류에 따라 개별 사례는 신고 접수 후 지체 없이 또는 3일 이내 조사에 착수하되, 유행 사례일 경우에는 유행 인지 후 지체 없이 조사 착수.
  - 기타 감염병 특성에 따라 역학조사 착수 시기가 상이하게 규정.
  - 역학조사 결과는 완료 후 ‘역학조사 시스템<sup>52)</sup>’을 통해 보고.

52) 감염병 대유행 상황에서 역학조사관의 업무량이 폭증할 경우, 역학조사 시스템 보고의 적시성 등의 문제가 발생할 수 있음. 이에 따라 2020년 코로나19 대응 과정에서 확진자의 빅데이터를 활용, 역학조사 절



〈표 2-20〉 역학조사 착수 시기

착수 시기	감염병 종류
지체 없이	1급 감염병 전체, 홍역, 콜레라, 장티푸스, 파라티푸스, 세균성이질, 장출혈성대장균감염증, A형간염, 풍진, 폴리오, 수막구균감염증, AIDS, 장관감염증
3일 이내	결핵, 수두, 백일해, 유행성이하선염, b형헤모필루스인플루엔자, 폐렴구균 감염증, 성홍열, VRSA감염증, CRE감염증, 파상풍, B형간염, 일본뇌염, C형간염, 말라리아, 레지오넬라증, 비브리오패혈증, 발진티푸스, 발진열, 쯤쯤가무시증, 렘토스피라증, 브루셀라증, 공수병, 신증후군출혈열, 황열, 뎅기열, 큐열, 웨스트나일열, 라임병, 진드기매개뇌염, 유비저, 치쿤구니아열, SETS, 지카바이러스감염증, 인플루엔자, 수족구병
7일 이내	해외 유입 기생충감염증
14일 이내	크로이츠펠트-야콥병(CJD) 및 변종크로이츠펠트-야콥병(vCJD)
별도 시기 규정 없음	매독, 회충증, 편충증, 요충증, 간흡충증, 폐흡충증, 장흡충증, 임질, 클라미디아감염증, 연성하감, 성기단순포진, 침균콘딜롬, VRE감염증, MRSA감염증, MRPA감염증, MRAB 감염증, 급성호흡기감염증, 엔테로바이러스감염증, 사람유두종바이러스감염증

자료: 질병관리본부. (2020). 2020년도 감염병 관리 사업 지침. 오송:질병관리본부.

#### □ 역학조사관

- 역학조사를 위해 보건복지부 소속 공무원으로 100명 이상, 시·도 소속 공무원으로 2명 이상(이 중 1명은 의사), 인구 10만 명 이상인 시·군·구는 1명의 역학조사관을 의무적으로 두도록 규정(감염병예방법 제60조의2).

### 3) 감염 전파 차단 조치(환자 및 접촉자 관리)

#### □ 위기 관리 대책 수립 및 정보 공개(감염병예방법 제34조 및 제34조의2)

- 감염병의 확산 또는 해외 신종 감염병의 국내 유입으로 인한 재난 상황 대처를 위해 ‘감염병 위기 관리 대책’ 수립·시행 부여.
  - 감염병 위기 관리 대책에는 ① 재난 상황 및 해외 신종 감염병 유입에 대한 대응 체계 및 기관별 역할 ② 재난 및 위기 상황 판단, 위기경보 결정 및 관리 체계 ③ 의료인 등 전문 인력, 시설, 의료기관 명부 ④ 의료용품 비축 및 조달 방안 ⑤ 실제 상황 대비 훈련 등의 내용 포함.

#### ○ 감염병 위기 시 정보 공개

차를 자동화하고 소요 기간을 단축한 것이 ‘코로나19 역학조사 지원 시스템’임(국토교통부, 2020).

- 감염병 확산으로 '주의' 이상 위기경보 발령 시 감염병 환자의 이동 경로, 이동 수단, 진료 의료기관 및 접촉자 현황 등 감염병 예방을 위해 알아야 하는 정보를 국민들에게 신속히 공개.

#### □ 감염병 대응 인프라(기관·시설·의약품·장비 등)

##### ○ 감염병관리기관(감염병예방법 제36조)

- 감염병 관리 기관으로 의료기관을 지정하고, 지정된 기관 중 일정 규모 이상 기관에는 감염병 전파를 막기 위한 전실(前室) 및 음압시설(陰壓施設) 등을 갖춘 1인 병실 설치 의무화.
- 대량 환자 발생 등 지정된 감염병 관리 기관만으로 감염병 환자를 모두 수용하기 어려운 경우 취할 수 있는 추가 조치.
- 감염병 관리 기관이 아닌 의료기관을 일정 기간 동안 감염병 관리 기관으로 지정.
- 격리소·요양소 또는 진료소의 설치·운영.

##### ○ 접촉자 격리시설(감염병예방법 제39조의3)

- 감염병 발생 또는 유행 시 감염병 환자 등의 접촉자를 격리하기 위한 시설을 지정하되, 「의료법」상 의료기관은 지정 불가.

##### ○ 의약품 및 장비 비축(감염병예방법 제40조 내지 제40조의3)

- 생물테러감염병 및 감염병 유행이 우려되는 경우 예방·치료 의약품 및 장비 등의 품목을 지정, 미리 비축하거나 장기 구매 계약 가능.
- 감염병 유행이 우려될 경우 예방·치료 의약품을 정해 의약품 제조업자에게 생산명령 가능.
- 제1급 감염병의 예방·방역 및 치료에 필요한 의약외품, 의약품 등은 급격한 가격 상승 또는 공급 부족이 우려될 경우 수출이나 국외 반출 금지 가능.

#### □ 감염병 환자 관리(감염병예방법 제41조)

##### ○ 감염 환자의 입원 조치

- 제1급 감염병 및 보건복지부 장관이 고시<sup>53)</sup>하는 감염병 환자는 감염병 관

리 기관에서 입원치료 의무화.

- 감염병 관리 기관의 병상이 포화 상태인 경우 감염병 관리 기관이 아닌 다른 의료기관에 입원 조치 가능.
- 호흡기 전파 가능 감염병의 경우 음압시설이 갖추어져 있고 공기 순환이 독립적으로 이루어지는 1인실 입원이 원칙.
- 「감염병예방법」에 따른 입원은 관련 치료비용을 시도 및 국가가 공동 부담.

#### ○ 감염병 환자 접촉자의 자가 치료

- 감염병 환자 등과 접촉해 감염병이 감염되거나 전파될 우려가 있는 사람의 경우 자가(自家) 또는 감염병 관리 시설에서 치료 가능.
- 접촉자의 경우 마지막 접촉 시점부터 해당 감염병의 최대 잠복 기간까지를 자가치료 기간으로 운영하며, 자가치료자는 자가 격리 장소를 이탈하거나 이동할 수 없음.

#### □ 감염병 유행에 대한 방역 조치(감염병예방법 제47조)

##### ○ 감염병 전파 차단을 위해 실행 가능한 조치

- 감염병 환자가 있는 장소나 감염병 병원체에 오염되었다고 인정되는 장소의 일시적 폐쇄, 일반 공중의 출입금지, 해당 장소 내 이동 제한, 기타 통행 제한 조치.
- 의료기관에 대한 업무 정지.
- 감염병 의심자의 일정 기간 입원 또는 격리.
- 감염병 병원체에 오염 또는 오염 의심 물건을 사용·접수·이동하거나 버리는 행위·세척 금지, 해당 물건을 태우거나 폐기 처분.
- 감염병 병원체에 오염된 장소에 대한 소독.
- 일정한 장소에서의 세탁 제한 및 오물을 일정한 장소에서의 처리 명령.

53) 제2급 감염병 중 결핵, 홍역, 콜레라, 장티푸스, 파라티푸스, 세균성이질, 장출혈성대장균감염증, A형간염, 폴리오, 수막구균 감염증, 성홍열(질병관리본부, 2020).

#### 4) 감염병 예방

##### □ 예방 조치(감염병예방법 제49조)

- 감염병 예방을 위해 보건복지부 장관, 시·도지사, 시장·군수·구청장에게 일정한 예방 조치를 취할 수 있는 권한 부여.
  - 관할 지역의 교통 차단, 흥행·집회·제례 등 집합을 제한하거나 금지.
  - 출입자 명단 작성과 마스크 착용, 운송 수단 이용 시 마스크 착용 등 방역지침 준수 명령.
  - 인수공통감염병 예방을 위한 살처분에 참여한 사람에 대한 예방 조치.
  - 공중위생에 관계 있는 시설이나 장소에 대한 소독, 감염병 매개 동물의 구제(驅除), 감염병 매개 중간 숙주 동물의 포획 및 생식 금지.
  - 감염병 유행 기간 중 필요한 의료 관계 요원, 시설 동원.
  - 감염병 의심자를 일정한 기간 동안 입원 또는 격리.
- 감염병 취약계층의 보호 조치.

##### □ 소독과 개인 위생

- 감염병 예방을 위해 특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장으로 하여금 소독과 쥐, 해충 구제 조치 시행 의무 부과.
  - 감염병 특성에 따른 소독 기준과 소독 방법 규정(감염병관리법 시행규칙).
  - 예를 들어 기후변화와와의 관련성이 제기되고 있는 곤충 매개 감염병의 경우 ‘일본뇌염, 말라리아’에 대한 소독 기준, 질병 매개 곤충 방제(防除)에 대한 소독 방법이 별도 항목으로 규정.
- 법적 의무는 아니나, 손 씻기 및 기침 예절 사업 등 국민 참여를 통한 개인 위생 개선과 예방 캠페인.

##### □ 예방접종(감염병예방법 제24조 내지 제33조의4)

- 필수예방접종: 특별자치도지사 또는 시장·군수·구청장이 보건소를 통해 의무

적으로 실시해야 하는 예방접종.

- 대상 감염병: 디프테리아, 폴리오, 백일해, 홍역, 파상풍, 결핵, B형간염, 유행성이하선염, 풍진, 수두, 일본뇌염, b형헤모필루스인플루엔자, 폐렴구균, 인플루엔자, A형간염, 사람유두종바이러스 감염증.
- 그 밖에 보건복지부 장관이 감염병의 예방을 위해 필요하다고 인정해 지정하는 감염병: 장티푸스, 신증후군출혈열

○ 임시예방접종

- 임시예방접종 대상 감염병: 보건복지부 장관이 요청하거나 지자체장이 감염병 예방을 위해 필요하다고 인정하는 감염병.

○ 국가예방접종사업

- ‘예방접종비용’이라는 장애 요인을 해소, 예방접종률을 제고함으로써 감염병으로부터 국민을 보호하기 위해 보건소 및 민간의료기관에서의 예방접종 비용을 국가가 지원.
- 감염병과 접종 대상자별 국가예방접종사업을 통해 시행.
- 만 12세 이하는 17종 백신(어린이 국가예방접종사업), 65세 이상 노인은 폐렴구균 백신(어르신 폐렴구균 예방접종사업), 만 12세 이하 여성 청소년은 사람유두종바이러스감염증 백신(건강여성 첫걸음 클리닉 사업)을 국가예방접종사업으로 접종.

○ 예방접종 이상반응 감시와 피해 보상

- 아나필락시스 등 예방접종 관련 이상반응 신고에 대해서는 역학조사와 피해 조사를 통해 국가가 피해를 보상.

## 5) 손실 보상

□ 감염병 대응 과정에서 발생한 같은 손실에 대한 보상(감염병예방법 제70조).

- 감염병 관리 기관의 지정 또는 격리소 등 접촉자 격리시설의 설치·운영으로 발생한 손실.

- 감염병 환자, 감염병 의사환자 등을 진료한 의료기관의 손실.
- 의료기관의 폐쇄 또는 업무 정지 등으로 의료기관에 발생한 손실.
- 방역·소독 조치, 감염병 예방을 위한 조치로 인해 발생한 손실.
- 감염병 환자 등이 발생·경유하거나 보건복지부 장관, 시·도지사 또는 시장·군수·구청장이 그 사실을 공개해 발생한 요양기관의 손실.

□ 감염병 손실 보상 사례(코로나19)

- 코로나19 발생 이후 총 다섯 차례에 걸쳐 개산급(概算給)<sup>54)</sup>을 지급하는 방식으로 손실 보상이 실제 시행.

---

54) 손실이 최종 확정되기 전에 잠정적으로 산정한 손실 또는 그 잠정 손실의 일부를 어림셈으로 계산한 금액.

〈표 2-21〉 코로나19로 인한 의료기관 손실 보상 사례 및 규모(2020년)

회차	발표일	주요 내용																													
제1차	4. 9.	<ul style="list-style-type: none"><li>•병상 확보 지시를 받거나 폐쇄·업무 정지된 병원급 의료기관</li><li>•비워둔 미사용 병상에서 발생한 손실 대상</li><li>•146개 의료기관, 1,020억 원(기관당 6.9억 원)</li></ul>																													
제2차	5. 29.	<ul style="list-style-type: none"><li>•감염병 전담 병원</li><li>•미사용 병상 + 환자 치료에 사용된 병상에서 발생한 손실</li><li>•66개 의료기관, 1,308억 원(기관당 19.8억 원)</li></ul>																													
제3차	6. 29.	<ul style="list-style-type: none"><li>•손실 보상 대상 기관의 종류, 손실 항목별 세부적인 손실 보상 기준 마련<ul style="list-style-type: none"><li>- 코로나19 환자 치료 의료기관: 시설 개조 및 장비 구입을 위한 직접비용과 코로나 19 환자를 치료함으로써 발생한 기회비용(치료에 사용하지 못하고 비워둔 병상, 치료에 사용한 병상에서 발생한 손실, 일반 환자 감소로 인한 진료비 손실)</li><li>- 생활치료센터 협력 병원 및 선별진료소 운영 병원: 운영에 소요된 직접비용과 생활치료센터 의료인 파견이나 선별진료소 운영에 따른 진료비 손실</li><li>- 폐쇄·업무 정지·소독 조치 기관: 소독 직접비용과 폐쇄·업무 정지 기간 동안의 진료비 손실</li><li>- 환자 발생·경유 사실이 공개된 요양기관: 소독 명령 이행을 위한 직접비용과 소독·휴업 기간 동안의 진료비</li></ul></li><li>•87개 의료기관, 622억 원(기관당 약 7억 원)</li></ul>																													
제4차	7. 31.	<ul style="list-style-type: none"><li>•환자 치료 의료기관 이외에 선별진료소 운영 병원이 처음 포함</li><li>•202개 의료기관, 1,073억 원(기관당 약 5.3억 원)</li></ul> <p>(단위: 개소 수, 억 원)</p> <table><tr><th rowspan="2">구분</th><th rowspan="2">총계</th><th colspan="5">치료 의료기관</th><th rowspan="2">선별진료소 운영 병원</th></tr><tr><th>소계</th><th>감염병 전담 병원</th><th>국가 지정 입원치료</th><th>중증환자 입원치료</th><th>기타 치료 의료</th></tr><tr><td>기관수</td><td>202</td><td>102*</td><td>51</td><td>20</td><td>61</td><td>5</td><td>100</td></tr><tr><td>지급액</td><td>1,073</td><td>834*</td><td>834</td><td>402</td><td>274</td><td>663</td><td>11</td></tr></table> <p>* 유형별 중복 제외</p>	구분	총계	치료 의료기관					선별진료소 운영 병원	소계	감염병 전담 병원	국가 지정 입원치료	중증환자 입원치료	기타 치료 의료	기관수	202	102*	51	20	61	5	100	지급액	1,073	834*	834	402	274	663	11
구분	총계	치료 의료기관					선별진료소 운영 병원																								
		소계	감염병 전담 병원	국가 지정 입원치료	중증환자 입원치료	기타 치료 의료																									
기관수	202	102*	51	20	61	5	100																								
지급액	1,073	834*	834	402	274	663	11																								
제5차	8. 31.	<ul style="list-style-type: none"><li>•203개 의료기관, 996억 원(기관당 약 4.9억 원)</li></ul> <p>(단위: 개소 수, 억 원)</p> <table><tr><th rowspan="2">구분</th><th rowspan="2">총계</th><th colspan="5">치료 의료기관</th><th rowspan="2">선별진료소 운영 병원</th></tr><tr><th>소계</th><th>감염병 전담 병원</th><th>국가 지정 입원치료</th><th>중증환자 입원치료</th><th>기타 치료 의료</th></tr><tr><td>기관수</td><td>203</td><td>96*</td><td>47</td><td>23</td><td>59</td><td>4</td><td>107</td></tr><tr><td>지급액</td><td>996</td><td>824*</td><td>508</td><td>273</td><td>496</td><td>11</td><td>172</td></tr></table> <p>* 유형별 중복 제외</p>	구분	총계	치료 의료기관					선별진료소 운영 병원	소계	감염병 전담 병원	국가 지정 입원치료	중증환자 입원치료	기타 치료 의료	기관수	203	96*	47	23	59	4	107	지급액	996	824*	508	273	496	11	172
구분	총계	치료 의료기관					선별진료소 운영 병원																								
		소계	감염병 전담 병원	국가 지정 입원치료	중증환자 입원치료	기타 치료 의료																									
기관수	203	96*	47	23	59	4	107																								
지급액	996	824*	508	273	496	11	172																								

자료: 발표일별 코로나바이러스감염증-19 중앙재난안전대책본부 정례 브리핑.

### 3. 감염병 대응을 위한 보건 분야 정책

- 각종 법령을 통해 정부 각 부처는 때론 단독으로, 때론 관련 부처의 협업으로 감염병 관련 중장기 계획과 대책을 수립·시행하고 있음.
- 법정계획과 대책은 정책 지향점을 선제적으로 제시함으로써 구체적인 사업의 이정표로 작용할 뿐만 아니라 평가를 통해 성과와 한계를 도출, 차기 계획의 출발점으로 작용한다는 점에서 중요성이 높음.
- 감염병과 관련된 법정계획과 대책은 다양한 정부 부처에서 수립되고 있으나, 여기서는 ‘보건복지부 소관 법정계획 중 보건의료 분야 계획’을 중심으로 살펴보고자 함.

#### 가. 보건복지부 소관 법정계획

- 2020년 9월 현재 보건복지부 및 질병관리청 소관 법률은 총 94종<sup>55)</sup>으로, 사회 복지 영역 및 특정 기관의 설립·운영에 관한 법률을 제외하면 42종의 법률을 보건의료 분야 법률로 분류 가능.
- 상기 42종의 보건의료 관련 법률에 국가의 중장기 법정계획 수립이 의무 조항으로 규정된 법률은 27개임.
- 사업 대상자가 특화되어 있거나, 다른 법정계획에서 함께 규정하는 것이 적절할 경우(예: 의료법/약사법/의료기사법 → 보건의료기본법·보건의료인력지원법 등)를 제외하고 대부분의 법률에 중장기 법정계획 수립 규정을 두고 있으며,
- 이 가운데 감염병 전반 또는 기후변화 관련 감염병과 직간접적 관련성이 높은 다음 계획의 주요 내용을 개관하고자 함.
  - 보건의료발전계획
  - 감염병예방관리기본계획
  - 국민건강증진종합계획
  - 공공보건의료기본계획

55) 법제처 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/LSW/main.html>)의 ‘소관 부처별’ 법률 검색 결과.



## 나. 보건의료발전계획과 기후보건영향평가

- 보건의료기본법(법률 제17472호, 2020. 8. 11. 타법개정)은 보건의료의 기본 이념과 국가·지방자치단체 및 보건의료인의 책임, 보건의료에 관한 국민의 권리와 의무 등을 규정하는 기본법의 위상을 가짐.
- 동법 제40조는 “감염병의 발생과 유행 방지”, “감염병 환자에 대한 적절한 보건의료 제공·관리를 위한 시책 수립” 의무를 국가와 지방자치단체에 부과.

### 1) 보건의료발전계획

- 보건의료발전계획 역시 근거 법률의 위상과 확정 절차(국무회의 심의) 등 다른 개별 법정계획을 포괄하는 상위 계획으로 인식.
- 보건의료 영역 구성원 간 의견 상충 등으로 실제 보건의료발전계획이 확정된 사례는 부재하고, 최근 「보건의료발전계획 수립을 위한 기초 연구(이하, 기초 연구)」(정영호 외, 2018)에서 감염병 정책이 제시된 바 있음.

### 2) 기후보건영향평가

- 기후보건영향평가의 법적 규정
  - 기후보건영향평가는 「보건의료기본법」 제37조2에 규정된 정부(질병관리청)의 의무 추진 사업으로서, “국민의 건강을 보호·증진하기 위해 지구온난화 등 기후변화가 국민에게 미치는 영향을 5년마다 조사·평가”하는 사업을 의미함.
    - 아울러 기후보건영향평가에 필요한 기초자료 확보 및 통계 작성을 위해 실태조사를 실시할 수 있도록 규정.
  - 기후보건영향평가의 내용 및 방법(보건의료기본법 시행령 제13조의2)
    - 국민 건강에 영향을 미치는 기후변화의 유형, 내용 및 특성 등에 관한 사항
    - 기후변화와 관련이 있는 질병·질환 등의 임상적 증상, 발생 추이 및 진료 경과 등에 관한 사항.

- 기후변화와 관련이 있는 질병·질환 등의 성별·연령별·지역별 분포 및 특성 등에 관한 사항.
- 기후변화가 노인·장애인·임산부·어린이 등 보건의료 취약계층의 건강 및 생활 등에 미치는 영향.
- 그 밖에 기후변화가 국민 건강에 미치는 영향을 고려해 질병관리청장이 특히 필요하다고 인정하는 사항.

○ 기후보건영향평가 실태조사의 내용 및 방법(보건의료기본법 시행령 제13조의3)

- 기후변화에 따른 질병·질환 등의 발생 경로, 발생 현황 및 임상정보 등에 관한 사항.
- 기후변화에 따른 질병·질환 등의 진단·검사·처방 등 진료정보에 관한 사항.
- 기후변화에 따른 질병·질환 등의 분석·연구와 관련된 각종 문헌 및 자료 등의 조사에 관한 사항.
- 기후변화에 따른 질병·질환 등과 관련해 노인·장애인·임산부·어린이 등 보건의료 취약계층의 진료 경과에 관한 사항.
- 그 밖에 질병관리청장이 실태조사를 위해 특히 필요하다고 인정하는 사항.
- 정책적 후순위에 위치하던 기후변화에 따른 건강영향 파악과 대책 마련에 법적 기반이 마련된 중요한 변화로 평가.

□ 감염병 측면에서 기후보건영향평가의 의의

○ 기후변화가 다양한 건강 문제에 영향을 미치는 가운데 일부 감염병, 특히 수인성·식품 매개 감염병과 곤충 매개 감염병의 발생을 증가시킬 것이라는 예상은 이미 정부의 관련 대책과 보고들에서 언급됨.

- ‘제2차 국가 기후변화 적응 대책(2016~2020)’의 건강 영역에서 ‘우리나라 기후변화 우선순위 리스크’로 “수인성·식품 매개 감염병, 곤충 매개 감염병 등 발생 위험 증가” 제시(관계부처합동, 2015, p. 243).
- 환경부(2020, p. 248) 역시 기후변화 평가에 대한 보고에서 “기후변화와의 상관관계에 대한 연구는 미흡”하긴 하지만 계절성이 있거나 모기 등의 곤충

매개 감염병들은 발생, 전파 및 유행에 기후변화가 영향을 미칠 수 있음을 언급.

- 기후 요소에 영향을 받을 수 있는 감염병으로 쯔쯔가무시증, 렕토스피라 증 및 말라리아와 같은 곤충 및 설치류 매개 감염병과 장염 비브리오, 세균성이질 등 수인성 및 식품 매개 감염병을 예시.

○ 신종 감염병 등장에 기후변화가 중요한 원인으로 작용했다는 인식이 전문가 집단<sup>56)</sup>뿐만 아니라 일반인들에게도 확산.

- ‘에코데믹(ecodemic)’이라는 신조어<sup>57)</sup> 등장과 코로나19 팬데믹 언론 보도<sup>58)</sup>에서 알 수 있듯 ‘환경 파괴 → 기후변화 → 생물다양성 감소·서식지 파괴 → 야생 동물과 인간 밀접 접촉 → 인수공통감염병 → 신종·변종 감염병 발생’의 일련의 관계에 대한 인식과 견해가 부각.
- 그럼에도 불구하고 여전히 신종 감염병 출현·유행과 기후변화의 직접적인 상관관계에 대해서는 근거와 연구 부족함이 지적(환경부, 2020, p.248).

○ 다양한 기후변화 영향 가능 영역 중 감염병과의 관련성에 대해서는 국내외 근거가 보고되고 있으나, ‘신종’ 감염병을 중심으로 여전히 충실한 실태 파악과 근거 축적이 필요한 상황.

- 「보건의료기본법」상 기후보건영향평가는 2017년 도입되었으나, 시범사업 이외 정식 영향 평가는 이루어지지 못함.
- 기후변화와 감염병의 관련성에 대해서는 코로나19 사태를 계기로 과거에 비해 관심도가 제고된 측면이 강함. 이는 또한 신·변종 감염병 발생·유행에 대한 경각심이 높아지고 있는 상황에서 기후보건영향평가에서 감염병 분야의 자료 수집 체계와 평가 기준, 결과 활용(예: 민감·취약계층의 규명과 보호) 등에 대한 대책 마련 필요성이 강조되는 지점이기도 함.

56) 한겨레. (2020. 5. 19.), 전문가들 “새 감염병 발생 주기, 3년 이내로 단축될 것”  
<http://www.hani.co.kr/arti/society/environment/945497.html>에서 2020. 9. 24. 인출.

57) 마크 제롬 월터스 지음·이한음 옮김. (2004).

58) 예를 들어, JTBC(2020. 3. 2.), [박상욱의 기후 1.5] 신종 감염병의 등장과 기후변화  
[http://news.jtbc.joins.com/article/article.aspx?news\\_id=NB11937735](http://news.jtbc.joins.com/article/article.aspx?news_id=NB11937735)에서 2020. 9. 24. 인출.

## 다. 감염병 예방관리 기본계획

### □ 감염병 예방관리 기본계획 개요

○ 「감염병예방법」 제7조에 규정된 ‘감염병 예방관리 기본계획’은 다음의 내용을 담아 5년 단위로 수립·시행.

- 감염병 예방·관리의 기본 목표 및 추진 방향
- 주요 감염병의 예방·관리에 관한 사업 계획 및 추진 방법감염병 대비 의약품·장비 등의 비축 및 관리에 관한 사항감염병 전문 인력 양성 방안
- 의료기관 종별 감염병 위기 대응 역량 강화 방안
- 감염병 통계 및 정보의 관리 방안
- 감염병 관련 정보의 의료기관 간 공유 방안
- 그 밖에 감염병의 예방 및 관리에 필요한 사항

○ 2018년부터 2022년까지 적용되는 현행 ‘제2차 감염병 예방관리 기본계획’은 법정 포함 내용과 더불어 부제에 명시한 바와 같이 “원헬스(One Health) 기반 공동 대응 체계 강화”에 초점을 두어 수립.

### □ 환경 분석과 비전·목표·중점 과제

○ 제2차 감염병 예방관리 기본계획 수립을 위해 검토한 환경 분석은 ① 원헬스(One Health) 접근 전략 부상 ② 의료 관련 감염과 환자안전 이슈화 ③ 4차 산업혁명과 감염병 대응 기술 진보 등 크게 세 가지로서,

- 의료 감염 및 환자안전, 감염병 기술 진보가 제1차 계획에도 포함되었다는 점을 감안한다면 제2차 계획의 가장 특징적인 이슈는 ‘원헬스’라 할 수 있음.
  - 연례적 조류인플루엔자 유행, 사스(2003), 신종 인플루엔자(2009), 메르스(2015) 등 신종 감염병의 해외 유입 사례 발생과 동물에서 사람으로 전파되는 감염병의 위험 증가를 주요한 위험 요인으로 파악.
  - 사람, 동물, 생태계의 상호작용이 신종 감염병 발생과 확산에 기여한다는 인식에서 “원헬스 기반의 다학제적, 국제적 협력” 필요성 제안.

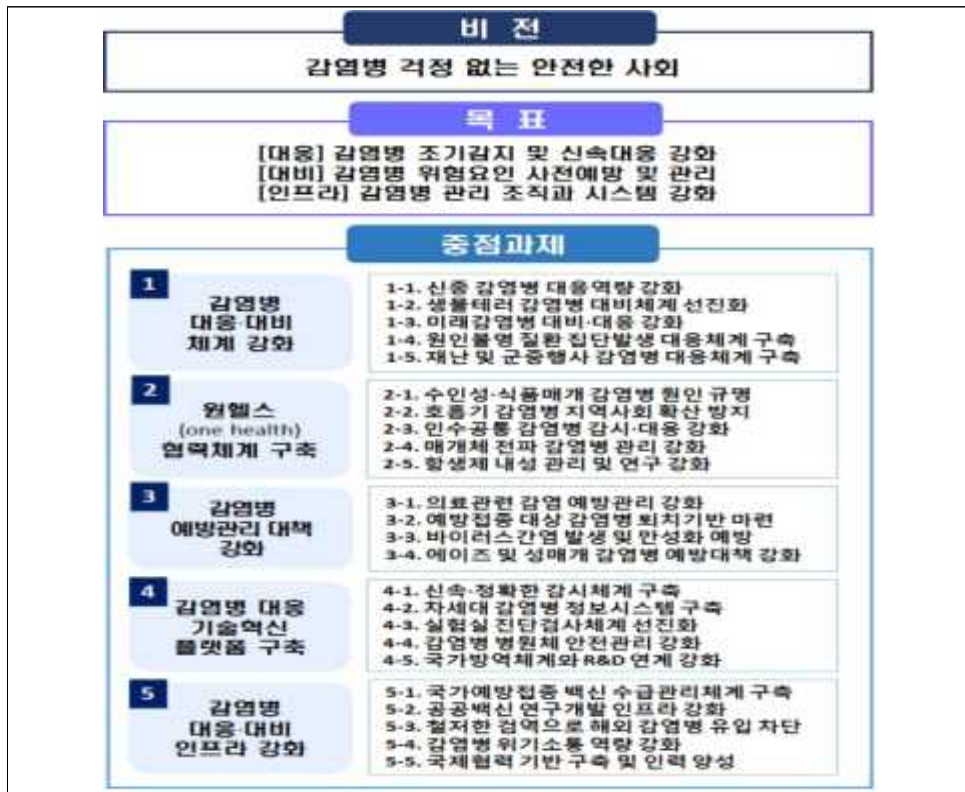
- 특히 지구온난화로 모기, 진드기 등의 감염병 매개체 서식지 확대로 쯔쯔가무시증, 중증열성혈소판감소증(SFTS) 등 관련 감염병 증가가 언급.

- 제1차 기본계획에 대한 평가에서도 다수 요인이 복합적으로 작용해 통제 가능성이 불확실하고 사회적 재난으로 이행될 가능성이 높은 감염병에 대해 “다부처·다기관·다분야 협력을 통한 대응 체계 강화” 필요성 강조.

○ 제2차 감염병 예방관리 기본계획의 체계 구성은 다음 그림과 같음.

- 24개 중점 과제를 신종 감염병 대응, 다(多)부처 협력 필요성, 사전적·예방적 대처, 미래 대응 측면에서 중요성이 높다고 판단되는 세부적인 추진 계획을 개괄하여 기술하고자 함.

[그림 2-10] 제2차 감염병 예방관리 기본계획의 비전·목표·중점 과제



자료: 보건복지부, 질병관리본부. (2018). 제2차 감염병 예방관리 기본계획: 원헬스(One Health) 기반 공동 대응체계 강화 2018~2022. 보건복지부, 질병관리본부. p. 12

## 1) 신종 감염병 대응 역량 강화

### □ 감염병 위기 대비·대응 체계 지속 강화

- 긴급대응체계 운영: 24시간 운영 긴급상황실을 중심으로 지자체와 실시간으로 감염병 정보를 공유하고, 필요시 즉각대응팀 출동 및 현장 지휘.
- 위기 관리 시스템 구축: 위기 상황 전 단계(인지-분석-대응-관리) 의사 결정을 지원하는 정보 시스템(중앙-지자체 다기관 정보 시스템 연계) 개발 및 고도화.

### □ 감염병 위기 대응 관련 지침 및 계획 정비

- 감염병 위기 표준·실무 매뉴얼 정비.
- 미래 위협 감염병 대비: 법정 감염병 외 유행 가능한 신종 감염병, 기후변화, 재난·재해, 통일 등 다양한 위협에 대비한 대비책 마련.
- 해외 감염병 발생 정보의 상시적 수집·분석, 대국민 정보 공개.

### □ 감염병 전문 진료 체계 구축

- 전문 진료 체계: 중앙 및 권역 감염병 전문 병원을 지정·운영하고 국가 지정 입원치료 병상 관리.

### □ 지역사회 감염병 위기 대응 기반 강화

- 권역본부: 지역 지원, 신속 대응 기능 수행을 위한 권역본부 신설.
- 시·도 감염병 대응 조직: 지역별 특성에 맞는 감염병 관리 및 신속한 초동 대응을 위해 감염병관리사업지원단 확대, 보건환경연구원 대응 역량 강화.
- 보건소: 감염병 전담팀 설치 독려 및 자체 역학조사관(인구 20만 명) 배치 지원.
- 지자체 역량 강화: 역학조사 실무교육과정 신설.

### □ 역학조사 전문 인력 양성

- 현장 수요와 우선순위 설정에 따른 역학조사 전문 인력 확대.
- 해외 유행 지역 역학조사관 파견을 통한 미래 위협 선제적 대비.

## 2) 다부처 협력을 통한 원헬스(One-Health) 협력 체계 구축

### □ 감염병 특성별 감시·예방·대응·협력 체계 구축

- 수인성·식품 매개 감염병 원인 규명: 환경부, 식품의약품안전처, 농림축산식품부, 해양수산부와 감시·예방·대응·협력 체계 구축.
- 호흡기 감염병 지역사회 확산 방지: 환경부, 국토교통부, 행정안전부, 교육부, 고용노동부 등과 협력해 신속한 감염 경로 규명과 병원체 전파 매개 환경 관리로 확산 차단.
- 인수공통감염병: 사람 접촉 가능성이 높은 가축, 야생 동물 및 반려 동물의 인수공통감염병에 대해 환경부, 농림축산식품부와 함께 감시 및 대응 체계 마련.

### □ 매개체 전파 감염병 관리

- 국내 말라리아 관리 강화, 해외 유입 모기 감염병 강화.
- 매개체 서식지 확대로 발생이 증가하는 감염병에 대한 관리 인프라 강화.

## 3) 감염병 예방 체계 강화

### □ 예방접종 대상 감염병 퇴치 기반 마련

- 근거 기반 예방접종 실시
  - 예방접종 비용 지원 확대: 만 12세 이하 어린이(19종)와 65세 이상 노인(2종)의 예방접종 비용 전액 국가 지원.
  - 국가예방접종사업 대상 지속 확대 및 국가예방접종 대상 감염병에 대한 정기적 면역도를 조사하는 ‘국가면역도조사사업’ 추진.
- 국가예방접종 서비스 전달체계 구축: 민간의료기관 위탁계약을 통해 예방접종

시행.

□ 백신 자급화 등 수급 관리 강화

- 충분·안정·적기 확보를 위한 필수예방접종 백신의 장기계약, 총량 구매 단계적 확대.
- 국제 공중보건 위기 상황 시 확보가 어렵거나 독점 생산되는 등 파급력이 큰 백신을 대상으로 현물 비축 도입.
- 백신 수급 관리 역량 강화: 백신 수급 상황 조기경보 체계 강화 및 긴급대응체계 확립, 예방접종전문위원회 추가 구성, 제도 개선을 위한 제조·공급업체 협의체.

□ 공공백신 연구·개발 인프라 강화

- ‘공공백신 개발·지원센터’ 건립.
- 고위험·신변종 감염병 대상 최우선 백신 4종의 자체 개발을 추진하고, 국내 자급화가 필요한 필수예방접종 백신 12종의 연구비 지원, 효능 평가 시스템 구축.

#### 4) 차세대 미래 감염병 대비

□ 미래 감염병 대비·대응 강화

- 법정감염병 외 미래에 유행 가능한 신종 감염병에 대한 질병별·분야별 대응 방법을 도출하고 기후변화, 재난·재해, 통일 등 다양한 위협에 대한 대비책 마련.
- 해외 유입 우선 대비 필요 감염병 16종에 대한 진단 및 분석 능력 확대.

□ 감염병 정보 시스템 융합을 통한 ‘감염병 관리 플랫폼’으로의 진화

- 기존 ‘감염병 관리 통합정보 지원 시스템’에 ‘감염병 위기 관리 시스템’ 융합.
  - 감염병 관리 통합정보 지원시스템(2017년 구축).
    - 질환별·기능별로 분산되어 있던 7개 분야(환자 감시, 병원체·매개체 감



시, 병원체 진단, 역학조사, 예방접종, 환자 접촉자 관리, 방역 관리)의 24개 시스템 연계·통합.

- 소방청(119 신고), 농식품부(동물방역), 식약처(급식정보) 등 타 부처 관련 정보 시스템과의 연계.
- 긴급 상황에 대비한 '감염병 위기 관리 시스템'을 융합하고, 건강보험심사평가원의 DUR과 연계해 감염병 의심환자 실시간 판별을 위한 알고리즘 개발.

#### □ 국가방역체제와 R&D 연계 강화: 국가 감염병 위기 대응 기술 개발

##### ○ 감염병 관리 기술 개발 역량 강화

- 부처 간 협력·조정·연계 및 국제협력 강화: 범부처 감염병 대응 R&D 추진 위원회를 통한 연계, 해외 감염병 연구기관 네트워크 구축.
- 기후변화 관련 매개체 전파 감염병 대응 연구 지원, 연구 자원 확보.
- 국가 감염병 관리 기술은 3대 유형 및 10대 중점 분야로 나뉘는데, 기후변화로 증가가 예상되는 질환(주로 모기 매개 질환)에 대한 R&D가 필요함을 지적하고 있음.

〈표 2-22〉 국가 감염병 관리 기술 R&D 3대 유형 및 10대 중점 분야

유형	중점 분야	배경	범위
신·변종 및 해외 유입 감염병	신종/원인 불명	최근 20년간 신종 바이러스만 30종 발생, 지속 출현 및 대유행	MERS(급성호흡기), Ebola(고위험 출혈열), 해외 유입 신종 감염병 등
	기후변화	기후변화로 매개체 전파 질환 증가 예상	지카바이러스감염증, SFTS, 쯔쯔가 무시증, 뎡기열 등
	인수공통	동물 유래 인체 감염 증가 및 막대한 사회경제적 손실 초래(세계화)	'동물과 사람 간에 서로 전파되는 감염병' 중 10종 지정
	인플루엔자	조류 인플루엔자 인체 감염 환자 사망자 증가로 대유행 가능성 상존	계절 인플루엔자, 신종 인플루엔자, 조류 인플루엔자 등
미해결 감염병	다제내성균	항생제내성 증가로 다제내성균의 사망률 및 사회경제적 부담 증가	항생제에 내성을 가진 균에 의해 발생하는 감염 질환
	결핵	OECD 국가 중 결핵 발생 1위로 매년 약 3만 5,000명이 발생	결핵균에 의해 발생하는 폐결핵 및 폐외결핵 등 질환
	만성감염	최근 중증만성감염질환 증가로 국가경제·사회적 부담 급증	HIV/AIDS, B형간염, C형간염, HPV, Herpes Virus 등

유형	중점 분야	배경	범위
국가 감염병 안전망 구축	재난 대비/관리	신·변종 감염병 대응·대비 제도 개선 및 현장 대응 체계 강화 필요	감염병 및 가축전염병에 따른 사회적 재난(ICT 활용, 감염병 환자 인지 시스템 구축)
	예방접종/백신	면역 효과 감소 및 저조한 백신 자급률로 감염병 재유행 대응 곤란	국가예방접종사업의 대상이 되는 10개 질환 및 백신 기반 기술
	생물테러	생물테러 발생 위험성 증대 및 국제사회의 위기 고조	감염병 예방법상의 “생물테러 지정 감염병” 및 “고위험병원체”

자료: 국가과학기술심의회. (2016). 제2차 국가 감염병 위기대응 기술개발 추진전략(2017~2021). 국가과학기술심의회.

#### ○ 감염병 위기 대응 기술 개발 지원과 연구 자원 인프라 강화

### 5) 성과지표

□ ‘제2차 감염병 예방관리 기본계획’은 24개 중점 과제에 56개 성과지표를 두고, 연도별로 성과 목표를 제시함으로써 성과 관리에 활용.

○ 56개 성과지표 중 8개 지표를 주요 성과지표로 설정.

○ 제1차 계획에 비해 ‘24시간 긴급대응체계 가동’과 ‘신종 감염병 대응 기술 개발’이 새로운 주요 성과지표로 추가.

- 2015년 메르스 대응 이후 「국가방역체계 개편 방안」 등을 통해 강조된 감염병 위기 상황에 대한 대응 체계와 ‘새로운’ 감염병의 주기적 유행에 대한 감시·대응이 주요 성과지표에 편입.

○ 또한 시·도 및 시·군·구 보건소의 대응 역량 강화와 감염병 예방을 위한 국가 예방접종사업의 확대, 필수 백신에 대한 자급화 등은 획기적인 확대 목표.

○ ‘원헬스’ 관점에서 다(多)부처 연계·협력을 강화하기 위해 먼저 정보 공유 체계에 포함될 부처의 수를 증가시킨 것이 특징적.

[그림 2-11] 제2차 감염병 예방관리 기본계획의 주요 성과지표

주요과제	성과지표	'17년	'22년
해외 감염병 유입 차단	오염지역 입국자 건강상태 파악률	50%	100%
24시간 긴급대응체계 가동	일본 즉각대응팀 1시간 이내 출동률	-	100%
지자체 대응 역량강화	시·도 감염병관리지원단 수	7개	17개 (100%)
	보건소 감염병 전담팀 수	43개	253개 (100%)
예방접종 국가지원 확대	인플루엔자 예방접종 국가지원 인구수	900만명	1,600만명
백신 자급화 기반 구축	필수예방접종 백신 국내 생산 품목 수	7종 <sup>1)</sup>	10종 <sup>1)</sup>
신종 감염병 대응기술 개발	신종 감염병 진단법 개발	-	10종 <sup>2)</sup>
원헬스 감염병 감시체계 구축	감염병 통합 정보시스템 참여 부처 수	5개	12개

주: 1) B형간염, Td, Hib, 수두, 신증후군출혈열, 인플루엔자(3가, 4가) + BCG(피내), IPV, 폐렴구균

2) 니파바이러스감염증, 리프트밸리열, 마비저, 크리미안콩고출혈열, 세인트루이스뇌염바이러스, 에르리키아증, 하트랜드바이러스, 선모충증, E형간염, 선모충증, 진드기매개재귀열.

자료: 보건복지부, 질병관리본부. (2018). 제2차 감염병 예방관리 기본계획: 원헬스(One Health) 기반 공동 대응체계 강화 2018~2022. 보건복지부, 질병관리본부. p. 14.

## 라. 국민건강증진종합계획(HP2020)

### □ 국민건강증진종합계획 개요

- 「국민건강증진법」 제4조에 의거, 수립되는 ‘국민건강증진종합계획’은 다음의 내용을 담아 5년 단위로 수립됨.
  - 국민 건강 증진의 기본 목표 및 추진 방향
  - 국민 건강 증진을 위한 주요 추진 과제 및 추진 방법
  - 국민 건강 증진에 관한 인력의 관리 및 소요 재원의 조달 방안
  - 국민건강증진기금의 운용 방안
  - 아동·여성·노인·장애인 등 건강 취약 집단이나 계층에 대한 건강 증진 지원 방안
  - 국민 건강 증진 관련 통계 및 정보의 관리 방안
  - 그 밖에 국민 건강 증진을 위하여 필요한 사항
- 동법 제2조는 ‘국민건강증진사업’의 범위를 “보건교육, 질병 예방, 영양 개선, 건강 관리 및 건강생활의 실천 등”으로 설정함으로써 감염병과 만성질환 관련 내용이 국민건강증진종합계획에 포함.
- 현재 적용되는 국민건강증진종합계획은 2016~2020년 기간에 적용되는 ‘제4차 계획(HP2020)’으로서 2021년부터는 제5차 계획(HP2030)이 새롭게 수립·적용될 예정임.

### □ 제4차 국민건강증진종합계획의 감염병 관련 영역

- 제4차 국민건강증진종합계획(이하 ‘HP2020’)은 “건강수명 연장과 건강형평성 제고”를 목표로 6개 사업 분야의 26개 세부 분야가 포함.
  - \* 건강생활실천, 만성퇴행성질환과 발병 위험 요인 관리, 감염질환 관리, 안전한 경보건, 인구 집단 건강 관리, 사업 체계 관리
- 감염병과 관련해서는 ‘감염질환 관리’에 5개 세부 사업(예방접종, 비상방역체계, 의료 관련 감염, 결핵, 에이즈)이 직접적 관련성을 가지며 ‘인구 집단 건강 관리’에서도 일부 대상자별로 감염병 관련 내용이 포함.

[그림 2-12] 제4차 국민건강증진종합계획(HP2020)의 기본 틀



자료: 보건복지부, 한국건강증진개발원. (2015). 제4차 국민건강증진종합계획 2016~2020. 보건복지부·한국건강증진개발원. p. 34.

○ HP2020은 인구고령화, 양극화와 더불어 “기후변화, 국제화 등에 따른 신종 감염병 출현 및 해외 유입 감염병 증가”를 중요한 환경 변화 요인으로 설정하고, 이에 기반해 ‘감염질환 관리’에서 69개 지표, 24개 주요 세부 사업을 제시.

- 기후변화와 관련해 특징적인 점은 ‘비상방역체계’의 추진 배경으로서 “새로운 감염병 유행을 초래하는 자연환경 및 인문환경의 변화”를 제시하고 있다는 점임.

- 기후변화, 무분별한 토지 개발에 따른 환경 변화, 매개체 서식환경 변화에 따른 유행성 감염병 분포 지역 확산.
- 기후변화에 따른 기온 상승으로 토착성 매개체 전파 질환의 증가와 아열대성 매개체 질환의 국내 발생 가능성 증가 가능성.
- 국가 간 교류 증가와 산업화·도시화 등 인간의 생활환경 변화.

〈표 2-23〉 제4차 국민건강증진종합계획(HP2020)의 '감염질환 관리' 영역 세부 과제별 목표와 주요 사업

세부과제	목표	지표 수	주요 사업
예방 접종	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 예방 가능한 질병의 발생 및 유행 최소화</li> <li>• 국가예방접종지원사업의 민간 참여 활성화</li> <li>• 국가예방접종 백신의 국가 지원 비율 향상</li> <li>• 예방접종사업의 홍보와 교육 기능 강화</li> <li>• 국가예방접종 전산 등록률 향상</li> <li>• 예방접종 국가안전관리체계 강화</li> </ul>	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 예방접종 대상 감염병 관리 감시 강화</li> <li>• 국가예방접종 지원 사업 추진 강화</li> <li>• 국가예방접종 백신 수급 관리 강화</li> <li>• 예방접종 교육·홍보</li> <li>• 예방접종 등록 시스템 운영</li> <li>• 예방접종 실시 기준 및 안전관리</li> </ul>
비상 방역 체계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신종 감염병 신속 대응 및 조기 경보 시스템 구축</li> <li>• 신종 감염병 임상감시체계 구축·운영</li> <li>• 매개체 및 매개체 전파 질환 관리 체계 구축</li> <li>• 신종 및 재출현 감염병 대비 검사 능력 강화</li> <li>• 치료제 및 보호장구 비축</li> <li>• 치료제 개발 및 백신 개발 지원</li> <li>• 신종 및 재출현 감염병 대응 의료자원 확보</li> <li>• 공공 및 민간 의료기관 간 네트워크 구축</li> <li>• 신종 감염병 대응을 위한 교육 체계 개발</li> <li>• 공중보건 위기 대응을 위한 국제협력 강화</li> </ul>	34	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신종 및 재출현 감염병 감시 사업</li> <li>• 신종 및 재출현 감염병 진단, 치료, 예방 사업</li> <li>• 신종 및 재출현 감염병 대비 의료자원 확보 및 관리, 교육 시스템 개발</li> </ul>
의료 관련 감염	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 의료 관련 감염 감시 체계 확대 및 평가 체계 정비</li> <li>• 조직·인력 등 인프라 구축, 감염 관리 기반 강화</li> <li>• 의료 관련 감염 및 항생제 내성 예방 관리 실천</li> </ul>	10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 의료 관련 감시 체계 확대 및 평가 체계 정비를 통한 감염 감소</li> <li>• 조직·인력 등 인프라 구축을 통한 감염 관리 기반 강화</li> <li>• 의료 관련 감염 및 항생제 내성 예방 관리 실천 강화</li> </ul>
결핵	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신고 결핵 신환자율 감소</li> <li>• 결핵 치료 성공률 증가</li> <li>• 결핵 사망률 감소</li> <li>• 다제내성 결핵 환자 수 감소</li> </ul>	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 결핵관리사업 M&amp;E(모니터링 및 평가)를 위한 결핵 정보 통합 관리 시스템 고도화 구축</li> <li>• 취약계층과 결핵 환자 접촉자 검진 및 잠복 결핵 감염자 치료 확대</li> <li>• 민간·공공 협력사업 확대</li> <li>• 노숙인 등 취약계층에 대한 결핵 치료 관리 체계 구축</li> <li>• 결핵 조기 진단을 위한 진단 체계 개선</li> <li>• 결핵 연구 및 진단 등 개발</li> <li>• 공공·민간 결핵 표준 지침서 개발</li> <li>• 난치성 다제내성결핵 환자의 치료 효율 향상을 위한 지원</li> </ul>
에이즈	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 남성 동성애자의 HIV 검사 수검률과 콘돔 사용률 제고</li> <li>• HIV 감염인 치료순응도와 삶의 질 향상</li> <li>• HIV/AIDS에 대한 사회적 편견과 차별 개선</li> <li>• 효과적인 HIV/AIDS 확산 예방을 위한 인적 인프라 강화</li> </ul>	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 남성 동성애자 대상 에이즈 예방 교육·홍보 및 검진 상담소 운영 사업</li> <li>• HIV 감염인 치료순응도와 삶의 질 향상을 위한 상담 사업</li> <li>• '에이즈 바로 알리기' 교육·홍보 사업</li> <li>• 보건의료인 및 민간단체 사업 인력 전문화 교육·훈련사업</li> </ul>

자료: 보건복지부, 한국건강증진개발원. (2015). 제4차 국민건강증진종합계획 2016~2020. 보건복지부·한국건강증진개발원.

#### □ 제5차 국민건강증진종합계획(HP2030)에서의 변화(안)

○ 2021년부터 적용될 HP2030은 기존 중점 과제 일부를 조정하게 되며, 감염질

환 관리 역시 세부 과제의 추가 또는 통합 등 조정 예정.<sup>59)</sup>

- 추가: ‘기후변화성 질환’이 추가되며, 미세먼지, 폭염, 한파 등 포함.
- 통합: 예방접종과 비상방역체계는 ‘감염병 위기 대응’으로, 의료 관련 감염과 결핵, 에이즈는 ‘감염병 예방·관리’로 통합.

○ HP2020(제4차 계획)과 비교해 ‘감염병’을 세부 과제로 명시하고 기후변화를 건강 영향 요인으로 공식 포함.

- 국민 건강 증진 영역의 최상위·종합 법정계획에 포함되었다는 점에서 향후 기후변화에 대한 각종 사업과 관련 부처 연계·협력 필요성이 더욱 강조될 전망.
- 매개체 질환 등 일부 감염병을 중심으로 기후변화 관련성이 지속적으로 제기되는 상황에서 경험한 2020년 코로나19 유행은 신종 감염병과 기후변화 관련성 역시 의미 있는 미래 과제로 등장할 것으로 전망됨.

## 마. 공공보건의료 발전 종합대책(2018)

### □ 공공보건의료와 감염병

○ 감염병은 발생 규모와 심각성 예측이 어렵고 수요·공급에 기반한 시장 체계 대응에 한계가 있어 ‘손실을 감수하기 어려운’ 민간 영역의 참여는 제한적인 반면, 국가와 지방자치단체 등 공공 부문의 역할이 일차적으로 강조됨.<sup>60)</sup>

- 앞서 살펴본 바와 같이 「보건의료기본법」은 “감염병의 발생과 유행 방지”, “감염병 환자에 대한 적절한 보건의료 제공·관리를 위한 시책 수립” 의무를

59) 메디파나뉴스. (2020. 5. 28.), ‘치매·중독·자살예방’, 향후 10년 국민건강정책 핵심 자리매김 ([http://m.medipana.com/index\\_sub.asp?NewsNum=257555](http://m.medipana.com/index_sub.asp?NewsNum=257555)에서 2020. 9. 28. 인출)

60) ‘공공보건의료’와 ‘공공보건의료기관’의 법적 범위와 기능은 다르게 규정되나, 여기서는 주로 기관 중심, 즉, ‘공공보건의료기관’ 관점에서 기술.

구분	법적 정의	비고
공공보건의료기관	국가나 지방자치단체 또는 대통령령으로 정하는 공공단체가 공공보건의료의 제공을 주요한 목적으로 하여 설립·운영하는 보건의료기관	제2조 제1호
공공보건의료	국가, 지방자치단체 및 보건의료기관이 지역·계층·분야에 관계없이 국민의 보편적인 의료 이용을 보장하고 건강을 보호·증진하는 모든 활동	제2조 제3호

국가와 지방자치단체에 부과하고 있음(제40조).

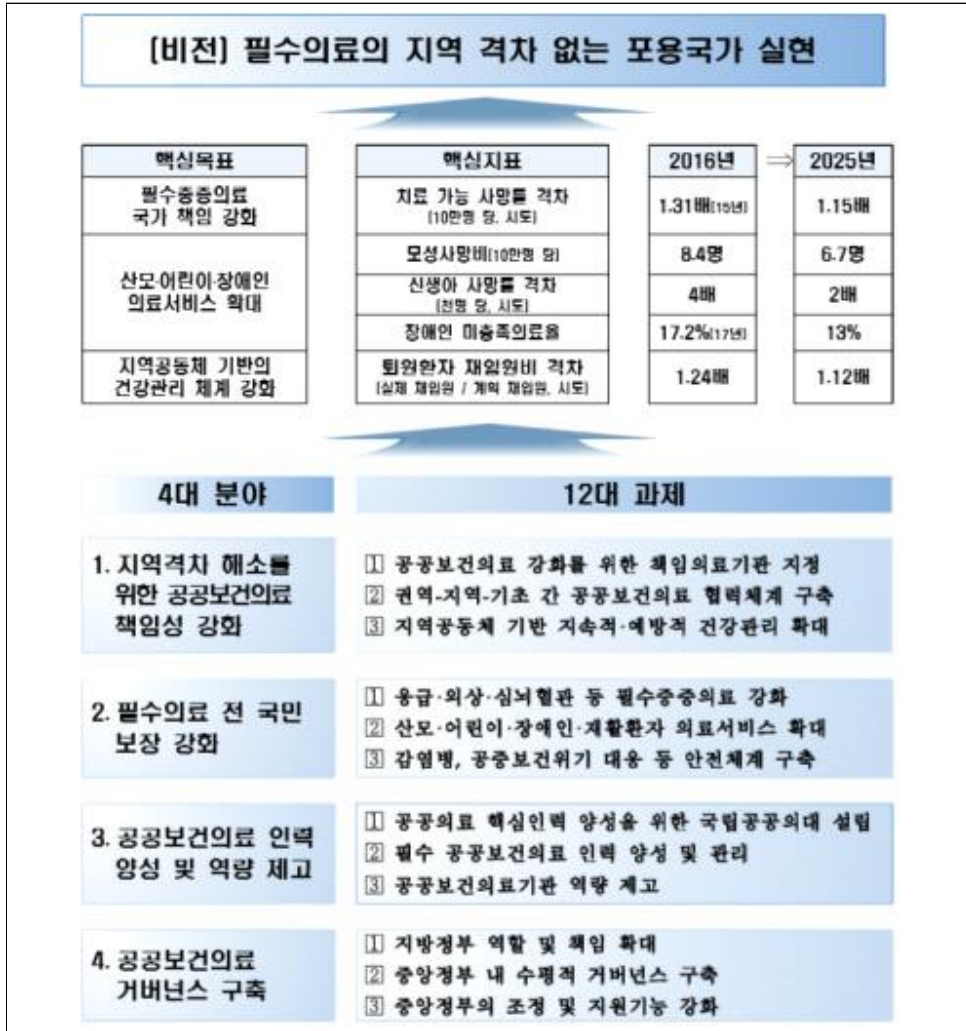
- 「공공보건의료에 관한 법률」 역시 ‘공공보건의료사업’에 “감염병의 예방 및 관리”를 포함(제2조제2호)하고, 공공보건의료기관의 의무 중 하나로 “재난 및 감염병 대응”을 규정(제7조제3호)하는 등 감염병 대응은 공공보건의료와 분리할 수 없는 전통적인 관련 영역이라 할 수 있음.

#### □ 공공보건의료 발전 종합대책 개요

- 「공공보건의료에 관한 법률」 제4조에 의거, 수립되는 ‘공공보건의료기본계획’은 다음의 내용을 담아 5년 단위로 수립됨.
  - 공공보건의료의 목표와 방향
  - 공공보건의료의 추진 계획 및 방법
  - 공공보건의료 확충을 위한 보건의료 자원의 조달 및 관리 방안
  - 그 밖에 공공보건의료 강화를 위하여 보건복지부령으로 정하는 사항
    - 공공보건의료의 재원(財源) 확보 계획, 통계 및 정보 관리 방안, 국가·지방자치단체 및 보건의료기관 간 협력 및 연계 방안 등.
- 현재 적용되는 공공보건의료기본계획은 2016~2020년에 적용되는 ‘제1차 계획’이며, 이를 바탕으로 2018년 「공공보건의료 발전 종합대책」(이하, 종합대책)이 발표됨(보건복지부, 2018).
- 종합대책은 “필수의료의 지역 격차 없는 포용국가 실현”을 비전으로 두어 4대 분야의 12대 과제를 제시.
  - 12대 과제에 “감염병, 공중보건 위기 대응 등 안전 체계 구축”을 포함하고, 이를 ‘필수의료 보장 강화’에 배치.
  - 특히 종합대책은 비슷한 시기에 발표된 ‘제2차 감염병 예방관리 기본계획’과 연계해 대응 시설 및 인력 양성 등을 ‘공공’ 영역에서 책임질 것을 주된 내용으로 하고 있음.



[그림 2-13] 공공보건의료 발전 종합대책의 기본틀



자료: 보건복지부. (2018). 공공보건의료 발전 종합대책, 오송: 보건복지부. p. 7.

□ 공공보건의료 발전 종합대책상의 감염병, 공중보건 위기 대응 관련 사업

- 종합대책은 현재 공공보건의료의 문제점 중 하나로 해외여행 증가, 기후변화 등으로 발생하고 있는 대규모·신종 감염병을 제시.
- 이와 같은 문제점을 해소하기 위해 감염병 대응을 위한 인프라 구축과 다부처 협업을 주요한 과제로 제안하고 있음.

## ○ 감염병 대응 인프라 구축

- 감염병 환자 전문 치료 체계 구축을 위해 국가-시·도-중진료권 단위에 감염병 전문 의료기관을 설치 또는 지정.
- 또한 ‘제2차 감염병 예방관리 기본계획’은 종합대책과 연계해 감염병 전문 치료 체계상에 설치·지정되는 기관의 기준과 주요 기능, 위기 시 대응 등을 규정하고 있음.

〈표 2-24〉 「공공보건의료 발전 종합대책」의 감염병 환자 전문진료체계

구분	명칭	방법
국가	중앙 감염병 전문병원 권역 감염병 전문병원	설치(국립중앙의료원) 지정(상급종합병원 또는 종합병원)
사도	사도 감염병 관리병원	지정(국립대병원 등 권역책임의료기관)
중진료권 <sup>1)</sup>	지역 감염병 관리병원	지정(지방의료원 등 지역책임의료기관)

주: 1) 전국을 인구수·거리의료이용률 등을 기준으로 70여 개 중진료권으로 구분.  
 자료: 보건복지부. (2018). 공공보건의료 발전 종합대책, 오송: 보건복지부. p. 17,

〈표 2-25〉 「제2차 감염병 예방관리 기본계획」의 신종 감염병 환자 전문진료체계

구분	중앙 감염병 전문병원	권역 감염병 전문병원	국가지정 입원치료병상
시설 기준	•음압병상 100개 •음압수술실 2개	•음압병상 36개 •음압수술실 2개	•음압병실 3~10개 (총 29개소, 199병상)
주요 기능	•고도위험, 중증, 원인 불명 감염병 환자 진료 •인력 교육훈련, 연구	•고위험, 권역 내 중증, 대규 모 신종 감염병 환자 진료 •권역 내 인력 교육훈련	•시·도 단위의 산발적 감염병 환자 등 진료
위기 대응	•권역 전문병원 및 국가 지정 입원치료 병상 등에 환자 배 정 및 치료	•중앙 전문병원 및 국가 지정 입원치료 병상 등과 협조하 여 환자 진료	•중앙 및 권역의 환자 진료 지원

자료: 보건복지부, 질병관리본부. (2018). 제2차 감염병 예방관리 기본계획: 원헬스(One Health) 기반 공동 대응체계  
 강화 2018~2022. 보건복지부, 질병관리본부. p. 18.

## ○ 다부처 협업

- 감염병 예방관리 기본계획과 마찬가지로 종합대책 역시 감염병 대응을 위  
한 다부처 협업의 필요성을 주장하며,
- 그 내용으로 “부처 간 건강 위협 요인의 신속한 정보 공유·의사소통·공동 대  
응 협의 체계(One Health+) 마련, 건강 위해 분석 시스템 등 구축”을 제시.





## 제3장

### 기후변화에 따른 감염병 발생 근거 분석

제1절 국외 곤충·동물 매개 및 수인성·식품 매개 감염병 발생 연구

제2절 국내 곤충·동물 매개 및 수인성·식품 매개 감염병 발생 연구

제3절 기후변화가 신종 감염병의 발생 및 전파에 미치는 영향 연구



## 제3장 기후변화에 따른 감염병 발생 근거 분석

### 제1절 국외 곤충·동물 매개 및 수인성·식품 매개 감염병 발생 연구

#### 1. 국외 곤충·동물 매개 감염병 발생 연구

##### 가. 이론적 배경

##### 1) 매개체 감염병

□ 매개체 감염병(vector-borne diseases)에서 매개체(vector)란, 감염된 사람 또는 동물 숙주로부터 감염되지 않은 사람에게 감염성 병원체를 전염시키는 유기체를 의미하며, 일반적으로 절지동물이 이에 포함됨(Rocklöv & Dubrow, 2020, pp. 479-483).

○ 세계보건기구(WHO)는 글로벌 매개체 감염병을 말라리아(malaria), 뎅기열(dengue), 치쿤구니아열(chikungunya), 황열(yellow fever), 지카바이러스감염증(Zika virus disease), 림프사상충증(lymphatic filariasis), 주혈흡충증(schistosomiasis, onchocerciasis), 샤가스병(Chagas disease), 리슈마니아증(leishmaniasis), 일본뇌염(Japanese encephalitis)으로 구분하고 있음.

○ 추가적으로 지리적으로 중요한 매개체 감염병으로 아프리카 트리파노소마증(African trypanosomiasis), 라임병(Lyme disease), 진드기매개뇌염(tick-borne encephalitis), 웨스트나일열(West Nile fever)이 포함됨.

##### 2) 기후변화와 매개체 감염병의 관련성에 대한 메커니즘

□ 기후는 병원체, 매개체, 비인간 숙주, 인간에 직접적으로 영향을 줄 뿐 아니라, 여러 경로를 통해 매개 질병의 전파 역학, 지리적 확산 및 재발에 영향을 미칠 수 있

음(Tabachnick, 2010, p. 947; Rocklöv & Dubrow, 2020, p. 479).

○ 특히 온도, 강수량, 습도, 바람 등은 절지동물의 개체군 수, 병원체 상호작용, 병원체 복제, 매개체 활동 및 분포 등 다양한 측면에 영향을 줌(Tabachnick, 2010, p.946-947).

○ 또한 기후변화는 매개체 또는 비인간 숙주가 번식할 수 있는 생태계 서식지(도시 서식지 포함)에 영향을 미칠 수 있음(Rocklöv & Dubrow, 2020, p. 47).

□ 일반적으로 매개체는 ‘따뜻한 온도에서 더 유리하지만’ 기온과 매개체의 증식, 전파, 활동 간의 관계는 사실상 매우 복잡함(Rocklöv & Dubrow, 2020, p.479).

○ 기온이 증가함에 따라 모기 서식지가 넓어지고 바이러스 발병률이 증가하게 되며, 일부 지역에서는 유행 기간이 길어질 것이라는 우려가 있음.

- 한편, 덩기열 매개체인 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*)는 이미 온대 지역으로 광범위하게 확장되기는 했지만 기후변화의 역할은 명확하지 않음. 덩기열이나 기타 매개체 감염병은 극한 고온에서는 발병이 감소할 가능성도 있으나, 그러한 지역에서는 또 다른 심각한 영향에 직면할 가능성도 있음.

○ 강수량과 매개체의 관계는 복잡하고 상황에 따라 다름.

- 강수량이 증가하면 매개체의 번식지가 늘어날 수 있음.

- 반면, 가뭄인 경우에도 비가 적게 내려 생긴 물의 웅덩이는 이집트숲모기(*A. aegypti*)의 번식지로 활용됨.

## 나. 기후변화와 매개체 감염병에 대한 근거

### 1) 기후변화와 매개체 감염병의 관련성에 대한 논쟁

□ 기후변화가 매개체 감염병 발생 또는 전파에 미치는 영향에 대해 많은 논란이 지속적으로 제기돼 왔음(Baylis, 2017, pp. 46-47).

○ 삼일열원충(*Plasmodium vivax*)에 의해 유발되고 학질모기(*Anopheles*)에

물려 전염되는 말라리아는 영국에서 발병한 바 있으나, 지난 60년 이상 토착 모기를 통한 전파가 일어나지 않았던 것은 주로 환경(습지의 배수)과 농업의 변화에 따른 것으로 보고된 바 있음(Kuhn et al., 2003, p. 9997).

- 2009~2011년 그리스에서 *P. vivax* 말라리아가 산발적으로 발생했는데, 그 이유는 기후변화보다는 매개체가 많은 농업 지역(주로 파키스탄 출신)으로부터 이주한 노동자들의 영향인 것으로 확인됨(Danis et al., 2011, pp. 1-2).
- Caminade et al.(2012, pp. 2708-2717)는 유럽의 흰줄숲모기가 습하고 따뜻한 지역 조건을 가진 북쪽에서 건조하고 따뜻한 남쪽으로 확장하고 있음을 제시했음. 그런데 흰줄숲모기는 텡기열과 치쿤구니아열과 같은 감염병을 전파할 가능성이 있는 외래종으로, 감염된 여행자를 통해 유입된다고 보았음.
  - 즉 기후변화가 감염병 출현에 직접적인 관련성이 있다고 인정하지 않음.

## 2) 기후변화와 매개체 감염병의 관련성에 대한 유럽 국가의 근거

- 최근 유럽에서는 삼일열원충 말라리아, 웨스트나일열, 텡기열 등 여러 매개체 감염병이 발생한 바 있음(Baylis, 2017, p. 46). 이러한 매개체 감염병과 기후변화의 관련성을 파악하기 위해 매개체 또는 병원체와 환경 및 사회·경제적 요인을 연결한 통계학적 모형을 적용한 연구가 수행되고 있음.
- 2009~2012년에 그리스에서 발생한 말라리아는 지표면 온도가 주요 요인인 것으로 나타남(Sudre et al., 2013, pp. 784-786).
  - 낮은 고도, 즉 더 따뜻한 온도에서 모기와 기생충의 발생이 빨라질 수 있고, 복잡한 재배 패턴을 가진 집약적인 관개 농업이 모기 발생과 말라리아 전파에 기여할 가능성이 있음.
- 이탈리아 북동부 지역에서 겨울 기온 및 연간 기온이 각각 1.5℃, 1℃씩 상승할 것으로 가정한 시나리오를 적용해 2050년에는 흰줄숲모기가 정착하고 확산될 것으로 전망했음(Roiz et al., 2011, pp. 1-6).



### 3) 기후변화와 매개체 감염병의 관련성에 대한 아프리카 지역의 근거

- 아프리카 대륙은 매개체 감염병, 식량 불안정, 환경 파괴 및 사회적 취약성 문제가 심각하며, 특히 기후변화는 아프리카의 환경 보건을 위협할 수 있어 이는 국제 개발 의제가 되고 있음(Wilcox et al., 2019, pp. 1-2).
- 아프리카 지역을 대상으로 말라리아와 기후변화의 관련성에 대한 다양한 연구가 수행되어 왔는데, 일부 동아프리카의 고산 지대를 대상으로 한 연구에서 말라리아 발병률 증가에 대한 기후변화의 역할이 미미한 것으로 나타나(Hay et al., 2002, pp. 905-909; Pascual et al., 2006, pp. 5829-5834) 장기간 논쟁이 지속됐으나(Lyon, et al., 2017, p. 2), 기후 요인이 말라리아 발생에 중요한 역할을 한다는 사실을 부정할 수 없는 상황임(Parham & Michael, 2010, pp. 184-199).
- 기후변화와 매개체 감염병의 관련성을 평가한 대부분의 연구는 관찰 연구, 통계학적 모델링 등 양적 연구 방법을 적용하고 있으나, 일부 연구에서 질적 연구 방법을 활용함.
  - Egbendewe-Mondzozo et al.(2017, pp. 50-59)는 아프리카 짐바브웨의 관다 지역을 대상으로 말라리아 발생에 대한 토착 환경 지표를 분석하기 위해 설문, 포커스 그룹 인터뷰, 참여형 지역 평가(participatory rural appraisal)를 실시함.
    - 연구 결과에 따르면, 응답자들은 예측할 수 없는 비 패턴, 장마철 기간이 짧아진 점, 기온 상승, 따뜻해진 겨울을 기후변화로 언급하였고, 말라리아 발병 추세는 기온 및 강우량의 변화와 양(+)의 상관관계가 있는 것으로 인식하고 있었음.
    - 또한 응답자들은 야생 동물이 새끼를 낳는 해에 말라리아 발병률이 높다는 점을 경험적으로 인식하고 있었는데, 실제 낮의 길이가 짧아 비옥한 환경이 되면 식량이 많아지는데, 열대 동물은 이 시기에 새끼를 낳게 됨.

- 한편, 기후변화 시나리오를 통해 말라리아 치료비용으로 인한 경제적 부담을 측정한 연구도 상당수 보고됐고, 특히 소아 환자를 대상으로 수행한 연구들이 확인됨(Ayieko, et al., 2009, pp. 1-13; Kodhiambo et al., 2020, pp. 1-7).
- 아프리카 지역의 입원 및 외래 치료비용이 증가할 것으로 예측되었는데, 특히 일부 국가(부룬디, 코트디부아르, 말라위, 르완다, 수단)에서는 말라리아 입원 치료비용이 20% 이상 증가할 것으로 전망됨(Egbendewe-Mondzozo, 2011, pp. 913-930).

#### 4) 기후변화와 매개체 감염병의 관련성에 대한 기타 지역의 근거

- 라틴아메리카: 2015~2017년 사이 지카바이러스감염증이 라틴아메리카에 빠르게 확산된 바 있음(Pan American Health Organization·World Health Organization, 2018, p. 10). 그런데 질병에 대한 사전 노출이나 면역이 없는 집단에서 신종 감염병의 출현과 확산은 감염병 전파의 특성을 파악할 수 있는 기회로 작용함(Ali et al., 2017, p. 675).
- Harris et al.(2019, pp. 1-6)의 연구에서는 상대습도, 기온, 기온의 범위, 가장 큰 도시의 인구 규모가 지역 전파 발생 여부를 결정하는 핵심 요소라고 진단함.
  - 평균 기온 및 습도와는 음(-)의 효과, 강우와는 양(+)의 효과 있는 것으로 보고됨.
  - 국가 간 그리고 국가 내에서 발생과 강도에 상당한 차이가 있었고, 가장 큰 도시 중에서 인구가 많은 지역의 발병이 더 길고 더 강렬하게 나타남.
- 아시아: 중국은 지난 50년 동안 엄청난 기후변화를 경험했으며, 기후변화가 신종 매개체 감염병 발생 및 전파에 미치는 영향은 심각한 공중보건 문제가 되고 있음(Wei, 2014, p. 1). 2010년 중국 정부는 2020년까지 말라리아 근절을 목표로 한 바 있으며(Xiang et al., 2018, p. 97), 최근 기후변화와 모기 매개 감염병에 대

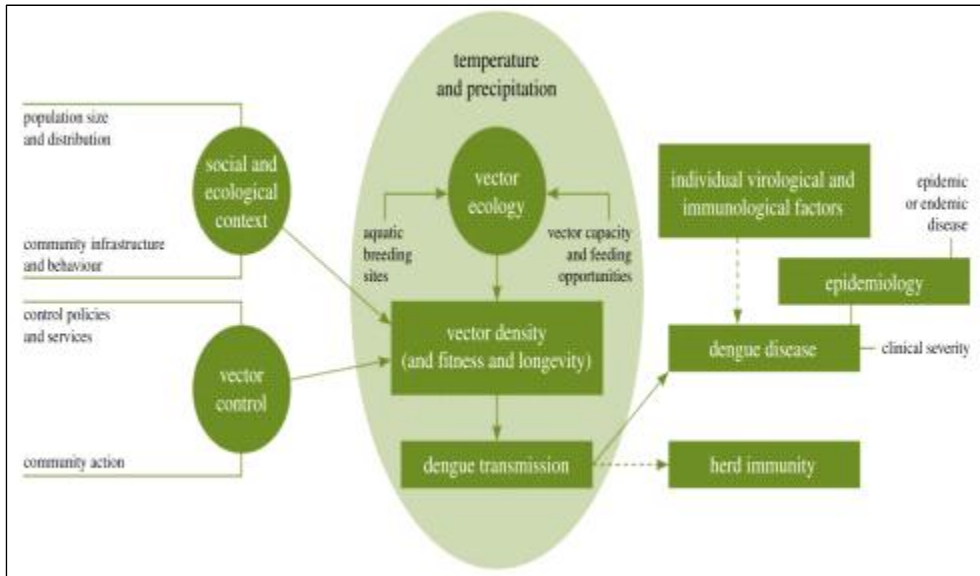
한 연구가 지속적으로 수행돼 왔음(Bai et al., 2013, p. 2).

- 모기 매개 감염병에 대한 대부분의 연구는 말라리아에 대한 연구가 가장 많았고, 일본뇌염과 뎅기열에 대한 연구는 상대적으로 적었음(Chan et al., 2019, p. 13).
- Xiang et al.(2018, pp. 89-99)의 연구에서는 온도, 평균 상대습도와 말라리아(2005~2012년) 간에 역U자 모양의 곡선 관계를 보고했음.
  - 말라리아는 서늘한 기후에서는 최저 온도에, 따뜻한 기후에서는 최대 온도에 더 민감하였고, 서늘한 기후대에서 자연 효과의 지속 시간은 온난한 기후대보다 더 길게 나타났음.
- Lin et al.(2011, pp. 289-296)은 1956~2004년 중국 린이시 지역에서 월평균 기온과 상대습도가 일본뇌염과 양의 연관이 있었음을 보고함.

#### 다. 상호작용을 통한 기후변화의 간접적인 영향

- 기후 및 기상 조건은 자연 환경과 인간 시스템에 광범위하게 영향을 미침으로써 간접적으로 매개체 감염병의 패턴에 영향을 미침.
- 국제 무역 및 여행 증가, 집약적 농업, 댐 및 관개, 삼림 벌채, 인구이동 및 도시화 등 환경 및 사회적 요인들이 기후변화에 따른 영향을 심화시키기도, 반대로 약화시키기도 함.
- 기후변화가 매개체 감염병의 전파와 확산에 미치는 영향, 그리고 상호작용은 복잡하게 나타나기 때문에 질병 평가 및 관리를 위해서는 기후변화와 함께 질병에 영향을 미치는 다양한 요인들을 파악한 연구들을 검토해야 함(Campbell-Lendrum, 2015, pp. 2-4).

[그림 3-1] 기후변화, 기타 결정 요인, 매개체 감염병의 상호작용



자료: Campbell-Lendrum, D., Manga, L., Bagayoko, M., & Sommerfeld, J. (2015). Climate change and vector-borne diseases: what are the implications for public health research and policy?. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 370(1665), pp.1-8(Information sourced from WMO·WHO. (2012). Atlas of health and climate. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization).

- 2007년 이탈리아 북동부의 라벤나 지방에서 치쿤구니아 바이러스가 유럽에서 처음으로 발생한 바 있음(Angelini et al., 2007, p. e071122).
- 대부분의 사례는 처음 영향받은 마을에 거주하거나 방문한 사람들 사이에서 보고되었으나, 그곳에서 9~49km 떨어진 4개의 마을에서도 지역 감염 클러스터가 감지되었음.
- 지역 전파의 주요 결정 요인으로서, i) 높은 농도의 매개체, ii) 집 구조 또는 행동 요인의 결과(집 주변의 야외에서 시간을 보내면서 공격적인 흰줄숲모기에 노출됨)가 지목됨.
- 또한 이탈리아의 감염병은 매개체(흰줄숲모기)의 발생, 새로운 환경에 대한 적응, 인구이동으로, 이전에 없었던 바이러스가 발생한 것으로 보고, 매개체와 인간의 세계화가 결합된 것으로 진단됨.

- 아프리카 지역은 점차 동물에서 인간으로 질병이 퍼질 가능성이 있는 핫스팟으로 간주되고 있음.
  - 아프리카는 방목장이 감소하고, 토지 사용 갈등 문제가 증가하면서 목축업과 가축업이 증가하고 있음(Dzingirai et al., 2017, pp. 1-2).
  - 전통적인 생계, 문화적 관행을 제한하고, 관개 기반 시설 개발을 통한 경작지 확장, 공식적인 공동 토지의 민영화가 이루어지면서, 해당 지역은 절지동물 매개체의 서식지가 되고 있음(Wilcox et al., 2019, p. 5).

## 2. 국외 수인성·식품 매개 감염병 발생 연구

### 가. 이론적 배경

#### 1) 수인성·식품 매개 감염병

- 수인성 매개 감염병은 일반적으로 물 섭취를 통해 발생하는 질환으로 식수의 수질과 밀접한 관계가 있고, 특히 병원성 미생물이 포함된 식수는 수인성 매개 감염병의 주요 원인이 됨.
- 주요 수인성 매개 감염병에는 설사병, 콜레라, 이질, 장티푸스, A형 및 E형 간염, 소아마비 등이 있음.
- 식품 매개 감염병은 미생물이나 화학 물질로 인해 오염된 식품(물 포함)을 섭취함으로써 발생하는 질환을 의미함.
- 식량 생산에서 소비에 이르는 먹이사슬에 오염의 위험이 있으며, 물, 토양 또는 공기의 오염이 수반됨(Cissé, 2019, p. 183).

#### 2) 기후변화와 수인성·식품 매개 감염병의 관련성에 대한 메커니즘

- 기존 연구에서 병원체와 인간 숙주가 연결되는 여러 가지 환경 경로가 설명되기는 했지만(Semenza et al., 2012, pp. 866-967), 이를 조사하는 것은 매우 어렵고 복잡한 과정임. 또한 연구 대상으로 선정된 공간이나 시간적 범위에 따라 상반된 결과가 도출되기도 함(Brubacher et al., 2020, p. 138808).
- 병원체의 양과 노출은 복잡한 과정을 통해 매개되는데, 그 과정에 영향을 미치는 여러 요인 중 기후 요인은 병원체의 생존, 성장, 번식에 영향을 미침(Smith & Fazil, 2019, pp. 108-113).
- 기온은 병원체에 따라 반대의 방향으로 영향을 미침.
  - 살모넬라는 따뜻한 환경에서 번식하는 반면, 지아르디아는 차가운 환경에

서 생존할 수 있음.

- 가뭄은 일반적으로 크립토스포리듐(*Cryptosporidium*)의 감염 위험을 증가시키지만, 캄필로박터(*Campylobacter*)를 비활성화시켜 감염 위험을 감소시킴(Schijve, 2013, pp. 2154-2167).
- 기온은 박테리아 성장에 직접적으로 영향을 미치기도 하지만, 따뜻한 계절에 행동학적, 기타 사회·경제적 환경에 영향을 주는 간접적인 방식으로 식품 매개 감염병의 위험을 증가시킴(D'Souza, 2004, pp. 86-92).

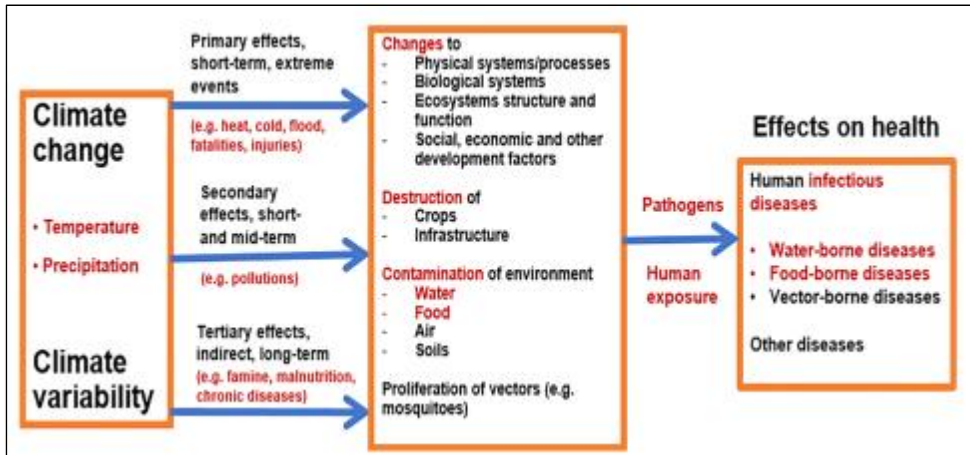
○ 폭우는 식품 매개 감염병의 위험을 증가시키는 데 깊은 관련이 있음.

- 농장 및 도시 등 병원체가 풍부한 지역에서 지표수가 유출되면서, 오염된 지표수로 인해 감염병이 발생할 수 있음(Turgeon et al., 2011, pp. 109-118).

□ 상당수의 병원체가 동물로 인해 감염이 되는데, 기후변화는 일부 동물 숙주의 공간 범위를 바꾸기도 하고, 물리적, 생태학적 환경과의 관련성도 함께 변화시킬 수 있음(Grimm et al., 2013, pp. 474-482).

□ 기후환경의 변화는 인간의 사회화 과정, 행동의 변화에도 영향을 미쳐 이것이 기후변화와 병원체의 관계를 복잡하게 만들기도 하는데, 그로 인해 기후변화에 따른 감염병의 영향을 예측하는 데 어려움이 있음(Parkes & Horwitz, 2016, pp. 27-58).

[그림 3-2] 기후변화와 수인성·식품 매개 감염병의 관계



자료: Cissé. (2019). Food-borne and water-borne diseases under climate change in low- and middle-income countries: Further efforts needed for reducing environmental health exposure risks. p. 182. Fig1.

□ 지금까지는 수인성·식품 매개 감염병 연구들이 제한적으로 수행돼 왔으나, 다양한 모형을 적용해 주로 기온과의 관련성을 분석하고, 향후 발생을 예측하는 연구가 지속적으로 수행되고 있음(Brubacher et al., 2020, p. 138808).

## 나. 기후변화와 수인성·식품 매개 감염병에 대한 근거

### 1) 기온변화에 따른 감염병 발생 연구

□ Brubacher et al.(2020, p. 138808)은 2000년부터 2013년 사이에 캐나다의 브리티시컬럼비아에서 발생한 급성 위장 질환인 캄필로박터균 감염증, 장출혈성 대장균감염증(Verotoxin producing *Escherichia coli*), 살모넬라증, 지아르디아증, 크립토스포리듐증의 병원체와 생태학적 요인, 토지 이용, 수질 간의 관련성을 분석함.

○ 캄필로박터균 감염증, 장출혈성대장균감염증, 살모넬라증과 같은 박테리아 감염병은 연간 기온과 상관관계가 있는 반면, 지아르디아증, 크립토스포리듐증



과 같은 원생동물 감염병은 그렇지 않은 것으로 나타남.

- 세 가지 세균성 감염병은 연평균 기온 1°C 증가 시 상대 위험도는 1.1로 나타남.

○ 캄필로박터균 감염증, 살모넬라증, 지아르디아증 발생 위험은 시골 지역보다 토지 사용이 높은 도시 지역에서 높았고, 장출혈성대장균의 발생 위험은 농경지가 많은 유역에서 높았으며, 캄필로박터균 감염증, 살모넬라증의 비율은 농경지 유역에서 낮았는데, 이는 농업과 대수층 지질이 중요한 요인으로 작용한 것으로 해석함.

□ Bhandari et al.(2020, pp. 199-206)은 네팔 카트만두에 거주하는 5세 미만 아동을 대상으로 2003~2013년에 발생한 설사병 부담에 대한 기후의 영향을 평가했음.

○ 최대 기온이 1°C 상승할 때마다 월간 설사 발생률이 8.1% 증가했고, 강우량이 10mm 증가할 때 0.9% 증가했음.

○ 5세 미만 아동의 설사병 발생 부담 중 7.5%가 기후 요인(최대 기온)에 기인한 것으로 해석되었음.

□ 호주에서 살모넬라는 식중독 발생을 일으키는 가장 흔한 원인 중 하나로 알려져 있는데, Zhang et al.(2010, pp. 524-530)은 1990년 1월부터 2005년 7월까지 호주 아열대 및 열대 지역에서의 기후변화와 살모넬라 감염 사례 사이의 관계를 평가함.

○ 기후 요인 영향의 크기는 분석 모델과 대상 지역에 따라 다르기는 하지만, 온도와 강우가 살모넬라 위험을 증가시키는 것으로 보고됐음.

○ 최대 및 최저기온, 상대습도, 강우량이 질병 사례 수와 양의 상관관계가 있었으며, 효과의 지연 값은 2주~2개월까지 나타났음.

□ 중국에서는 지난 30년 동안 세균성이질이 감소하기는 했지만 여전히 저개발 지역에서 세 번째로 높은 것으로 알려져 있는 상황에서(Zhao et al., 2016, p.

e013376), Liu et al.(2020, pp. 057008.1-057008.9)은 2014년부터 2016년까지 기온과 세균성이질의 관계를 분석했음.

- 국가 단위에서 기온과 세균성이질 간에 양의 선형 관계가 있는 것으로 나타났고, 성별, 연령별로 유사한 결과가 확인됐음.

## 2) 극한 기상현상에 따른 감염병 발생 연구

- Cash et al.(2014, pp. 1-10)은 1983년부터 2010년 사이 방글라데시 농촌 지역을 대상으로 홍수에 따른 콜레라, 세균성이질의 발생을 분석함.
  - 콜레라와 세균성이질은 원인균인 비브리오 콜레라균 및 시겔라 플렉스네리(*Shigella flexneri*)의 생태학, 전파 경로 등의 차이에도 불구하고, 가을 발생 현황이 연간 몬순 홍수의 면적 범위와 밀접하게 연관되어 있음.
  - 지역 강우량과 홍수가 방글라데시의 열대 평균 해수면 온도 이상과 콜레라 사례 사이의 매개 요인임을 밝힘.
- 대만의 Chen et al.(2012, pp. 1-8)은 1994년부터 2008년까지 일반적인 강우, 극심한 집중 강우와 여러 가지 감염병 분포의 연관성을 파악함.
  - 대만 352개 마을의 감염병 사례 기록과 일일 강수량 및 기온을 통합한 데이터 베이스가 활용됨.
  - 극심한 집중 강우(>350mm/일)가 일반적인 강우(<130mm/일)에 비해 세균성이질 및 엔테로바이러스 감염증의 발생 위험이 높은 것으로 나타남.
- Chhetri et al.(2017, pp. 898-907)은 캐나다를 대상으로 기후변화, 특히 극심한 강수량의 변화로 인한 크립토스포리듐증 및 편모충증 발생 위험을 평가하고, 이를 근거로 향후 감염병 발생 양상을 예측하는 연구를 추가적으로 수행함.
  - 1997년부터 2009년까지 캐나다 브리티시컬럼비아주 밴쿠버에 위치한 식수 시스템에서 매주 보고된 크립토스포리듐증, 지아르디아와 극심한 강수량, 식수 탁도 및 이전의 건기 기간 간의 관계를 파악함.

- 극심한 강우 이후 4~6주에 크립토스포리듐증과 편모충증이 유의하게 증가한 것이 발견됐고, 그 효과는 장기간의 건조 기간 이후에 더욱 두드러짐 (Chhetri et al., 2017, pp. 898-907).

○ 상기 연구 결과에 근거해 향후의 기후변화, 주로 극심한 강수량의 변화로 인한 크립토스포리듐증 및 편모충 위험의 변화를 예측하는 연구가 이루어짐 (Chhetri et al., 2019, pp. 1-9).

- 캐나다 질병 시스템에서 추출한 1997년부터 2009년까지의 크립토스포리듐증과 편모충증 사례를 기반으로, 향후(2020~2099년)의 질병 발생을 추정함.
- 향후 극심한 강우와 발생 기간이 더 길어질 것으로 전망되면서, 2080년대 까지 크립토스포리듐증 및 편모충 증의 연간 발생 비율은 16% 정도 증가할 것으로 추정되었고, 비가 오는 기간에 위험이 높을 것으로 예측됨.
- 극심한 강우의 빈도와 강도 이외에 습하고 건조한 기간의 발생 빈도와 기간이 수인성 감염병 발생에 영향을 미칠 수 있다고 제언함.

## 제2절 국내 곤충·동물 매개 및 수인성·식품 매개 감염병 발생 연구

### 1. 분석 방법

#### 가. 문헌 검색 및 수집 방법

##### 1) 연구 설계

□ 이 연구는 한국에서의 기후변화에 따른 감염병 발생 근거를 분석하기 위해 체계적인 검토 및 메타 분석(Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses, PRISMA)의 가이드라인에 근거해 체계적인 검토를 수행함(Moher et al., 2009, p. e1000097).

○ 이 지침은 사전에 지정된 포함 및 제외 기준, 용어 정의 및 문헌의 선택 결정과 함께 문헌 검색 및 검토 방법을 제공함(Kastner et al., 2012, p. 114).

□ 모든 연구 수행 과정은 ‘국내 곤충·동물 매개 감염병 발생 연구’와 ‘국내 수인성·식품 매개 감염병 발생 연구’로 구분해 각각 진행함.

##### 2) 검색 전략

#### 가) 자료 검색원

□ 기후변화에 따른 감염병 발생 근거를 분석하기 위해 국내 및 국외 전자 데이터베이스를 이용해 문헌 검색을 수행함.

##### ○ 국내 검색원

- 자료 검색을 위한 국내 데이터베이스는 보건 의료 분야에서 일반적으로 이용하는 ‘한국학술정보(KISS)’, ‘한국교육학술정보원(RISS)’, ‘의학 논문 데이터 베이스(KMBASE)’를 포함함.

##### ○ 국외 검색원

- 국외 저널에 게재된 한국 대상 연구 문헌을 검색하기 위해 세계적으로 유명한 데이터베이스 'Medline', 'Embase', 'Cochrane library'를 이용함.

□ 전자 데이터베이스에서 누락된 문헌을 수집하기 위해 각 연구 논문의 참고 목록을 통한 수기 검색 방법을 추가로 이용함.

## 나) 국문 및 영문 검색어(search term)

### □ 국문 검색어

- 국문 검색어는 선행연구를 통해 검색어를 선정하되, 기후변화로 인한 곤충·동물 매개 감염병 발생을 요인별로 검색하기 위해 '독립 변수'와 '매개 변수', '종속 변수'를 연계해 검색함.
  - 독립 변수는 '기후 및 기후변화'를, 매개 변수는 '곤충 및 동물'을, 종속 변수는 '감염병' 관련 핵심어(keyword)를 검색어(search term)로 선정함.
- 종속 변수인 감염병 관련 검색어의 민감도를 높이기 위해 보다 엄격한 검색 방법으로 접근했는데, 곤충·동물 매개 감염병 또는 수인성·식품 매개 감염병을 포함하는 개별 핵심어뿐만 아니라 포괄적 범위의 '건강 및 질병' 관련 핵심어까지 포함되도록 검색식을 작성함.

### □ 영문 검색어

- 영문 검색어는 선행연구 및 국문 검색어와의 매칭을 통해 사전 검색어를 선정했고, 국외 전자 데이터베이스를 이용해 의학주제표목(Medical Subject Headings, MeSH) 및 이엠트리(Embase subject headings, Emtree) 여부를 확인하여 검색어 수정 및 추가 과정을 통해 최종 검색어를 확정함.
  - 비의학주제표목(non-MeSH) 및 비이엠트리(non-Emtree)에 해당하는 핵심어는 제목 및 초록(Title/Abstract)을 통해 검색되도록 검색식을 적용함.
- 영문 검색어에서도 감염병 관련 검색어에서의 선택 비틀림 발생을 방지하기

위해 국문 검색어와 동일하게 종속 변수를 개별 감염병 관련 검색어 또는 포괄적 범위의 ‘건강 및 질병’ 관련 핵심어를 검색식에 모두 포함함.

○ 검색어 제한은 ‘Korea’ 그리고 ‘Humans’로 하여 분석 대상 문헌을 한정함.

〈표 3-1〉 곤충·동물 매개 감염병의 체계적 문헌 고찰 검색어

구분	독립 변수: 기후 관련 키워드	매개 변수: 곤충·동물 매개 관련 키워드	종속 변수: 질병 관련 키워드
국외 DB	Global warming Green house effect GHGE Climat* Climate weather environment temperature hot temperature extreme heat environmental change heat wave heat stress heat effect hot effect	vector mosquito tick rodent rodentia insect* insecta arthropods	[종속 변수: 건강 및 질병] health disease illness sickness prevalence incidence morbidity mortality death infection infec*
			[종속 변수: 곤충·동물 매개 감염병]  malaria dengue lyme HFRS hemorrhagic fever with renal syndrome tsutsugamushi japanese encephalitis SFTS severe fever with thrombocytopenia syndrome
국내 DB	지구온난화 기후변화 기후 기온 고온 폭염 혹서 더위 날씨 일교차	매개체 모기 진드기 쥐 곤충 동물	[종속변수: 건강 및 질병] 건강 질병 질환 유병 발생 이환 사망 감염병 전염병
			[종속 변수: 곤충·동물 매개 감염병] 말라리아 뎅기 라임 신증후출혈열 신증후군출혈열 쓰쓰가무시 쯔쯔가무시 일본뇌염 중증열성혈소판감소증후군

〈표 3-2〉 수인성·식품 매개 감염병의 체계적 문헌 고찰 검색어

구분	독립 변수: 기후 관련 키워드	매개 변수: 수인성·식품 매개 관련 키워드	종속 변수: 질병 관련 키워드
국외 DB	Global warming Green house effect GHGE Climat* Climate weather environment temperature hot temperature extreme heat environmental change heat wave heat stress heat effect	food water	[종속 변수: 건강 및 질병] health disease illness sickness prevalence incidence morbidity mortality death infection infect*
			[종속 변수: 수인성·식품 매개 감염병] food poisoning diarrheal diarrhea vibrio leptospirosis shigellosis salmonellosis colitis rotavirus foodborne diseases dysentery bacillary salmonella infections
국내 DB	지구온난화 기후변화 기후 기온 고온 폭염 혹서 더위 날씨 일교차	식품 수인성 수질오염 물	[종속 변수: 건강 및 질병] 건강 질병 질환 유병 발생 이환 사망 감염병 전염병
			[종속 변수: 수인성·식품 매개 감염병] 식중독 설사 비브리오 렙토스피라 세균성이질 살모넬라증 장염 로타바이러스



## 나. 대상 문헌 선정 및 분류 방법

### 1) 문헌 선정 및 제외 기준

〈표 3-3〉 체계적 문헌 고찰을 위한 선택 및 배제 기준

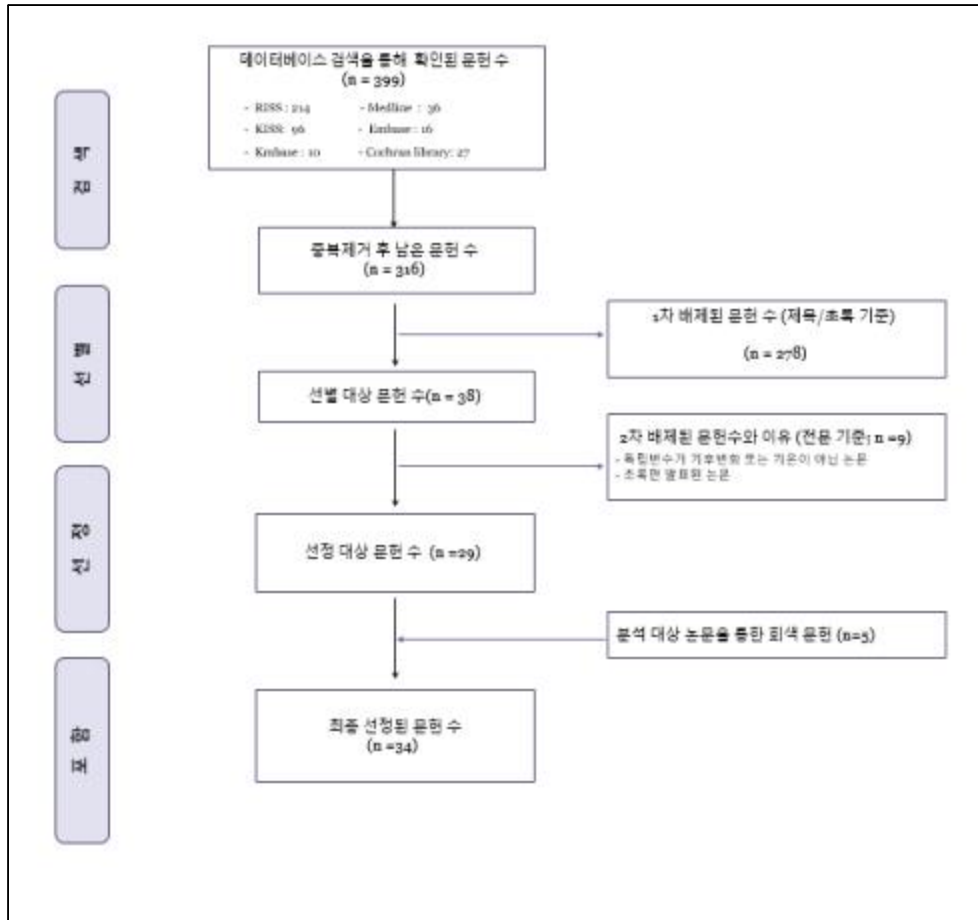
구분	선정 기준 내용	
	국내 곤충·동물 매개 감염병 발생 연구	국내 수인성·식품 매개 감염병 발생 연구
선택 기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기온과 건강 결과 간 관련성을 검증한 연구</li> <li>- 독립 변수가 기온이면서 종속 변수가 곤충·동물 매개 감염병인 연구</li> <li>- 한국 상황을 대상으로 한 연구</li> <li>- 인간을 대상으로 한 연구</li> <li>- 출판 형태: 동료 심사를 거쳐 학술지에 게재된 학술논문</li> <li>- 출판어: 한글 또는 영어</li> <li>- 자료 출판 형태: 전문(full-text)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기온과 건강 결과 간 관련성을 검증한 연구</li> <li>- 독립 변수가 기온이면서 종속 변수가 수인성·식품 매개 감염병인 연구</li> <li>- 한국 상황을 대상으로 한 연구</li> <li>- 인간을 대상으로 한 연구</li> <li>- 출판 형태: 동료 심사를 거쳐 학술지에 게재된 학술논문</li> <li>- 출판어: 한글 또는 영어</li> <li>- 자료 출판 형태: 전문(full-text)</li> </ul>
배제 기준	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 독립 변수가 기후변화 또는 기온이 아닌 논문</li> <li>- 종속 변수가 곤충·동물 매개 감염병이 아닌 논문</li> <li>- 한국이 대상이 아닌 논문</li> <li>- 측정 대상이 사람이 아닌 동물을 대상으로 한 논문</li> <li>- 기온이 환경 및 기후변화의 맥락에서 다루어지지 않은 논문</li> <li>- 초록만 발표된 논문</li> <li>- 한국어 및 영어로 출판되지 않은 연구</li> <li>- 중복 출판된 논문</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 독립 변수가 기후변화 또는 기온이 아닌 논문</li> <li>- 종속 변수가 수인성·식품 매개 감염병이 아닌 논문</li> <li>- 한국이 대상이 아닌 논문</li> <li>- 측정 대상이 사람이 아닌 동물을 대상으로 한 논문</li> <li>- 기온이 환경 및 기후변화의 맥락에서 다루어지지 않은 논문</li> <li>- 초록만 발표된 논문</li> <li>- 한국어 및 영어로 출판되지 않은 연구</li> <li>- 중복 출판된 논문</li> </ul>

## 2) 문헌 검색 결과

### 가) 국내 곤충·동물 매개 감염병 발생 연구

- 한국을 대상으로 한 곤충·동물 매개 감염병 발생 관련 문헌들은 전자 데이터베이스 및 수기 검색을 통해 총 399편이 수집되었음. 이 중 국내 저널 논문이 320편이고 국외 저널 논문은 79편이었음.
- 각 검색원에서 중복으로 수집된 문헌 83편을 제거해 316편의 문헌을 대상으로 1차 선별 과정을 수행함.
- 사전에 설정한 선택 및 배제 기준에 근거해 제목 및 초록을 통한 1차 선택 및 배제 과정에는 2인의 연구자가 참여해 문헌을 선별함.
- 문헌의 선택 및 배제 과정은 각 연구자가 독립적으로 수행하되, 문헌 선정 결과에서 연구자 간 의견 불일치가 발생한 경우에는 논의를 통해 결정함.
- 1차 선택 및 배제 과정을 통해 대상 문헌 선정 기준에 부합하지 않는 216편의 논문이 제외되었음.
- 전문(full-text) 검토를 통한 2차 선택 및 배제에 포함된 문헌은 총 38편이며, 이 문헌들을 대상으로 2인의 연구자가 문헌 선별 과정에 참여함.
- 2차 선택 및 배제 과정을 통해 9편의 문헌이 제외되어, 총 29편의 문헌이 선정되었음.
- 선정된 문헌 검토 과정에서 발견된 회색문헌 5편을 추가로 포함해 최종 34편의 문헌을 고찰함.

[그림 3-3] 체계적 문헌 고찰 논문 선별 과정 및 결과(국내 곤충·동물 매개 감염병 발생 연구)



자료: 연구진이 작성함.

## 나) 국내 수인성·식품 매개 감염병 발생 연구

□ 6개의 국내외 전자 데이터베이스를 통해 국내 수인성·식품 매개 감염병 관련 연구는 총 2,163편(국내 저널 2,079편, 국외 저널 84편)이 수집되었음.

○ 데이터베이스 간의 문헌 중복 제거(367편)를 통해 1,796편이 문헌 선정 과정에 포함되었음.

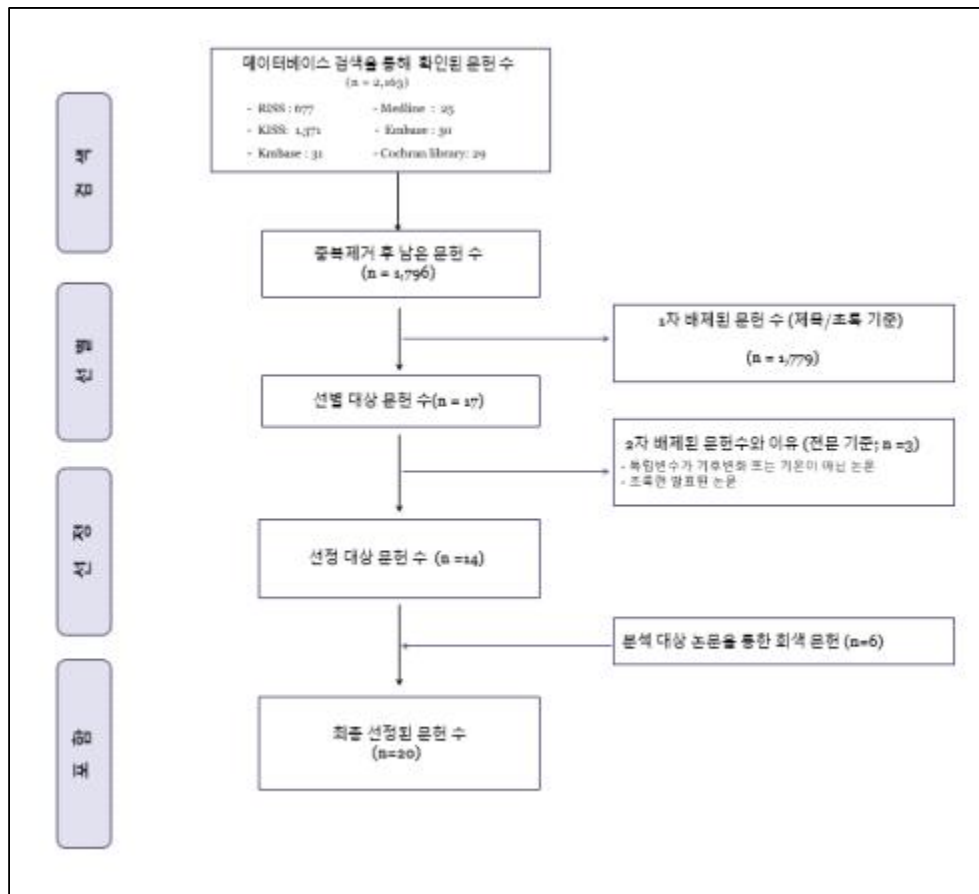
□ 제목 및 초록을 통한 1차 선별 과정에는 2명의 연구자가 수행해 총 1,756편의 문헌이 분석에서 제외되었고, 나머지 17편의 문헌을 대상으로 2차 선택 및 배제 과

정을 수행함.

□ 2차 선택 및 배제 과정을 통해 제외된 문헌은 총 3편이었고, 총 14편의 문헌이 선정되었음.

○ 선정된 문헌 검토 과정에서 발견된 회색문헌 6편을 추가로 포함해 최종 20편의 문헌을 고찰함.

[그림 3-4] 체계적 문헌 고찰 논문 선별 과정 및 결과(국내 수인성·식품 매개 감염병 발생 연구)



자료: 연구진이 작성함.

## 2. 국내 곤충·동물 매개 감염병 발생 연구

### 가. 연구 현황

□ 2010~2020년 국내 곤충·동물 매개 감염병 발생 연구의 연도별 추이는 2014년에 7건으로 가장 높았고, 이후 매년 1~3건의 연구가 지속적으로 발표되었으며, 해당 연구 발행 지역의 비율은 국내외에서 각각 50%로 동일하였음.

○ 연구 대상 감염병별로 살펴보면 말라리아 연구가 18건으로 가장 높았고, 다음으로 쯔쯔가무시증(8건), 뎅기열(3건), 신증후군출혈열(2건), 일본뇌염(2건)순이었음.

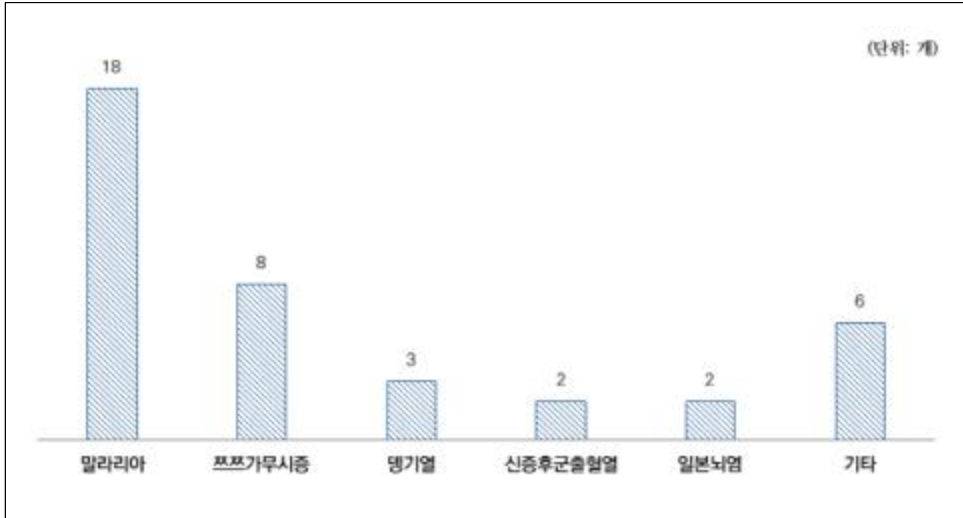
- 기타 6건에는 곤충 매개 감염병, 벡터 매개 질환, 모기 매개 질환, 말레이사 상충 등 특정 감염 질환으로 분류하기 모호한 연구들을 포함함.

[그림 3-5] 국내 곤충·동물 매개 감염병 발생 연구 연도별 발표 건수 및 국내외 분포



자료: 연구진이 작성함.

[그림 3-6] 국내 곤충·동물 매개 감염병 종류별 연구 분포



자료: 연구진이 작성함.

## 나. 주요 연구 결과

### 1) 감염병별 연구 결과

#### 가) 말라리아

□ 우리나라는 1983년 세계보건기구에 말라리아 근절을 보고하였으나, 1993년 말라리아 환자 재출현 이후 발생 사례가 계속 보고되고 있어 기후 요소가 밀접한 영향 요인일 것이라는 가정하에 관련 연구가 꾸준히 발표되고 있음. 다만 일부 상반되는 결과도 나타나 기온 상승과 말라리아 위험 증가의 상관성에 대한 연구가 아직 명확한 결론에 이르지 못한 것으로 판단됨.

○ 신호성(2011, pp. 217-237)은 일정 기온(20.2℃) 수준에서 기온이 1℃ 상승하면 주간 시·군·구 단위 환자 수가 0.212명 증가할 것으로 예측하였으며, 역치가 존재해 31.2℃를 넘어서면 기온이 상승하더라도 환자 수는 오히려 감소할 것으로 전망함.

- 채수미, 김동진, 윤석준, 신호성(2014, pp. 436-455)은 기온 변화에 따른 말라리아 발생 위험을 지역별로 살펴본 결과, 모형에서 기상 요인만을 고려할 경우 15개 시·도에서 기온 상승에 따라 말라리아 발생 위험이 증가하는 것으로 나타남. 특히 말라리아 환자가 주로 많이 보고된 서울, 경기, 인천, 강원 지역에서의 발생 위험은 기온이 1°C 상승하면 각각 10.8%, 12.7%, 20.8%로 증가함. 지역에 따라 위험도의 크기는 다소 차이가 있었으나, 기온이 상승하면 말라리아 발생 위험이 증가한다는 기존 연구 결과와 맥락을 같이함.
- 이 밖에도 다수의 연구에서 기온과 말라리아 발생이 양의 상관성을 갖는 것으로 보고하고 있으며(Kwak et al., 2014, pp. 10587-10605; Hwang et al., 2016, p. 20; Linthicum et al., 2014, pp. 806-814; 김시현, 장재연, 2010, pp. 436-444; Jang et al., 2015, p. 203) 기온 변화와 말라리아 발생 간 시간 지연(시차)을 고려한 연구도 확인됨.
  - 곽재원, 이종소, 한희찬, 김형수(2013, p. 547) 연구에서는 말라리아 평균 기온의 경우 12개월 시차( $f=0.083$ )와 6개월 시차( $f=0.167$ )에서 높은 상관도를 보였고, Kwak et al.(2014, p. 10587) 연구에서도 동일하게 기온과 말라리아의 상관도는 6, 12개월 시차에서 강하게 나타남.
  - Kim, Park, & Cheong(2012, p. 1314)은 기온이 1°C 상승하면 3주 후 말라리아 발생이 17.7% 증가했으며, 일교차가 1°C 증가하면 7주 후 말라리아 발생이 24.1% 감소하였고, 주당 10시간 일조 증가는 2주 후 말라리아 발생의 5.1% 감소와 관련이 있다고 보고함.
- 한편 Park, Kim, & Choi(2014, p. 334)의 연구 결과 기온은 말라리아 발생률과 유의한 상관관계가 없었으며, 김주혜, 박선엽(2013, p. 12)은 지역별 기후 조건과 말라리아 발생률의 상관관계를 확인하기 위해 회귀 분석한 결과 강화군을 제외하고 철원, 파주, 고성 지역에서 기후 조건의 변화가 실질적으로 발생률 변화에 의미 있는 영향을 미치지 못한 것으로 보고함.
  - 특히 김세형, 김영호(2017, p. 71) 연구에서는 2001년과 2013년의 기후 요소와의 상관성의 방향이 일관적이지 않아 국내 말라리아의 발생 양상에

있어 기후 요소 자체의 영향보다는 북한으로부터의 영향, 방제, 인문·사회적 특성과 같은 다양한 역학적 요소의 영향력이 크다는 점을 시사함.

- 시공간정보를 이용해 미래 말라리아에 의한 건강 취약성 평가 결과, 평균 기온의 상승으로 취약성이 높은 지역이 군사분계선 근처의 기존 지역에서 주변으로 확대되는 경향을 보였으며, 이는 기온의 상승으로 인해 모기의 서식처가 증가하기 때문일 것으로 추측함(유성진, 이우균, 오수현, 변정연, 2012, p. 21).

## 나) 쯔쯔가무시증

- 쯔쯔가무시증 발생과 기온의 관련성을 살펴보면 기온이 가을의 쯔쯔가무시증 환자 발생에 중요한 영향 요인으로 확인되고 있으나, 기온 상승과 환자 발생의 인과관계 규명은 미흡한 실정임(강공언, 마창진, 오경재, 2016, p. 50).
- 2001~2015년의 전북 지역 쯔쯔가무시증 연평균 발생과 평균 기온, 일 최고 기온, 일 최저 기온과 모두 양의 상관성을 보였고, 특히 늦봄과 여름에서 높은 상관성을 가지는 것으로 나타났으며(강공언, 마창진, 오경재, 2016, pp. 47-48), 다른 연구에서도 쯔쯔가무시증은 8월 평균 기온( $r=0.721$ )과 높은 양의 상관관계를 보여 여름 기온의 상승이 쯔쯔가무시증의 매개체인 털진드기의 유충 개체 수에 영향을 미칠 것으로 해석하고 있음(김시현, 장재연, 2010, pp. 440-441).
- 선행연구 결과를 반영해 최장 시간 지연을 6개월로 가정하고 쯔쯔가무시증 발생과 기온 간 시간 지연(시차)을 고려한 상관 분석 결과, 평균 기온은 1개월 및 5~6개월 시차를 두고 큰 상관성을 보였고, 최저 기온은 5~6개월 시차, 최고 기온은 1개월부터 3개월 시차를 두고 큰 상관성을 보였음(이영곤, 최규현, 박재원, 2018, p. 347)(표 3-4 참고).



〈표 3-4〉 국내 찌꺼가무시증 발생 환자 수

(단위: 명)

구분	시간 지연(개월)					
	1	2	3	4	5	6
평균 기온	61.74**	3.60	1.62	3.87	6.02*	6.06*
최저 기온	4.01	0.96	1.96	3.55	7.02*	7.60*
최고 기온	89.86**	14.77**	12.14*	5.85	5.18	5.32

자료: 이영근, 최규현, 곽재원. (2018). 기상자료를 활용한 보건재난 연구: 찌꺼가무시 감염병을 중심으로. J. Korean Soc. Hazard Mitig, 18(3). p. 347, Table 2 일부.

○ 찌꺼가무시증의 연평균 환자 발생에 대한 다중회귀분석 결과 찌꺼가무시증의 연평균 환자 발생 정도를 가장 잘 설명하는 시기는 5월( $R^2=0.411$ )로 월평균 기온이 1℃ 상승할 때마다 연평균 환자가 약 35명 증가하는 것으로 분석됨(강공연, 마창진, 오경재, 2016, pp. 47-48).

- 기존 연구들은 찌꺼가무시증 환자 발생에 영향을 미치는 다양한 요인 중 기후 후 요소와의 관련성에만 초점을 두었다는 점을 한계로 지적하며, 향후 기후 요소 이외에 찌꺼가무시증의 매개체인 털진드기와 중간 숙주인 들쥐 및 야생 동물의 생태, 지역 주민의 특성과 행태, 토지 이용, 정부의 감염병 관리 정책 등 다양한 요인을 포함하는 다각적 연구의 필요성을 제기함(강공연, 마창진, 오경재, 2016, p. 51).

□ 한편 일부 연구들은 시공간정보를 이용해 미래 시점의 찌꺼가무시증 발병 특성을 예측하거나(김상윤 외, 2020, pp. 197-208) 미래 찌꺼가무시증에 의한 건강 취약성을 평가하였음(유성진 외, 2012, pp. 13-24).

○ 미래의 환경 조건인 시나리오 RCP 6.0을 기반으로 2040년 한국의 연평균 기후 조건과 월평균 기후 조건을 시공간적 모델로 분석한 결과, 현재 기후 조건에서의 최대 발병 확률 0.78에 비해 8%로 증가한 0.82로 나타났으며, 발병 확률이 70% 이상인 지역은 현재 환경 조건에서는 2053.12km<sup>2</sup>이지만, 미래 기후 조건에서는 9.1%로 증가한 2240.06km<sup>2</sup>로 예측되었고, 찌꺼가무시증 발병의 집중적 시기가 현재 기후 조건에서 10~11월이나 2040년에는 9~12월로 약 2개월 증가할 것으로 분석됨(김상윤 외, 2020, p. 206).

○ 찌꺼가무시증에 의한 건강 취약성 분석 결과, 농경지 분포와 농업 인구가 많은

전라도 해안 지방이 다른 지역에 비해 취약성이 높은 것으로 예측되었으며, 미래에는 취약 지역이 남부 지방에서 중부 지방으로, 해안 지방에서 내륙 지방으로 점차 확대되는 것을 확인할 수 있었는데, 이는 기온의 상승으로 진드기의 생육 범위가 중부 지방으로 확대되는 것과 관련이 있을 수 있음(유성진 외, 2012, p. 21).

- Yoon et al.(2014, pp. 725-733)의 연구에 따르면 기후변화 관련 위험 요인(혹서, 기온, 오존 밀도, 재난)으로 인한 질병의 총부담(2008년 기준)은 6.85 DALY/인구 1000명 중 기온에 의한 쯔쯔가무시증의 질병 부담은 0.05 DALY/인구 1000명을 차지하였고, 이는 말라리아의 질병 부담(0.01 DALY/인구 1000명)보다 높은 수치였음.

#### 다) 뎅기열

- 뎅기열은 열대·아열대 지역에서 주로 발생하는 모기 매개 감염 질환으로 우리나라를 포함한 동북아시아 지역에서는 발생 사례가 매우 낮거나 거의 보고되지 않았으나, 2014년 일본에서 확인된 뎅기열 감염 사례 160건이 모두 해외 유입이 아닌 토착 사례로 확인되었고, 이러한 발생 양상 변화의 요인으로 기후 변화에 주목해 관련 연구들이 수행됨.

- Lee & Farlow(2019, pp. 1-7)는 우리나라와 일본의 뎅기열 발생 위험 수준을 기후 위험 요인(Climate Risk Factor, CRF) 지표(Index)<sup>61</sup>를 구성해 산출하였음.

- 일반적으로 뎅기열 발병 위험 수준은 한국이 일본에 비해 낮지만, 부산(동래, 연제, 부산진, 수영, 해운대), 울산 서부, 군산, 문산 남부, 제주 북부 지역은 국내의 고위험 지역으로 확인되었고, 부산과 제주는 인기 관광 지역으로 뎅기열 발병 국가로부터의 유입으로 인한 영향을 받을 가능성이 있음

61) CRF 지표(Index)는 3개의 기후 데이터셋(기온, 강수량, 습도)과 2개의 비기후 데이터셋(인구 밀도, 지형 고도)으로 구성함.

(Lee & Farlow, 2019, p. 4).

○ Lee et al.(2018, pp. 1-23)은 기상청에서 제공한 Representative Concentration Pathway(이하 RCP) 시나리오를 기반으로 기후 의존 매개 변수(parameter)와 관련된 뎅기열 모델을 개발하고, 다양한 시나리오에서 기온과 뎅기열 감염의 관련성을 파악함.

- 연구 결과 모든 RCP 시나리오(RCP 2.6, 4.5, 6.0, 8.5)에서 기온과 누적 감염 모기 수는 양의 상관관계를 가짐(Lee et al., 2018, pp. 13-14).
- 추가적으로 뎅기열 통제 전략을 평가하기 위해 제주 지역의 여행객 제한 전략과 모기 살충 전략의 감염 환자 및 감염 모기 개체 수 감소의 효과를 분석한 결과, 두 전략을 모두 실행하는 혼합 전략이 누적 감염 수 감소에 가장 효과가 높은 것으로 나타남(Lee et al., 2018, p. 15).

## 라) 신증후군출혈열

□ 기온 변화와 설치류 매개 질환인 신증후군출혈열(Hemorrhagic Fever with Renal Syndrome, 이하 HFRS)의 관련성 연구는 2건에 불과하였기 때문에 해당 연구 결과를 일반화하기에는 다소 부족한 측면이 있으며, 2건의 연구도 각각 상반된 결과를 보였음.

○ 2001~2009년 질병관리청 감염병 감시 현황 자료를 활용해 분석한 결과, 주간 평균 최소 기온의 1℃ 증가가 동일 주간(lag 0) HFRS 환자 발생 건수 8.8% 증가에 영향을 미치며, 11주 후 HFRS 발생 건수는 최대 17.8% 증가에 영향을 미치는 것으로 나타남(Joshi, Kim, & Cheong, 2017, p. 4).

- 주간 평균 일조량의 1시간 증가는 동일 주간(lag0) HFRS 환자 발생 건수 27.5% 증가에 영향을 미치고, 태양복사(solar radiation)의 1mJ/m<sup>2</sup> 증가는 동일 주간(lag 0) HFRS 환자 발생 건수 16.4% 감소와 관련이 있음.
- 기온과 일조량의 증가는 사람과 쥐의 행동 변화에 영향을 미쳐 HFRS 발생률 증가에 영향을 줄 것으로 보이며, 태양복사로 인한 열·자외선의 증가는 바이러스 비활성화에 영향을 주어 HFRS 발생률 감소를 유발할 것

으로 해석함(Joshi, Kim, & Cheong, 2017, p. 9).

○ 반면, 김시현, 장재연(2010, pp. 436-444)은 2001~2008년까지 신고된 월별 총 HFRS 환자 발생 건수와 동일 시점에 해당하는 평균 기온, 최소·최대 기온의 상관분석을 실시한 결과, 유의한 상관성을 보이지 않았음.

- 나아가 특정 시기의 기상 요인 변동이 감염병 발생률에 영향을 미칠 가능성을 평가하고자 HFRS의 다발생 기간 동안의 다발생 지역에서의 연도별 환자 발생률과 선행 또는 다발생 기간의 월평균 기상 요인과의 상관관계를 분석하였고, 결과적으로 다발생 기간인 11월의 강수량만이 유의한 양의 상관성( $r=0.756$ )을 보였음(김시현, 장재연, 2010, p. 440).
- 해당 연구는 기상 요인 외에 매개체와 숙주의 생태, 인간의 문화와 행동, 토지 이용, 정부의 감염병 관리 정책 등 감염병 발생에 영향을 줄 수 있는 다양한 요인들을 고려하지 못했다는 제한점을 갖고, 상관 분석 연구로 기후와 감염병의 인과성을 입증할 수 없기에 추후 보다 정밀한 연구가 요구됨(김시현, 장재연, 2010, p. 443).

## 마) 일본뇌염

□ 1971년도에 최초로 국내에 일본뇌염 백신이 도입된 이후 일본뇌염 환자는 급격히 감소해 1980년 이후에는 전국적으로 10명 내외의 환자가 발생하고 있으나, 사망률이 상당히 높기 때문에 철저한 예방 및 관리가 필요하므로 기온 변화에 따른 모기 출현 양상을 예측한 연구들이 최근 보고됨(정대현, 이육교, 신이현, 2015, pp. 117-125; Masuoka et al., 2010, pp. 45-57).

○ 정대현, 이육교, 신이현(2015, pp. 117-12)은 1985~2011년 전국 10개 지역에서 일본뇌염을 매개하는 작은빨간집모기(*Culex. tritaeniorhynchus*)를 직접 채집해 개체 수를 관측한 자료를 활용하여 작은빨간집모기의 첫 출현 시점을 예측하고, 온도에 따른 개체 수 영향을 분석하였음.

- 연구 결과에 따르면 작은빨간집모기 첫 출현 주가 1981년도 21.9주로 추정, 2031년은 15.99주로 예측되어 첫 출현 시점이 점차 빨라지는 경향을

보였으며, 일일 최고 온도가 상승함에 따라 작은빨간집모기 개체 수도 유의하게 증가함을 확인하였고, 32℃ 이상이 되면 개체 수가 점차 감소하는 것으로 나타남(정대현, 이육교, 신이현, 2015, pp. 120-122).

- 이는 일정 기온 이상으로 기온이 증가할 경우 작은빨간집모기 유충의 서식환경이 악화되어 유충의 활동성이 감소되기 때문인 것으로 사료됨(정대현, 이육교, 신이현, 2015, p. 123).

○ Masuoka et al.(2010, pp. 45-57) 연구는 작은빨간모기 분포의 예측 모델 개발을 목적으로 일정 기간·위치에서의 작은빨간집모기 채집 자료를 활용해 분석한 결과, 고도, 토지 피복, 여름 최저 온도, 가을 및 겨울 최대 온도, 여름 NDVI(정규식생지수: Normalized Difference Vegetation Index)가 모기 예측 모델에 중요하게 기여하는 것으로 나타남(Masuoka et al., 2010, p. 56).

- 개발된 모기 확률 지도의 예측 정도를 확인하고자 2001~2009년 발생한 일본뇌염 사례를 오버레이한 결과, 모기 확률 지도는 일본뇌염 발생 위험이 높은 지역에 대해 유용한 예측 자료가 됨을 확인함.

## 2) 감염 경로별 연구 결과

□ 곤충·동물 매개 감염병에 미치는 기후와 기상의 영향은 <표 3-5>와 같이 매개체와 숙주, 병원체, 전파 경로에 이르기까지 매우 다양하게 나타나는 점을 고려해 일부 연구들은 기온이 특정 감염 경로에 미치는 영향에 대한 결과를 분석해 보고하고 있으며, 자료의 제약으로 단순히 기온과 감염병 발생의 상관성만을 분석했을지라도 예상되는 감염 경로에 대한 영향을 감안한 해석을 논의와 고찰에 담고 있음.

〈표 3-5〉 벡터 매개 질병의 감염 및 전파에 영향을 주는 기후 요소

질병(원인 병원체)	벡터	관련 기후 요소	기후변화의 영향
말라리아 ( <i>Plasmodium vivax</i> , <i>P. falciparum</i> )	Anopheles	기온, 강수량, 습도, 엘니뇨 영향, 해수면 온도	질병 분포, 벡터 내 병원체 발달, 벡터의 성장, 생식, 분포, 활동, 개체수, 감염 패턴과 속도; 대유행
덴기열 (Dengue virus)	Aedes	기온, 강수량	대유행, 모기 산란, 개체 수, 감염 강도
황열 (Yellow fever virus)	Aedes	기온, 강수량	대유행, 발병, 분포, 개체 수, 모기 산란, 감염 강도
웨스트나일바이러스 (West Nile virus)	Culex	기온, 강수량	감염률, 벡터 내 병원체 발달, 질병과 벡터의 분포
라임병 ( <i>Borrelia burgdorferi</i> , <i>B. garinii</i> , <i>B. afzelii</i> )	Ixodes ticks	기온, 강수량, 습도	발병 빈도, 벡터의 숙주 선택 계절성, 벡터 분포
쯔쯔가무시증 ( <i>Orientia tsutsugamushi</i> )	<del>Ixodes</del> <i>Leptotrombidium</i>	기온, 강수량	분포, 벡터의 생육과 증식

자료: Gage, K. L., Burkot, T. R., Eisen, R. J., and Hayes, E. B. (2008). Climate and vectorborne diseases, American Journal of Preventive Medicine, 35. p. 437; 박선엽, 한대권. (2012). 벡터매개 질병 (vector-borne diseases) 공간역학을 중심으로 한 보건지리학의 최근 연구. 대한지리학회지, 47(5). p. 680. Table 1 재인용.

## 가) 기온-병원체

□ 기온이 병원체에 미치는 영향과 관련한 연구들은 주로 기온 증가가 병원체의 잠복기 기간의 변화를 일으켜 감염병 발생 영향을 미칠 수 있는 점을 지적하고 있음 (Park, 2011, pp. 1-6; Kim et al., 2013, pp.184-193).

○ Park(2011, pp. 1-6)은 잠복기가 짧은 조기 1차 발병 사례의 계절적 특성을 분석해 전파 주기의 변화를 예측할 수 있다고 보고, 기후변화에 의한 기온 상승이 말라리아 유행 기간을 증가시킬 것으로 예상함.

○ Kim et al.(2013, pp.184-193)은 짧은 잠복기를 갖는 말라리아 사례가 해마다 증가하고 있는데, 8, 9월의 최소 기온과 긴 잠복 기간을 갖는 사례의 발생률은 음의 상관성( $r=-0.506$ ,  $-0.500$ )을 가짐을 보고하고, 9월 초의 환자 수 증가는 짧은 잠복 기간을 갖는 사례로 인한 조기 1차 발병이 증가하는 것과 관련이 있어 미래 기후변화 등으로 9월의 기온이 증가하면 말라리아 유행 기간도 10월 말까지 연장될 것으로 예측함.

## 나) 기온-매개체

□ 기상 자료와 감염병 발생 자료 이외 채집 등의 방식으로 수집한 매개체 자료를 통해 기온이 매개체 발생에 미치는 영향에 주목한 연구들은 다음과 같음.

- 지카바이러스, 황열, 뎅기열 등의 질병을 매개하는 흰줄숲모기(*Aedes Albopitus*) 유충의 생장이 온도 조건에 따른 변화를 확인하고자 수행된 연구에서 흰줄숲모기 유충의 생장은 21℃가 가장 적절한 온도였고, 흰줄숲모기는 생장 단계가 높을수록 높은 온도에서의 사망률이 감소해 높은 온도를 선호하는 것으로 나타나(나수미 외, 2018, p. 160) 해당 연구의 결과는 모기 방제의 적절한 시기 선정 시 유용한 참고 자료가 될 것임.
- Kwon et al.(2015, pp. 13131-13147)의 연구는 서울 영등포구 보건소에서 제공한 디지털 모기 모니터링 시스템을 사용해 채집한 12개 지역의 모기 자료를 이용하여 기상 및 서식지 조건의 차이에 따른 도시 모기 발생을 분석한 연구로, 민감도 분석을 통해 4개 범주의 모기 분포 예측 시, 평균 일별 기온, 최저 및 최대 일일 기온과 같은 기온 관련 요인이 매우 중요하게 영향을 미치는 것으로 나타남.
- 말레이사상충을 옮기는 토고숲모기(*Ochlerotatus togoi*)에 대한 연구는 전라남도, 경상남도 남부 섬 지역과 제주도 지역에서 채집한 모기 자료를 바탕으로 수행되어 유충 밀도가 6월에 가장 높고, 해당 시기의 해수면 온도는 20~27℃이며, 강한 직사광선으로 인해 해수의 온도가 높아지는 건조한 여름에는 개체수가 감소한다고 보고함(Cheun et al., 2011, p. 63).
- Lee et al.(2013, pp. 1-23)의 연구는 기후변화로 인한 제주도의 매개 모기 분포의 변화 양상을 살펴보기 위해 2010~2011년 채집한 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*), 빨간집모기(*Culex pipiens*), 중국얼룩날개모기(*Anopheles sinensis*) 자료를 활용하여 평균 기온이 모기 종의 밀도와 양의 상관성을 가짐을 밝혀내었고, 기후변화가 매개체 수명, 병원체 성장률 등에 영향을 줄 것으로 추측함.
  - 서귀포시는 제주시 지역보다 모기의 활동 시기가 4월부터 11월까지로 길어

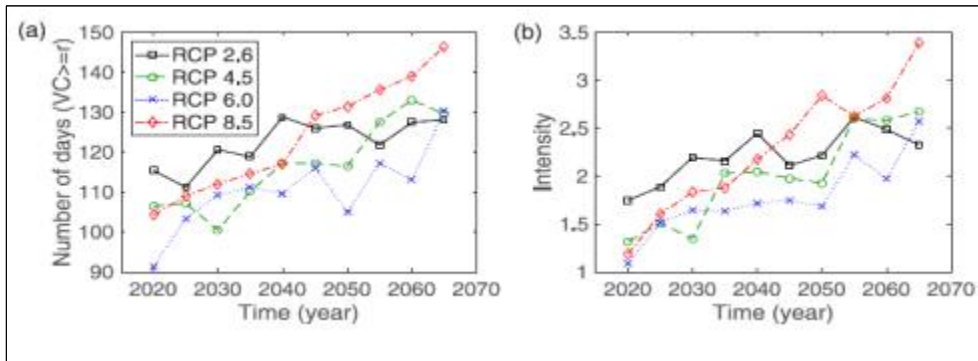
짐을 확인할 수 있었고, 흰줄숲모기 유전자의 계통 발생 분석 결과, 베트남 호찌민에서 유입된 것을 알 수 있었음(Lee et al., 2013, p. 10).

○ 다양한 RCP 시나리오에서 매개체 역량(Vector capacity, VC)과 강도(intensity)를 통해 뎅기열 발병의 잠재적 위험을 평가한 연구는 결과적으로 모든 RCP 시나리오에서 향후 50년간 감염 기간이 RCP 6.0 및 8.5에서는 30 일 이상 증가하고, 매개체 역량(VC)<sup>62)</sup>은 RCP 6.0 및 8.5에서 2배 이상 증가하는 것으로 나타남(Lee et al., 2018, p. 13).

- 이는 매개체 통제를 하지 않으면 뎅기열 발생 위험의 증가한다는 것을 의미하므로 뎅기열 발병 위험을 줄이기 위해 매개체 통제 전략을 구현해야 함을 시사함.

○ 앞서 감염병별 연구 결과에서 살펴본 2건의 일본뇌염 관련 연구(Masuoka et al., 2010, pp. 45-57; 정대현, 이육교, 신이형, 2015, pp. 117-125)도 수집된 모기 관측 자료를 활용해 기온에 따른 일본뇌염 매개 모기의 발생을 예측함.

[그림 3-7] RCP 시나리오에 따른 매개체 역량과 강도



자료: Lee, H., Kim, J. E., Lee, S., & Lee, C. H. (2018). Potential effects of climate change on dengue transmission dynamics in Korea. PLoS One, 13(6), e0199205. p. 14.

62) 매개 집단의 전염 가능성을 설명하는 양으로, 단위 시간당 감염 숙주와 매개 집단 간 발생하는 잠재적 감염성 접촉의 평균 횟수를 나타냄.



## 다) 기온-전파 경로

□ 인구의 증가 및 집중, 생산 활동의 변화, 인간의 대규모 유동 패턴 등은 기상 요인과 함께 감염병 전파 경로에 교란을 일으킴으로써 감염병 발생과 재발을 동인하는 중요한 요인이 되므로, 기상 요인과 함께 지리적 특성, 인문사회학적 요인 등을 복합적으로 고려한 연구가 확인됨.

○ Park, Kim, & Choi(2014, p. 338)는 감염병 발생 자료, 기상 자료뿐만 아니라 환경부 토지 이용 및 토지 피복 현황 자료를 활용해 논과 주거 지역까지의 거리와 말라리아 발생률은 100m 이내에서는 유의한 상관성( $r=0.77$ )을 가져 거주지와 논과 같은 매개체 서식지 사이의 공간적 관계가 말라리아 감염의 명백한 영향 요인임을 밝혔고, 아울러 말라리아 발생률은 높은 주거 지역(고도 200m)과 유의한 역관계( $r=-0.71$ )를 가지는 것으로 나타남.

- 도시화, 물리적 환경(예: 연못, 습지, 논 등)과 인구사회학적 환경(예: 야간 활동 증가)은 도시의 말라리아 발생률에 영향을 미칠 가능성이 있음을 제시함(Park, Kim, & Choi, 2014, p. 341).

○ 유사한 결과로 김주혜, 박선엽(2013, pp. 12-24) 연구에서도 논 의 면적이 많을수록 매개 모기의 산란 및 서식 환경이 증가하는 것이므로 말라리아 발생률이 증가한다고 해석하였으며, 논으로부터 주거지 거리가 멀어질수록 발생률과의 상관도가 감소함을 보고함.

○ 김상윤 외(2020, pp. 197-208) 연구는 털진드기의 생육 환경과 사람과의 접촉을 위한 환경에서 주요한 공간적 인자를 확인하는 것이 쯔쯔가무시증의 공간-지역적 발병 특성을 이해하는 데 중요한 점을 고려해 사람이 털진드기와 접촉해 쯔쯔가무시증에 감염될 위험성에 영향을 미친다고 알려진 요소인 인구밀도, 15세 이하 인구 비율, 60세 이상 비율, 농촌 인구 비율, 여성 인구 비율, 공원 부지 비율, 과수원 부지 비율, 논 부지 비율, 그리고 밭 부지 비율 등의 변수를 분석에 활용함.

- 환경 변수와 사회 변수의 쯔쯔가무시증 발병 확률 분포에 미치는 영향 정도에 대한 잭나이프 테스트(Jackknife test) 결과, 총 16개의 공간 변수 중

사회적 변수인 농가 인구 비율, 공원 면적 비율, 그리고 인구 밀도와 환경적 변수인 고도, 평균 기온, 최고 기온, 그리고 최저 기온의 7개의 변수가 상대적으로 중요한 변수로 찌꺼가무시증 발병 확률 증가에 상대적으로 높은 기여도를 갖는 요소를 확인함(김상운 외, 2020, p. 203). 이 중 농가 인구 비율, 공원 면적 비율, 인구 밀도는 사람이 거주하는 농촌과 도시에서의 찌꺼가무시증에 감염되는 전파 경로와 연관이 있음.

- 농촌의 풀밭 및 공원의 잔디는 털진드기 및 숙주가 될 수 있는 설치류와의 접촉점으로서 적합하며, 농업 종사자가 앉아서 농촌의 풀밭에서 있거나, 시민이 공원의 잔디에 앉아 있기 때문에 털진드기에 더욱 쉽게 노출되어 찌꺼가무시증 발병 위험 증가에 영향을 미칠 수 있고, 인구 밀도의 경우 사람이 털진드기의 직접적인 숙주가 될 수 있어 중요한 변수로 선정된 것으로 사료됨(김상운 외, 2020, p. 203).
  - 그러나 잭나이프 테스트(Jackknife test)의 전체적 분석 결과, 사회 변수보다 환경 변수가 상대적인 중요성이 더욱 높게 평가되었으며, 이를 통해 찌꺼가무시증의 발병에 인간의 활동보다 털진드기의 생육 환경이 더 중요한 영향을 미치는 것으로 해석함(김상운 외, 2020, p. 203).
- 김승원, 김영호(2014, pp. 41-54) 연구는 기존의 찌꺼가무시증 연구가 계절별 기후 및 식생, 그리고 인구사회적 요인을 복합적으로 고려한 공간 생태학적 연구가 없었다는 한계를 보완하기 위해 설계되었고, 적합한 모형 선정 및 적용을 통해 자연 환경 요소와 인문사회 요소가 찌꺼가무시증 발병률에 미치는 영향을 분석하고자 하였음(김승원, 김영호, 2014, p. 51).
- 찌꺼가무시증은 영농 방식에 따라 발생 빈도가 차이 나는데, 특히 작업 중 풀밭이나 땅과 접촉 빈도가 높을수록 발병률이 증가해 밭 작업에 종사하는 여성들이 찌꺼가무시증에 걸릴 확률이 남성에 비해 높은 것으로 판단되며(김승원, 김영호, 2014, p. 46), 작물의 북한계선에 따라 북부지방과 남부지방의 경작하는 작물 및 경작 방식에 차이가 나타나는데, 이와 같은 경작 방식의 차이 역시 찌꺼가무시증 발병률의 지역적 차이에 영향을 미친 것으로 보임(김승원, 김영호, 2014, p. 47).

- 지역 내 논 경작인구 비율이 높을수록 털진드기 감염률이 증가하는 것으로 나타났으며 이는 쯔쯔가무시증이 대부분 농업 종사자에게 나타나는 것과 일치함(김승원, 김영호, 2014, p. 51).
- 일반선형회귀모형의 회귀계수별 상대적 중요도를 분석한 결과, 결정계수 65.62 중 논 경작인구 비율이 약 19.27로 가장 많은 부분을 설명하고 있음을 확인함. 즉, 털진드기 개체 밀도 및 활동성에 영향을 미치는 기후 및 식생의 영향보다 인간의 농경 활동으로 인한 접촉 빈도 증가가 쯔쯔가무시증 감염에 큰 영향을 미치는 것으로 해석 가능함(김승원, 김영호, 2014, p. 51).

○ 김세형, 김영호(2017, pp. 71-85)는 한국의 말라리아의 발생 양상에서 주목해야 할 점은 시간이 흐름에 따라 환자 수뿐만 아니라 말라리아 환자의 지리적, 사회적 발생 양상 또한 변화해 왔다는 점을 강조하며, 말라리아를 전파하는 얼룩날개모기의 생태에 영향을 주는 공간적 특성을 고려하였음.

- 분석에 반영한 인문사회 변수는 소 사유 두수, 표준공시지가(지역의 주택수준 반영), 성비, 인구 밀도, 아파트 비율(주거의 질 반영), 군사분계선 거리(우리나라 말라리아가 북한에서 유래된 역학적 특성 반영)이며, 자연환경 변수는 평균 기온 등 기후 요소와 토지 이용(논 비율, 습지 비율, 담수 비율)으로 구성함(김세형, 김영호, 2017, p. 76).
- 지역 내 소 두수가 많고 표준공시지가가 낮은 경향은 서울과 같은 대도시로부터 먼 지역에서 나타나는 특징으로 2001년도에 주로 말라리아 환자가 발생한 경기도, 강원도의 북쪽 휴전선 인근 지역은 상대적으로 비도시적 성격이 강했음.
- 휴전선 인근 지역은 다른 지역에 비해 남성 인구 비율이 높은 편이기 때문에 이 지역에서의 높은 말라리아 발생률은 남성 인구 비율과 유의한 양의 관계를 보였음.
- 아파트 비율이 높은 경기 북서부를 중심으로 말라리아 분포가 집중되고, 확대되고 있는데, 아파트 비율이 말라리아 발생과 유의한 양의 관계를 보였다는 것은 이러한 현상을 반영하는 결과임.

- 지역의 논 비율이 말라리아 발생에 유의한 영향을 미치는 것으로 확인되었는데, 이는 추후 말라리아의 발생 패턴을 예측하는 데도 주요한 요인이 될 것으로 예상됨.
- 이렇듯 인문·사회 요인은 말라리아 발생에 영향을 미치지만 말라리아가 발생하는 지역의 인문·사회적 특성은 변화해 왔으며, 특히 2001년과 2014년 말라리아 발생을 비교해 살펴본 결과 말라리아 발생 지역의 도시화가 주된 변화임을 확인할 수 있었음(김세형, 김영호, 2017, p. 80).
- 2001년에는 전체 환자 발생 중 동 단위 거주자가 약 43%, 면 단위 거주자가 약 34%였지만, 2014년에는 전체 환자 발생 중에서는 동 단위 거주자가 약 70%, 면 단위 거주자가 약 19%를 차지함.

○ Joshi, Kim, & Cheong(2017, p. 7) 연구에서는 신증후군출혈열 환자의 38%가 농업 및 어업 종사자로 나타나 다른 직업에 비해 해당 직업이 감염원을 전파하는 설치류의 분변에 노출될 확률이 높아 질환 발생 위험이 높을 것으로 추론함.

□ 박선엽, 한대권(2012, p. 691)은 지리정보시스템(Geographic Information System, GIS)를 통해 인문 및 자연환경 요인들을 다면적으로 분석해 개인의 건강 관련 지표들과의 상관성을 기술하고 분석하는 공간역학(spatial epidemiology)이 벡터 매개 질병의 복합적인 병인을 밝혀내는 데에 향후 보완적이면서 새로운 접근 방식이 될 것으로 전망함.

〈표 3-6〉 국내 곤충·동물 매개 감염병 연구 목록

저자 (연도)	대상 지역	대상 감염병	자료원 및 데이터 기간	주요 결과	구분
김상윤 외 (2020)	전국	쯔쯔가무시증	행정 구역별 쯔쯔가무시증 발병 횟수의 확정 자료, 기상청에서의 환경 정보 (2001~2018 년) RCP 6.0 시나리오에 따른 2040년 기상 자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공간적·시간적 기후변화 시나리오를 이 용한 2040년의 쯔쯔가무시증 발병 특성 예측 결과, 최대 발병률 8% 증가, 발병률 높은 지역이 9% 확대, 주된 발병 기간이 2개월 증가하는 것으로 나타남.</li> <li>- 공간 특성 중 환경 변수인 고도 및 기온 이 주요한 변수로 분석되었으며, 이는 쯔 쯔가무시증의 매개체인 털진드기의 생육 환경과 관련이 있는 것으로 나타남.</li> <li>- 여름철 기온, 강수량, 습도가 털진드기의 활동과 관련이 있으며 가을철의 쯔쯔가무 시증 발병 횟수에 영향을 미치는 것으로 확인됨.</li> </ul>	기온-감염병 기온전파 경로
Lee & Farlow (2019)	대한민 국, 일본	뎡기열	질병관리청 감염병 감시 포털 자료, PSD(Physical Sciences Laboratory) 의 GHCN Gridded V2 data, Nighttime Lights Time Series. The Global Land One-kilomet er Base Elevation (GLOBE) Digital Elevation Model (2017년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 일반적으로 뎡기열 발병 위험 수준(CRF Index)은 한국이 일본에 비해 낮지만, 다 음 지역은 고위험군으로 확인됨. * CRF 지표(Index)는 3개의 기후 데이터셋(기 온, 강수량, 습도)과 2개의 비기후 데이터셋 (인구 밀도, 지형 고도)으로 구성됨.</li> <li>- 부산(동래, 연제, 부산진, 수영, 해운대), 울 산 서부, 군산, 문산 남부, 제주 북부 지역</li> <li>- 부산과 제주는 국내의 인기 관광지로 뎡 기열 발병 국가로부터의 유입이 영향을 미칠 수 있음.</li> </ul>	기온-감염병 기온전파 경로
Lee et al. (2018)	제주	뎡기열	질병관리청 연간 보고 자료(2001~20 16년) 및 주간 보고 자료 (2012~2016 년) 기상청 RCP 시나리오, 국가통계포털 자료, 선행 연구 자료 등	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 모든 RCP 시나리오에서 기온과 누적 감 염 모기 수는 양의 상관관계를 가짐.</li> <li>- 또한 모든 RCP 시나리오에서 향후 50년 간 감염 기간이 증가(RCP 6.0 및 8.5에 서는 30일 이상)하고, 매개체 역량(VC: Vectorial capacity)이 증가(RCP 6.0 및 8.5에서는 2배 이상)하는 것으로 나타 남.</li> <li>- 제주도를 대상으로 여행객 제한 전략과 모기 살충 전략으로 인한 감염 환자 수 및 감염 모기 개체 수 감소의 효과를 분 석한 결과, 두 효과의 혼합 전략이 누적 감염 수 감소에 가장 효과가 높았음.</li> <li>- RCP 시나리오를 활용해 향후 뎡기열 전 파 역학을 예측한 연구임.</li> </ul>	기온-감염병 기온-매개체 기온전파 경로

저자 (연도)	대상 지역	대상 감염병	자료원 및 데이터 기간	주요 결과	구분
나수미 외 (2018)	서울여 자대학 교의 빗물하 수구(서 울시 노원구)	흰줄숲 모기 매개 질환	2017년 7월 12일에 채집한 흰줄숲모기 장구별레 120개체	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 흰줄숲모기(<i>Aedes Albopictus</i>) 유충의 생장은 21℃가 가장 적절한 온도이며, 온도에 따른 생장 단계별 최저 사망률, 평균 수중 생존 기간은 4령(28℃)에서 각각 20.37%로 가장 높고, 11.67일로 가장 짧았음.</li> <li>- 흰줄숲모기는 생장 단계가 높을수록 높은 온도에서의 사망률이 감소하므로 높은 온도를 선호하는 것으로 나타남.</li> </ul>	기온-매개체
이영곤 최규현 곽재원 (2018)	털진드 기 서식지 역	쯔쯔가 무시증	질병관리청 감염병 자료, 기상청 유인기상대 (ASOS)의 자료 (2001~2015 년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기온은 쯔쯔가무시증의 발병과 가장 큰 상관성을 보임.</li> <li>- 평균 기온은 쯔쯔가무시증의 발병과 1개월 시차에서, 최저 기온은 6개월 시차, 최고 기온은 1개월 시차에서 가장 큰 양의 상관성을 보임.</li> <li>- 곤충의 활동성이 기온에 영향을 받는 것으로 보임.</li> </ul>	기온-감염병 기온-매개체
김세형 김영호 (2017)	서울, 인천, 경기, 강원	말라리아	질병관리청 감염병 감시 자료, 기상청 기상 자료 (2001~2014 년), 환경부 제공 토지피복지도 (2001~2013년 )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2001년과 2014년 말라리아 발생 수의 평균 중심점은 점차 남서쪽으로 이동하는 경향을 보임.</li> <li>- 소수(+), 표준공시지가(-), 성비(-), 아파트 비율(+), 군사분계선 거리(-), 기온(+ 또는 -), 논 비율(+)이 말라리아 발생 수에 영향을 미치는 유의한 변수로 확인됨.</li> <li>- 2001년과 2013년의 기후 요소와의 상관성이 일관적이지 않아 한국 말라리아의 발생 양상에서 기후 요소 자체의 영향보다는 북한으로부터의 영향, 방제, 인문사회 특성과 같은 역학적 요소의 영향력이 크다는 점을 암시함.</li> </ul>	기온-감염병 기온-전파 경로
Lee et al. (2017)	전국	말라리아	질병관리청 말라리아 감시 자료, 군 의무부 및 복지부 제공 환자 자료, 모기 채집 (2013~2014 년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2014년 말라리아 발생 건수(민간인, 군인 모두 포함)는 558건으로 2013년 건수(385건)에 비해 44.9% 증가한 양상임.</li> <li>- 중국얼룩날개모기(<i>Anopheles sinensis</i>)과 수는 2013년(6,191개)에 비해 2014년(6,879개)에 증가함.</li> <li>- 연평균 기온이 2013년 12.9℃에서 2014 13.1℃로 증가하고, 강수량 또한 건조한 차이로 증가한 것을 비추어 볼 때, 2014년 말라리아 건수 증가는 매개체의 증가와 기온 및 강수량 증가의 영향으로 추론할 수 있음.</li> </ul>	기온-감염병

저자 (연도)	대상 지역	대상 감염병	자료원 및 데이터 기간	주요 결과	구분
Joshi, Kim, Cheong (2017)	전국	신증후 군출혈 열	질병관리청 감염병 감시 현황 자료 (2001~2009 년), 기상청 기상 자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 주간 평균 최소 기온 상승(1℃)은 11주 후 신증후군출혈열 발생의 증가(17.8%)와 관련 있음.</li> <li>- 주간 평균 일조량 증가(1시간)는 0주 후 신증후군출혈열 발생의 증가(27.5%)와 관련 있음. 태양복사(solar radiation) 증가(1mj/m<sup>2</sup>)는 0주 후 신증후군출혈열 발생의 감소(16.4%)와 관련 있음.</li> <li>- 기온과 일조량의 증가는 사람과 쥐의 행동 변화에 영향을 미칠 것으로 보며, 열과 자외선은 의해 바이러스 비활성화에 영향을 줄 것으로 사료됨.</li> <li>- 또한, HFRS 환자의 38%가 농업 및 어업 종사자로 나타나 다른 직업에 비해 해당 직업이 감염원을 전파하는 설치류의 분변에 더 많이 노출될 것으로 추론해 볼 수 있음.</li> </ul>	기온-감염병 기온전파 경로
Hwang et al. (2016)	DMZ 지역 (파주, 춘천)	말라리아	질병관리청 감염병 감시 자료 및 국군의무사령 부(2006~201 1년) 제공 유병 자료, 기상청 자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기온(월평균, 최고 및 최저 기온), 강수량, 습도 및 풍속은 특정 지역에 있는 파주 지역 북부 군인의 말라리아 발병률에 영향을 줌.</li> <li>- 기후 요인이 모기 서식 환경 변화에 영향을 미쳤을 것으로 추론됨.</li> </ul>	기온-감염병
강공언 마창진 오경재 (2016)	전북 7개 지역	쯔쯔가 무시증	질병관리청 웹통계시스템 의 쯔쯔가무시증 발생 자료, 국가기후데이 터센터 제공 기상 자료 (2001~2015 년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 쯔쯔가무시증 연평균 발생 수는 기온, 일 최고 기온, 일 최저 기온과 모두 양의 상관성을 나타내었고, 시계열적 측면에서 볼 때 전반적으로 늦봄과 여름에 높은 관련성을 보임.</li> <li>- 전북 지역에서의 연평균 쯔쯔가무시증의 발생 정도가 늦봄과 여름의 기온 관련 기후 요소와 밀접한 관련이 있는 것을 의미함.</li> <li>- 전북 지역의 연중 5월, 6월의 월평균 기온이 1℃ 상승하면 연평균 쯔쯔가무시증 환자 수가 약 35명씩 증가하는 것으로 예측됨.</li> </ul>	기온-감염병
Kwon et al. (2015)	영등포 구	모기 매개 감염병	서울 영등포구 보건소에서 제공한 모기 데이터 (2011년 5월~2012년 10월), 환경부 토지 이용 자료, 기상청 기상 자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기상 및 서식지 조건의 차이에 따른 도시 모기 발생을 분석함.</li> <li>- 모델의 민감도 분석을 통해 4개 범주(A: &lt;25%, B: 25%~50%, C: 50%~75%, D: &gt;75%)의 모기 분포를 예측할 때 평균 일별 기온, 최저 및 최대 일일 기온 같은 온도 관련 요인이 매우 중요하게 나타남.</li> </ul>	기온-매개체

저자 (연도)	대상 지역	대상 감염병	자료원 및 데이터 기간	주요 결과	구분
Jang et al. (2015)	전국	법정 감염병 전체	보건복지부와 질병관리청 운영 질병웹통계시 스템(Diseases Web Statistics System)의 감염병 발병 현황 자료 (2013년), 기상청 기상 자료, 환경부 통계 포털 자료 등	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기온과 말라리아는 가장 강한 양의 상관성(<math>r=0.949</math>)을 보임.</li> <li>- 기온과 중증열성혈소판과(<math>r=0.797</math>), 뎅기열(<math>r=0.690</math>)도 유의한 양의 상관성을 보임.</li> </ul>	기온-감염병
정대현 이육교 신이현 (2015)	전국 10개 지역	일본 뇌염	질병관리청 제공 작은빨간집모 기 관측 자료, 기상청 제공 기상 자료 (1981~2011 년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1981년 이후 작은빨간집모기 첫 출현 시점이 앞당겨지는 경향을 보였고, 기후 온난화로 인한 기온 상승이 원인일 가능성이 있음.</li> <li>- Loess 방법으로 추정한 결과 일정 기온 수준(<math>32^{\circ}\text{C}</math>)까지 작은빨간집모기 개체 수가 증가하며, 그 이상의 온도에서는 감소함.</li> <li>- 이는 <math>32^{\circ}\text{C}</math> 이상의 고온에서 유충의 활동성 감소에 기인한 것으로 해석됨.</li> </ul>	기온-매개체
Kwak et al. (2014)	전국	말라리아	질병관리청 월간 말라리아 발생 현황(2001~20 08년) 및 기상청 자료 (2001~2011 년 기상 자료 및 RCP 시나리오)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 평균 기온과 말라리아의 상관성은 6, 12개월 시차에서 강하게 나타남.</li> <li>- 기온과 말라리아는 양의 상관성(<math>r=0.52</math>)으로 나타남.</li> <li>- 기후변화에 따른 미래 말라리아 발병 예측 결과, 말라리아 발생 주기가 짧아지고 여름 장마 시기 이전에 말라리아 발생이 증가하는 것으로 나타남.</li> </ul>	기온-감염병
Linthicum et al. (2014)	전국	말라리아	기상 자료I (NCEP/NCAR) (1979~2010 년), 기상 자료II (OLR) (1950~2020 년) 질병청 및 U.S. Office of force health protection 말라리아 발생 자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1979~2011년의 말라리아 발생, 기온의 변화를 살펴본 결과, 기온의 증가는 말라리아 발생을 증가시킬 가능성이 있음.</li> <li>- 다만, 매개체와 인간 숙주 간의 감염 주기, 생태학적 서식지 등 복합적 요인의 고려가 필요하며, 일관성 있는 장기 데이터 부족으로 인해 확정적 결과로 보기엔 한계가 있음.</li> </ul>	기온-감염병



저자 (연도)	대상 지역	대상 감염병	자료원 및 데이터 기간	주요 결과	구분
Yoon et al. (2014)	전국	말라리아, 뎡기열, 쯔쯔가 무시증	통계청 사망원인통계, 국민건강보험 공단 청구 자료(2005~20 08년), 기상청 기후 자료 2008년	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기후변화 관련 위험 요인(혹서, 기온, 오존 밀도, 재난)으로 인한 질병의 총부담(2008년 기준)은 6.85 DALY/인구 1000명이었음.</li> <li>- 이 중 말라리아의 질병 부담은 0.01 DALY/인구 1000명, 뎡기열로 인한 질병 부담은 0 DALY/인구 1000명, 쯔쯔가무시증의 질병 부담은 0.05 DALY/인구 1000명을 차지함.</li> <li>- 기온 변화는 감염질환의 병원체와 매개체에 영향을 미쳐 감염 기간, 분포, 질병 부담에 영향을 주기 때문에 기후변화의 진전을 막기 위해 화석 연료 사용 지양과 같은 행동적 변화가 요구됨.</li> </ul>	기온-감염병
김승원 김영호 (2014)	전국 (9개 지역 제외)	쯔쯔가 무시증	질병관리청 웹통계시스템 의 쯔쯔가무시증 발생 자료, 기상청 기후 자료 (2001~2010 년), 국가통계포털( KOSIS) 인문·사회 데이터	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 쯔쯔가무시증 발병 요인 분석 결과 가을 기온(+), 가을 강수량(-), 가을 습도(+), 가을 정규생식지수(NDVI)(+), 논 경작 인구비율(+)이 유의미한 변수로 나타남.</li> <li>- 일반선형회귀모형의 상대적 중요도 분석 결과 논 경작 인구 비율(결정계수 65.62 중 약 19.27)이 결정계수 중 가장 큰 비중을 차지해 털진드기 개체 밀도 및 활동성에 영향을 미치는 기후 및 식생의 영향보다 인간의 농경 활동으로 인한 접촉 빈도 증가가 감염에 큰 영향을 미치는 것으로 해석 가능함.</li> </ul>	기온-매개체 기온-전파 경로
Park, Kim, & Choi (2014)	DMZ 인근 10개 시·군 지역	말라리아	질병관리청 감염병 발생 자료, 기상청 자료 (2001~2010 년) 환경부 토지 이용 및 토지 피복 현황 자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기온은 말라리아 발생률과 유의한 상관관계가 없음.</li> <li>- 논과 주거지역까지의 거리와 발생률은 100m 이내에서는 강한 상관성(<math>r=0.77</math>)을 가지나, 100m 이상에서는 상관성의 강도가 급격히 감소함.</li> <li>- 주거지역의 고도(200m 이상)는 발생률과 역관계(<math>r=-0.71</math>)임. 단, 고도는 기온, 습도와 밀접한 관련이 있으므로 말라리아 감염에 중요한 단일 요인인지 여부를 결정하기는 어려움. 일반적으로 논에 가까운 저지대 주거 지역에 비해 고지대의 주거 지역에서 말라리아 감염이 감소 할 수 있음을 간접적으로 나타냄.</li> </ul>	기온-감염병 기온-전파 경로

저자 (연도)	대상 지역	대상 감염병	자료원 및 데이터 기간	주요 결과	구분
신호성 이수형 (2014)	전국	말라리아, 쯔쯔가 무시증	국민건강보험 공단 청구 자료, 기상청 기상 자료(2010년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 건강 영향별 기후변화 취약성 평가 결과, 매개체 감염병은 남부 지방을 중심으로, 특히 전라도, 경상남도, 충청도 해안가를 중심으로 취약했음.</li> <li>- 매개체 감염병 취약성과 가장 관련성이 높은 하위 지표는 매개체 질환 분포이며 그다음으로 취약계층, 환경 요소, 기상 요소, 사회 여건 순으로 나타남. 그러나 보건의로 체계는 높은 순위의 시군구에서 오히려 높은 매개체 감염병의 취약성을 나타냄.</li> </ul>	기온-감염병
채수미 김동진 윤석준 신호성 (2014)	전국	말라리아	국민건강보험 공단 청구 자료, 기상청의 시군구 단위 일별 기상 자료 (2003~2010 년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 15개 시도에서 기온 상승에 따라 말라리아 발생 위험이 증가하는 것으로 나타남.</li> <li>- 서울, 경기, 인천, 강원에서 기온 1℃ 상승 시 말라리아 발생 위험이 10.8%, 12.7%, 14.2%, 20.8% 증가함.</li> <li>- 지역별로 역치기온은 다양하게 나타났으나, 대체로 낮은 기온에서 위험이 시작되는 것으로 나타남.</li> <li>- 기상요인 외 모기와 가축 자료를 포함하면 모형 적합도는 좋아졌고, 기온으로 인한 말라리아의 위험은 감소함.</li> </ul>	기온-감염병
Kim et al. (2013)	22개의 말라리아 위험 지역	말라리아	질병관리청 국가법정감염 병감시시스템 자료, 기상청 기상 자료 (2001~2010 년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 짧은 잠복기를 갖는 사례가 해마다 증가하고 있음.</li> <li>- 8, 9월의 (최소) 기온과 긴 잠복 기간을 갖는 사례의 발생률은 음의 상관성 (<math>r=-0.506</math>, <math>-0.500</math>)을 가짐.</li> <li>- 9월 초의 환자 수 증가는 짧은 잠복 기간을 갖는 사례로 인한 초기 1차 발병이 증가하는 것과 관련이 있어 미래 기후변화 등으로 9월의 기온이 증가하면 말라리아 유행 기간도 연장될 것으로 예상됨.</li> <li>- 이 경우 8월 말부터 9월 초까지 발생하는 감염은 잠복기가 짧아지고 10월 말까지 증상이 시작될 것으로 예상됨.</li> </ul>	기온-병원체
Lee et al. (2013)	제주	모기 매개 감염병	모기 채집 (2010~2011 년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (평균) 기온은 흰줄숲모기(<i>Aedes albopictus</i>), 빨간집모기(<i>Culex pipiens</i>), 중국열록날개모기(<i>Anopheles sinensis</i>) 종의 밀도와 양의 상관성을 가짐. 기후변화가 매개체 수명, 병원체 성장률 등을 증가시킬 것으로 사료됨.</li> <li>- 서귀포시는 제주도 지역보다 모기의 활동 시기가 길어져 4월~11월로 나타남.</li> <li>- 흰줄숲모기 유전자의 계통 발생 분석 결과, 베트남 호찌민에서 유입된 것을 알 수 있었음.</li> </ul>	기온-매개체 기온전파 경로

저자 (연도)	대상 지역	대상 감염병	자료원 및 데이터 기간	주요 결과	구분
곽재원 이종소 한희찬 김형수 (2013)	서울 및 경기 지역	말라리아	질병관리청 법정전염병 발병 자료, 기상대 측정 자료 (2001~2011 년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 말라리아와 평균 기온의 경우 12개월(<math>f=0.083</math>), 6개월(<math>f=0.167</math>)에서 높은 간섭성(상관도)을 보였음.</li> <li>- 자료 간 다중공선성을 고려한 주성분 회귀분석을 회귀모형을 구축하였고, 구축된 회귀 모형이 말라리아 발생 자료에 대해 설명력이 있는 것으로 검증함</li> </ul>	기온-감염병
김주혜 박선엽 (2013)	휴전선 인근 말라리아 발생이 높은 19개의 시군구 지역	말라리아	질병관리청 웹통계서비스 통해 수집된 말라리아 발생 자료, 기후 자료 (2001~2010 년 6~9월), 환경부 제공 토지피복도 자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지역별 기후 조건과 말라리아 발생률에 대한 회귀분석 결과, 강화군(<math>R^2=0.414</math>)을 제외하고 기후 조건의 변화가 실질적 발생률 변화에 의미 있는 영향을 미치지 못하는 것으로 나타남.</li> <li>- 논(매개 모기의 산란 및 서식환경)의 면적이 많을수록 발생률 증가</li> <li>- 논으로부터의 주거지 거리가 멀어질수록 발생률과의 상관도가 감소함.</li> <li>- 이는 주거지 면적이 넓을수록, 주거지 인구밀도가 높을수록 발병률이 낮게 나타나는 결과와 부합됨.</li> </ul>	기온-감염병 기온전파 경로
Kim, Park, & Cheong (2012)	서울, 인천, 경기	말라리아	질병관리청 말라리아 감시 자료, 기상청 기상 자료 (2001~2009 년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기온이 <math>1^{\circ}\text{C}</math> 상승하면 3주 후 말라리아 발생이 17.7% 증가했으며, 일교차가 <math>1^{\circ}\text{C}</math> 증가하면 7주 후 말라리아 발생이 24.1% 감소함.</li> <li>- 주당 10시간 일조 증가는 2주 후 말라리아 발생의 5.1% 감소와 관련 있음.</li> </ul>	기온-감염병
박선엽 (2012)		말라리아	문헌 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 말라리아 매개 모기의 서식환경에 직접적인 영향을 주는 기후환경적인 인자, 즉 기온, 강수, 지표수 분포, 토양 수분, 토지 이용에 대한 광범위한 관측과 추정에 원격탐사 자료의 적용이 매우 중요한 수단이 되었음.</li> <li>- 말라리아를 비롯한 모기 매개 감염병 연구에 원격탐사 기법의 적용이 크게 각광받을 것으로 전망함.</li> </ul>	기온-매개체
박선엽 한대권 (2012)		벡터 매개 질병	문헌 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기온은 가장 대표적인 환경 요인인데, 벡터 종에 따라 생존율에 긍정적 또는 부정적 영향을 줌. 일부 벡터의 경우, 온난화의 영향으로 높은 고도와 위도에서 생존율이 과거보다 증가하는 추세. 기온의 변화는 벡터의 개체 수를 변화시킬 뿐만 아니라 숙주와의 접촉 빈도와 흡혈률에도 직접적인 영향을 줌.</li> </ul>	기온-매개체 기온전파 경로

저자 (연도)	대상 지역	대상 감염병	자료원 및 데이터 기간	주요 결과	구분
유성진 이우균 오수현 변정연 (2012)	전국	말라리아, 쯔쯔가 무시증	질병관리청 감염병 발생 자료(2005~20 10년) 기상청 자료(1971~20 08년), 통계청, 환경부 자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미래의 말라리아에 의한 건강 취약성 평가 결과, 기온 상승(평균 1.4℃)으로 취약성이 높은 지역이 기존 지역에서 주변으로 확대되는 경향을 보였으며, 이는 기온의 상승으로 인해 모기의 서식처가 증가하기 때문으로 추측됨.</li> <li>- 미래의 쯔쯔가무시증에 의한 건강 취약성 평가 결과, 취약지역이 남부 지방에서 중부 지방으로 그리고 해안 지방에서 내륙 지방으로 확대되는 것을 볼 수 있었으며, 이는 기온의 상승으로 진드기의 생육 범위가 중부 지방으로 확대되기 때문임.</li> </ul>	기온-감염병
Cheun et al. (2011)	전라/경상남도 남도 섬 지역, 제주도	말레이 사상충 (기생충질환)	모기 채집 (2002~2005년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 토고숲모기(<i>Ochlerotatus togoi</i>) 유충 밀도는 6월에 가장 높고, 해당 시기에는 평균 강수량이 195~210mm, 해수면 온도는 20~27℃ 임.</li> <li>- 강한 직사광선으로 인해 해수의 온도가 높아지는 건조한 여름에는 개체 수가 감소된다고 보고됨.</li> </ul>	기온-매개체
Park (2011)		말라리아	문헌 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 잠복기가 짧은 조기 1차 발병 사례의 계절적 특성을 분석해 전파 주기의 변화를 예측할 수 있음.</li> <li>- 기후변화에 의한 기온 상승이 유행 기간을 증가시킴.</li> </ul>	기온-병원체 기온-매개체
신호성 (2011)	전국	말라리아	건강보험심사 완결 원시 자료 중 말라리아 질환 자료(16,898건) 기상청 자료, (2005~2007년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 일정 기온(20.2℃) 수준이 1도 상승하면 주간 시군구 단위 환자 수가 0.212명 증가할 것으로 예측되었으며(이는 시군구 지역 단위당 11.7%의 증가를 의미함), 31.2℃를 넘어서면 기온이 상승하더라도 환자 수는 감소할 것으로 전망함.</li> <li>- 겨울철 온도에서 말라리아 발생자 수가 일정한 값을 보이는 것은 외부 겨울철 온도보다는 해외 유입이나 잠복기에 의한 영향으로 보는 것이 타당할 것으로 예측됨.</li> </ul>	기온-감염병
이해춘 (2011)		곤충 매개 감염병	문헌 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기후변화(폭염, 홍수, 폭풍 등)와 곤충 매개 감염병 관련된 선행연구 고찰</li> <li>- 기후변화 질병의 국내외 경제적 피해, 기후변화 질병의 적응 대책 등 소개</li> <li>- 기후변화의 건강 영향에 대한 적응은 질병과 보건관리적 측면에서만 접근하기보다는 기술 개발은 물론 경제사회적인 관점에서 보다 포괄적으로 접근하는 것이 바람직함.</li> </ul>	기온-감염병 기온-매개체

저자 (연도)	대상 지역	대상 감염병	자료원 및 데이터 기간	주요 결과	구분
Masuo ka et al. (2010)	전국	일본뇌 염	2009년 여름 농업 환경의 7개 위치에서 수집된 작은빨간집모 기( <i>Cx.</i> <i>tritaeniorhyn</i> <i>chus</i> ) 데이터, WorldClim (ver.1.4) 기상 자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고도, 토지 피복, 여름 최저 온도, 가을 및 겨울 최대 온도, 여름 NDVI(정규식생 지수)는 모기 예측 모델링에 중요하게 기여하는 것으로 나타남.</li> <li>- 모기 확률지도에 2001~2009년 일본뇌염 사례를 오버레이 한 결과, JE 위험이 높은 지역에 대한 유용한 예측 자료가 됨을 보여 줌.</li> </ul>	기온-매개체
김시현, 장재연 (2010)	전국	쯔쯔가 무시증 , 신증후 군출혈 열, 말라리아	질병관리청의 법정전염병 개인 발병 자료 (2001~2008 년), 기상청 기상 자료, 통계청 주민등록인구 자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 말라리아 환자 발생 건수는 평균 기온(<math>r=0.881</math>), 최대 기온(<math>r=0.846</math>), 최소 기온(<math>r=0.912</math>)과 높은 양의 상관관계를 보임.</li> <li>- 쯔쯔가무시증, 신증후군출혈열은 상관성을 보이지 않음.</li> <li>- 연도별 환자 발생률과 선행 또는 다발생 기간의 월평균 기상 요인의 상관관계 분석 결과, 쯔쯔가무시증(10~11월 발생) 환자 발생률은 8월 기온(<math>r=0.721</math>)과 양의 상관관계가 있음.</li> <li>- 말라리아 발생률은 월별 기상 요인들과 유의한 상관성을 보이지 않음.</li> </ul>	기온-감염병

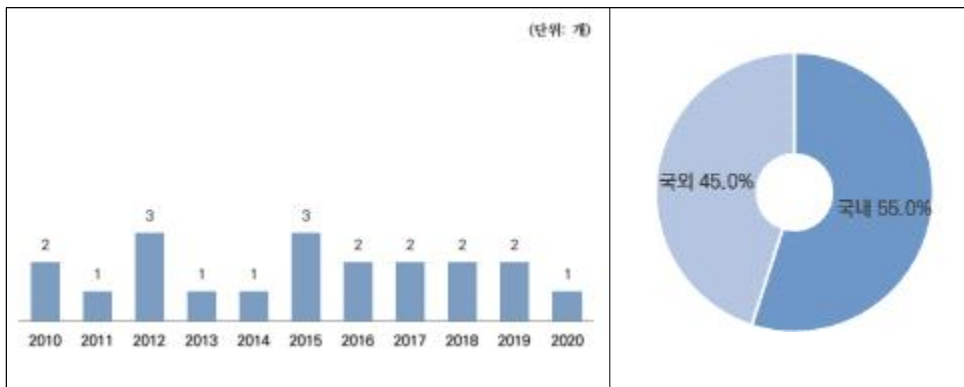
자료: 연구진이 작성함.

### 3. 국내 수인성·식품 매개 감염병 발생 연구

#### 가. 연구 현황

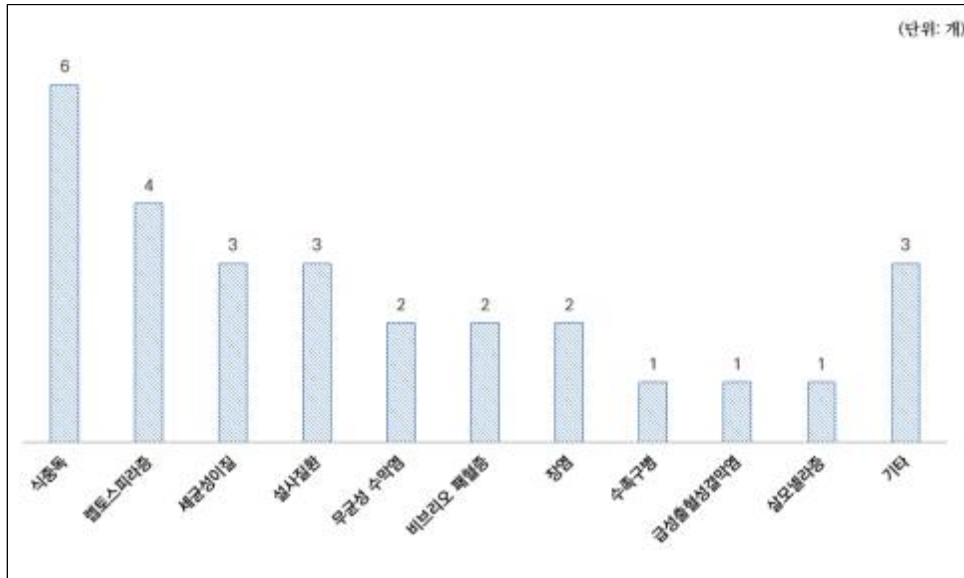
- 국내 수인성·식품 매개 감염병 발생 연구의 연도별 추이는 2010년부터 매년 1~3건의 연구가 꾸준히 발표되고 있으며, 해당 연구 발행 지역의 비율은 국내 55.0%로 국외 45.0%보다 다소 높았음.
- 연구 대상 감염병별로 살펴보면 식중독 연구가 6건으로 가장 높았고, 다음으로 렙토스피라증(4건), 세균성이질(3건), 설사질환(3건), 무균성 수막염(2건), 비브리오패혈증(2건), 장염(2건) 순이었음.
- 기타 3건에는 비브리오종, 식품 매개 질병 등 특정 감염 질환으로 분류하기 모호한 연구들을 포함함.

[그림 3-8] 국내 수인성·식품 매개 감염병 발생 연구 연도별 발표 건수 및 국내외 분포



자료: 연구진이 작성함.

[그림 3-9] 국내 수인성·식품 매개 감염병 종류별 연구 분포



자료: 연구진이 작성함.

## 나. 주요 연구 결과

### 1) 감염병별 연구 결과

□ 기온과 식중독의 관계를 다룬 논문을 고찰한 결과, 세균성 원인균에 의한 식중독과 바이러스성 원인균에 의한 식중독은 온도에 반대의 영향을 받는 것으로 나타났다.

○ 같은 요인에 의해 영향을 받더라도 세균성 원인균에 의한 식중독 발병률은 정(+)의 영향을, 바이러스성 원인균에 의한 식중독 발병률은 부(-)의 영향을 받는 것으로 나타났으며, 이는 원인균의 특성 때문인 것으로 판단됨(박지애, 김장묵, 이호성, 이해진, 2016, p.323).

○ 김종규(2020, p.355)는 평균 기온( $r=0.584$ ), 최고 및 최저 기온( $r=0.577$ ,  $0.589$ )은 월간 병원성 대장균 식중독 발생 건수와 유의한 상관관계를 보였음( $p<0.001$ ).

- Jang et al.(2015, p. 208)의 연구에서는 식중독의 일종인 장출혈성대장균감염증이 온도와 유의한 양(+)의 상관관계( $r=0.696$ )가 있었음.
- 김종규, 김중순(2019, p.628)에 따르면 평균 기온, 최고 기온, 최저 기온은 모두 월간 노로 바이러스 식중독 발생 건수와 유의한 음의 상관관계를 보였음( $p<0.05$ ). 이 중 최저 기온( $r=-0.398$ )과 평균 기온( $r=-0.396$ )이 더 높은 상관계수를 보였음.
- 세균성이질은 온도 상승과 관련이 있다는 연구와 없다는 연구가 혼재하였음.
  - Song et al.(2018, p. 4)에 따르면 계절성을 보정한 후 세균성이질의 발생률은  $1^{\circ}\text{C}$ 의 온도 상승과 2주 지연으로 13.6% 증가할 것으로 예상되었고, 이해춘 (2011, p. 49) 연구에서도 우리나라의 경우, 기온 상승에 따라 세균성이질 발병 가능성이 클 것으로 예상하였음.
  - 그러나 Jang et al.(2015, p. 206)의 연구에 따르면, 세균성이질은 온도와 유의한 상관이 없었음.
- 무균성 수막염과 기후변화의 영향을 다룬 국내 연구는 두 편으로 모두 온도 상승에 따라 무균성 수막염이 증가하는 경향을 보였음.
  - Joshi, Kim, Kim, & Cheong(2018, p. 9)에서 일반화선형모형 분석 결과, 평균 온도  $1^{\circ}\text{C}$  상승이 같은 달 무균성 수막염 9.83%(95% CI: 9.26-10.41%) 증가와 관련이 있었음. 또한 메타 분석 결과, 평균 온도  $1^{\circ}\text{C}$  증가 시 무균성 수막염 변경 위험 비율의 통합 효과는 9.06%(95% CI, 8.50-9.63%)였음.
  - Joshi, Kim, Kim, Kim & Cheong(2016, p. 1)은 우리나라 6개 광역시(서울, 인천, 대전, 광주, 대구, 부산)를 대상으로 연구한 결과, 평균 온도  $1^{\circ}\text{C}$  증가는 0주 지연으로 무균성 수막염의 11.4%(95% 신뢰구간: 9.6%-13.3%) 증가와 관련이 있었음.
- 렙토스피라증은 온도와 관련이 있다는 연구도 있었으나 관련이 없다는 연구 결과가 더 많았음.



- Joshi, Kim, & Cheong(2017, p. 1)에 따르면 11주 후 최저 온도( $1^{\circ}\text{C}$ )의 증가는 렘토스피라증 22.7%[95% CI: 16.5, 29.3%] 증가와 관련이 있음.
- 이해춘(2011, p. 49)은 우리나라 기온상승에 따라 렘토스피라 발병 가능성이 크다고 예측하였으나 이에 대한 근거를 명확히 제시하지는 않았음.
- Jang et al.(2015, p.206)에서 렘토스피라증은 온도와 유의한 상관이 없음.
- 김시현, 장재연(2010, p. 440) 연구에서도 렘토스피라증 월별 사례 수와 평균 기온, 최고기온, 최저기온을 포함한 모든 기상 요인 간에는 유의한 상관관계가 없었음.
- 비브리오 패혈증은 온도와 상관이 있다는 연구 결과와 없다는 연구 결과 모두 확인되었음.
- Jang et al.(2015, p. 206)에서 비브리오 패혈증은 온도와 유의한 상관이 없었으나, 김시현, 장재연(2010, p.440)에서는 비브리오 패혈증에 대한 월별 사례 수와 모든 기상 요인 간에는 유의한 양(+)의 상관관계(평균 기온  $r=0.697$ , 최고기온  $r=-.673$ , 최저기온  $r=0.725$ )가 있었음.
- 이 외에도 온도는 수족구병, 급성출혈성결막염, 설사병, 장염과 관련이 있는 것으로 나타났음.
- Joshi et al. (2018, p. 9)에 따르면 일반화선형모형 분석 결과, 평균 온도  $1^{\circ}\text{C}$  상승이 같은 달 수족구병의 6.29%(95% CI: 6.23-6.34%), 급성출혈성결막염 10.46%(95% CI: 10.27-10.65%) 증가와 관련이 있었음. 또한, 메타 분석 결과, 평균 온도  $1^{\circ}\text{C}$  증가 시 수족구병의 변경 위험 비율의 통합 효과는 1.49%(95% CI, 1.35-1.63%), 급성출혈성결막염은 7.74%(95% CI, 7.62-7.86)였음.
- 김동진, 신호성, 채수미(2012, pp. 281-297)는 기온과 설사병 발생의 연관성을 분석한 결과, 기온 상승에 따라 설사병 발생도 증가하다 일정 기온에서 감소하고 이후 또다시 증가하는 옴으로 누운 ‘N’ 자 형태의 양상을 보였음.

- 신호성, 윤시문, 정진욱, 김정선(2015, pp. 186-210)에서 주간 평균 기온이 24.3°C 이후 1°C 상승함에 따라 시군구 평균 주간 장염질환 발생 건수 5% 증가하고, 비노인 집단에서 7.7건으로 노인 집단의 1.8건보다 4.3배 많은 증가 속도를 보여 줄 것으로 예측되었음. 또한 2050년 우리나라 평균 기온이 24.3°C 이후 3.2°C 증가하면, 시·군·구 장염질환 발생 건수가 16% 증가하는 것으로 나타났음.

○

## 2) 감염 경로별 연구 결과

- 기존에는 기온과 감염병의 관련성을 연구한 문헌이 많았으나 기온과 병원체, 기온과 매개체의 관계를 연구한 문헌도 있었음.
- 기온과 수인성 식품 매개 감염병과 병원체의 관계를 살펴본 연구 결과, 세균과 바이러스 모두 대부분 온도와 유의한 상관관계를 나타냈음.
- 고복실, 김건엽, 김신우, 이원기(2019, pp. 35-36)에 따르면 온도와 급성설사 질환을 일으키는 세균 및 바이러스 검출률 사이의 상관 계수는 각각  $r = 0.65(p < 0.001)$  및  $r = -0.82(p < 0.001)$ 였음. 또한 2012년부터 2017년까지 세균성 병원체 검출률과 온도의 상관관계의 선형 추세는  $\beta = -0.090(p = 0.066)$ 으로 감소하는 경향을 보였으나 유의하지는 않았고, 2008년부터 2017년까지 바이러스성 병원체의 온도와 검출률 사이의 상관 계수의 선형 추세는  $\beta = 0.030(p = 0.036)$ 으로 증가 추세로 상관관계가 0에 가까워져 상관성 정도는 감소하는 경향을 보였음.
  - 사회적 변화, 기후 등 환경변화로 인해 향후 급성설사질환 등 감염병 발생이 증가될 것으로 예측되기 때문에 원인 병원체를 모니터링하여 발생 특성과 악함으로써 기후환경적 변화에 대응할 수 있는 예방 및 관리 방안 연구에 더욱 집중할 필요가 있음(고복실 외, 2019, p. 38).
- Kim et al.(2015, pp. 1-7)은 식품 매개 질병을 일으키는 병원체와 바이러스를 연구한 결과, 병원성 대장균은 온도와 가장 강한 상관관계( $r = 0.8998$ ,

$p<0.001$ )를 보였고, 장염 비브리오균(*Vibrio parahaemolyticus*)( $r=0.6964$ ,  $p<0.05$ ), 캄필로박터제주니(*Campylobacter jejuni*)( $r=0.6595$ ,  $p<0.05$ ), 살모넬라균(*Salmonella* spp.) ( $r=0.7531$ ,  $p=0.005$ ) 및 바실루스 세레우스(*Bacillus cereus*)( $r=0.3556$ ,  $p>0.05$ )가 그 뒤를 이었음. 노로바이러스는 온도와 강한 음의 상관관계를 보였고 웰치간균(*Clostridium perfringens*)( $r=-0.6457$ ,  $p<0.05$ )가 그 뒤를 이었음. 황색포도상구균은 온도와 거의 상관관계가 없었음( $r=0.1106$ ,  $p>0.05$ ).

□ 매개체에 대한 분석은 이루어지지 않았고, 한 편의 연구가 매개체에 대한 문헌을 검토하였음.

○ 기온 상승이 식품 해충의 분포 범위를 확대시킬 수 있으나 식품 해충은 식품을 가공, 유통 및 보관하는 과정이 내부 환경의 영향을 받으므로 온도 상승으로 인한 식품의 보관 상태 악화 등 그 영향이 확대 또는 축소될 수 있다고 보았음(윤태중 외, 2010, p. 27).

□ 기후변화와 감염병 연구의 주요 한계 및 제언은 다음과 같음.

○ 상관분석만으로는 인과관계를 확인할 수 없고 감염병 발생의 특성을 충분히 반영한 변수들을 고려할 수 없어 일부 상관관계가 우연히 발생한 결과일 가능성을 배제할 수 없음(김시현, 장재연, 2010, p. 443).

○ 생태학적 연구로 개인 수준의 연관성을 탐색하는 데 한계가 있음(Joshi et al., 2018, p. 12; Joshi et al., 2016, p. 10).

○ 질병관리청 신고 또는 보고에 의한 역학 자료는 의료인들의 신고에 기초하였기 때문에 우리나라에서 발생한 질환을 모두 포함하고 있지 않을 가능성이 있어 일반화에 한계가 있으며(박지애 외, 2016, p. 325; 김시현, 장재연, 2010, p. 443). 건강보험심사평가원 자료 또한 ICD 코드가 얼마나 정확하게 입력되어 있는지 검증이 불가능하므로 자료원에 대한 한계가 있었음(김동진 외, 2012, p. 294).

○ 기후 요인뿐 아니라 감염원, 매개체, 숙주의 생태와 인간의 문화와 행동, 토지

이용, 정부의 감염병 관리 정책 등과 같은 다른 요인을 포함하여 연구해야 함 (Song et al., 2018, pp. 1-9; Joshi et al., 2017, p. 9; 김동진 외, 2012, p. 294; 김시현, 장재연, 2010, p.443).

〈표 3-7〉 국내 수인성·식품 매개 감염병 연구 목록

저자 (연도)	대상 지역	대상 감염병	자료원 및 데이터 기간	주요 결과	구분
김종규 (2020)	전국	병원성 대장균 식중독	-식품의약품안 전처 및 질병 관리청에 신 고된 집단식 중독 자료에 근거한 통계 청 자료 -기상청 자료	-평균 기온( $r=0.584$ ), 최고 및 최저기온 ( $r=0.577, 0.589$ )은 월간 병원성 대장균 식중독 발생 건수와 유의한 상관관계를 보였음( $p<0.001$ ). -최저 기온과 최고 기온은 월간 식중독 발 생 건수에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났음( $p<0.001$ ) -변수들은 전체 분산의 42.1%를 설명했으 며 가장 낮은 온도가 가장 큰 설명력 (34.7%)을 보임.	기온-감염병
고복실 외 (2019)	대구	급성설 사질환	-2008~2017 년의 급성 설 사질환실험실 감시 사업에 서 수집한, 대 구 지역 병·의 원에 급성 설 사 증상으로 내원 또는 입 원한 환자의 설사분변 자 료 - 기상청 자료	-온도와 세균 및 바이러스 검출률 사이의 상관계수는 각각 $r=0.65(p<0.001)$ 및 $r=-0.82(p<0.001)$ 였음. -2012년부터 2017년까지 세균성 병원체 검출률과 온도의 상관계수의 선형 추세는 $\beta = -0.090(p=0.066)$ 으로 감소하는 경향 을 보였으나 유의하지는 않았음. -2008년부터 2017년까지 바이러스성 병원 체의 온도와 검출률 사이의 상관계수의 선 형 추세는 $\beta = 0.030(p=0.036)$ 으로 증가 추세로 상관관계가 0에 가까워져 상관성 정도는 감소하는 경향을 보였음.	기온-병원체
김종규 김중순 (2019)	전국	노로바 이러스 식중독	-2006~2015 년 식품의약 품안전처 및 질병관리청에 보고된 식중 독 통계 자료 -기상청의 자 동 기상 시스 템 자료	-평균 기온, 최고 기온, 최저 기온은 모두 월간 노로 바이러스 식중독 발생 건수와 유의한 음의 상관관계를 보였음( $p<0.05$ ). 이 중 최저 기온( $r=-0.398$ )과 평균 기온 ( $r=-0.396$ )이 더 높은 상관 계수를 보였 음.	기온-감염병

저자 (연도)	대상 지역	대상 감염병	자료원 및 데이터 기간	주요 결과	구분
Joshi et al. (2018)	6개 광역시	엔테로 바이러스 감염증 (수족 구병, 무균성 수막염 , 급성출 혈성결 막염)	-2010년 1월 부터 2015년 12월, 건강보 험심사평가원 자료 -기상청 자료	-평균 온도의 상승은 0~2개월 후 엔테로바 이러스감염증의 증가와 관련이 있음. -일반화선형모형 분석 결과, 평균 온도 1°C 상승이 같은 달 수족구병의 6.29%(95% CI: 6.23-6.34%) 증가와 관 련이 있고, 무균성 수막염 9.83%(95% CI: 9.26-10.41%) 증가와 관련이 있음. -급성출혈성결막염 모델은 평균 온도가 1°C 증가하면 10.46%(95% CI: 10.27~10.65%) 증가와 관련이 있으며 이 는 한달 후 급성출혈성결막염의 최대 증가 를 나타냄. -메타분석 결과, 평균 온도 1°C 증가 시 수 족구병의 변경 위험 비율의 통합 효과는 1.49%(95%CI,1.35-1.63%), 무균성수막 염은 9.06%(95%CI,8.50-9.63%), 급성출 혈성결막염은 7.74%(95%CI,7.62-7.86) 였음.	기온-감염병
Song et al. (2018)	전국	세균성 이질	질병관리청 법 정감염병 자료 (2002~2010 년)	-세균성이질의 연간 발생률은 2002년부터 2010년까지 백만 명당 7.9건이었음. -2007~2010년에는 65세 이상 연령층에서 높은 발생률과 겨울 계절성이 관찰되었지 만 저연령층에서는 그렇지 않았음. -계절성을 보정한 후 세균성이질의 발생률 은 1°C 온도 상승과 2주 지연으로 13.6% 증가할 것으로 예상됨.	기온-감염병
Di et al. (2017)	5개 지역(무 안, 목포, 해남, 장흥, 보성)	비브리오 오종 (설사 감염, 패혈증 , 음식 또는 물 섭취를 통한 상처 감염을 유발)	5개 지역에서 채취한 조석수 및 진흙 2013년 6월(여 름), 9월(가을), 12월(겨울) 및 2014년 2월(겨 울), 4월(봄)	- <i>Vibrio alginolyticus</i> 와 <i>Vibrioparaahaemolyticus</i> 는 조석수와 진 흙 모두에서 일년 내내 편재하는 반면 <i>Vibriocholerae</i> 와 <i>Vibriovulnificus</i> 는 계절적으로 여름에 특이적인 것으로 나타 났음. -사계절 내내 편재했던 <i>V.parahaemolyticus</i> 는 12월과 2월보다 6월과 9월에 독성인자 TDH 및 TRH를 더 많이 포함하고 있었으 며, 4월에 검출된 배양(isolate)에는 독성 인자가 없었음.	기온-병원체
Joshi et al. (2017)	5개 도(충북 , 충남, 경북, 전북, 전남)	렙토스 피라증	질병관리청 법 정감염병 자료 2001~2009년	-11주 후 최저 온도(1°C)의 증가는 렙토스 피라증 22.7%(95% CI: 16.5, 29.3%) 증 가와 관련 있음.	기온-감염병

저자 (연도)	대상 지역	대상 감염병	자료원 및 데이터 기간	주요 결과	구분
박지애 외 (2016)	전국	식중독	-2011년 1월 1 일 부 터 2014년 12월 31일까지 기 상청 자료 -식품의약품안 전처의 식중 독 발생 자료	-로지스틱 회귀분석 결과, 평균 기온은 세 균성 원인균에 의한 식중독 발병률에 정 (+)의 영향을 미치고, 기온편차는 부(-)의 영향을 미침. -바이러스성 원인균에 의한 식중독 발병률 에 기온편차는 정(+)의 영향을 미침.	기온-감염병
Joshi et al. (2016)	6개 광역시	무균성 수막염	-2002년 1월 1 일 부 터 2012년 12월 31일까지 건 강보험심사평 가원 자료 -기상청 자료	-평균 온도 1°C 증가는 0주 지연으로 무균 성 수막염의 11.4%(95% 신뢰구간: 9.6%~13.3%) 증가와 관련이 있음.	기온-감염병
신호성 외 (2015)	전국	장염	-2004~2008 년(5년) 기간 의 건강보험 심사평가원 자료 -기상청 자료	-노인 집단의 장염 발생 건수는 기온과 상 관성을 보이거나 비노인 집단처럼 뚜렷한 상 관성은 관찰되지 않았음. -노인과 비노인을 모두 고려한 최종 모형 (전체)에서 24.3°C 이후에서 기온이 1°C 상승함에 따라 주간 시·군·구 발생 건수도 5.7건 증가하는 경향이 나타났다. -최종적으로 주간 평균 기온이 24.3°C 이 후 1°C 상승함에 따라 시군구 평균 주간 장염 질환 발생 건수가 5% 증가하고, 비 노인 집단에서 7.7건으로 노인 집단의 1.8 건보다 4.3배 많은 증가 속도를 보여 줄 것으로 예측되었음. -또한 2050년 우리나라 평균 기온이 24.3°C 이후 3.2°C 증가하면, 시·군·구 장염질환 발생 건수가 16% 증가할 것으로 예상됨.	기온-감염병
Jang et al. (2015)	서울	법정감 염병 (장출 혈성대 장균감 염증, 세균성 이질, 비브리오 패혈 증, 렙토스 피라증 포함)	-질병웹통계시 스템 자료 -행정자치부의 공공데이터포 털 자료 -국민건강영양 조사 자료 -기상청 자료	-34개 법정감염병 중 수인성·식품 매개 감 염병에 해당하는 장출혈성대장균감염증은 온도와 유의한 양(+)의 상관관계( $r=0.696$ ) 가 있고, 세균성 이질, 비브리오 패혈증과 렙토스피라증은 온도와 관계를 보이지 않 음.	기온-감염병

저자 (연도)	대상 지역	대상 감염병	자료원 및 데이터 기간	주요 결과	구분
Kim et al. (2015)	전국	식품 매개 질병	-2003년 1월부터 2012년 12월까지의 기상청 기후자료 -식품의약품안전처의 식품 매개 질병에 대한 역학 데이터	-병원성 대장균은 온도 및 상대습도(0.8998, 0.8803, $p < 0.001$ )와 가장 강한 상관관계를 보였고, <i>Vibriopara</i> haemolyticus(0.6964, 0.8048, $p < 0.05$ ), <i>Campylobacter</i> jeuni(0.6595, 0.6142, $p < 0.05$ ), <i>Salmonella</i> spp.(0.7531, 0.3893, $p = 0.005$ , 0.211) 및 <i>Bacillus</i> cereus(0.3556, 0.2040, $p > 0.05$ )가 그 뒤를 이었음. -노로바이러스는 온도 및 상대습도(-0.9791, -0.8747, $p < 0.001$ )와 강한 음의 상관관계를 보였고, <i>Clostridium</i> perfringens(-0.6457, -0.8635, $p < 0.05$ )가 그 뒤를 이었음. -황색포도상구균은 온도 및 상대습도와 거의 상관관계가 없음(0.1106, -0.1169, $p > 0.05$ ).	기온-감염병 기온-병원체
Yoon et al. (2014)	전국	설사병 콜레라 살모넬라증	-통계청의 사망원인 자료 -2005~2008년 국민건강보험공단 청구 자료	-기온에 의한 설사병의 질병 부담은 남자 및 여자 0.04 DALY/1,000명이고 총 0.00-0.06 DALY/1,000명이었음.	기온-감염병
박경진 외 (2013)	-	식중독	미생물학적 식품안전 전문가 중 기후변화에 관심이 있는 23명을 대상으로 설문조사 실시	-기후변화 영향에 대한 5가지 상위 순위 식품 및 관련 식인성 병원균은 다음과 같음: <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella</i> spp., 및 <i>Escherichia coli</i> O157:H7), 빵과 떡, 육류 및 계란 제품( <i>S. aureus</i> 및 <i>Bacillus cereus</i> ); 두부 및 젤리( <i>B. cereus</i> , <i>E. coli</i> O157:H7, 및 <i>S. aureus</i> ); 그리고 생선 제품( <i>S. aureus</i> , <i>Vibrio</i> spp., 및 <i>E. coli</i> O157:H7).	기온-병원체
Kim et al. (2012)	-	<i>Vibrio</i> parapolyticus, <i>Vibrio</i> vulnificus(패혈증 유발)	-광어, 연어, 굴을 식료품 시장에서 구입	-전반적으로 넙치와 연어사시미 사이의 지연시간(LT)과 비성장속도(SGR)값의 유의한 차이는 13°C~30°C 범위의 온도에서 관찰되었음( $p < 0.05$ ). -자연적으로 발생하는 <i>V. vulnificus</i> 의 성장은 저장 온도에 관계없이 굴에서 ~4logCFU/g에서 정체기에 도달했음.	기온-병원체



저자 (연도)	대상 지역	대상 감염병	자료원 및 데이터 기간	주요 결과	구분
김동진 외 (2012)	전국	설사병	-2004~2008 년 사이의 건 강보험심사평 가원 자료 -기상청 자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>-기온과 설사병 발생의 연관성 분석 결과, 기온 상승에 따라 설사병 발생도 증가하다 일정 기온에서 감소하고 이후 또다시 증가하는 옅으로 누운 'N'자 형태의 양상을 보였음.</li> <li>-기후변화에 따른 설사병 발생 모델링 결과, 단위 온도 증가 시 시군구별 주별 환자 발생 수는 인구 천 명당 0.0051명 증가했으며, 이를 우리나라 전체 연간 환자 수 발생으로 환산하면, 단위 온도 1°C 증가 시 우리나라 전체 설사병 환자 수는 인구 천 명당 평균 68.35명(6.84%) 증가하는 것으로 나타났음.</li> <li>-단위 온도 증가에 따라 연령그룹별 설사병 환자 발생 변화를 추정한 결과, 단위 온도 증가 시 19세 미만 집단의 경우 인구 천 명당 64.45명(6.45%), 19~64세 집단은 72.20명(7.2%), 65세 이상은 67.23명(6.72%)이 증가함.</li> </ul>	기온-감염병
여인권 (2012)	전국	식중독	<ul style="list-style-type: none"> <li>-2002년 1월 부터 2010년 5월까지 신고된 전국의 주별 식중독 발생 건수</li> <li>-해당 주의 전국 60개 기상 관측소 에서 관측된 기상 자료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-기상 자료만 설명 변수로 가지는 경우보다 이전에 발생한 식중독 건수가 포함된 모형이 식중독 발생 건수에 대한 모형으로 더 적합하였음.</li> <li>-우리나라 식중독 발생은 시차를 두고 기후 변수에 영향을 많이 받고 있으나 식중독 발생 예측은 이들 변수보다 이전 시점의 식중독 발생 건수에 더 많이 영향을 받는 것으로 나타났음.</li> </ul>	기온-감염병
이해춘 (2011)	-	기후변화 질병( 렙토스 피라증 , 장염비 브리오 , 세균성 이질)	문헌 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>-기후변화에 의해 수인성·식품 매개 질환이 증가할 수 있음.</li> <li>-우리나라의 경우, 기온 상승에 따라 렙토스피라, 장염비브리오, 세균성이질 순으로 발병 가능성이 높음.</li> </ul>	기온-감염병

저자 (연도)	대상 지역	대상 감염병	자료원 및 데이터 기간	주요 결과	구분
윤태중 외 (2010)	한반도	없음	문헌 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>-문헌조사에 의하면 기온의 상승은 식품 해충의 분포 범위에 변화(확대)를 초래할 수 있음.</li> <li>-단지, 식품 해충은 식품을 가공, 유통 및 보관하는 과정이 내부 환경의 영향을 받기 때문에 온도 상승으로 인한 식품의 보관 상태 악화 등 그 영향이 확대 또는 축소될 수는 있으나 해충의 세대 수 증가, 해충 조기 발생, 밀도의 빠른 증가와 분포 지역의 확대 등의 양상은 다른 해충과 유사할 것으로 추정됨.</li> </ul>	기온-매개체
김시현 장재연 (2010)	전국	비브리오 패혈증 , 렙토스 피라증	<ul style="list-style-type: none"> <li>-질병관리청의 2001년부터 2008년까지 신고된 법정 전염병 개인 발병 자료</li> <li>-기상청 자료</li> <li>-통계청의 주민 등록 인구 자료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-조사된 모든 질병은 강한 계절성을 보임. 비브리오패혈증은 여름에, 렙토스피라증은 가을에 만연했음.</li> <li>-비브리오패혈증에 대한 월별 사례 수와 모든 기상 요인 간에는 유의한 양(+)의 상관관계가 있었지만(평균 기온 <math>r=0.697</math>, 최고 기온 <math>r=-.673</math>, 최저 기온 <math>r=0.725</math>), 렙토스피라증은 유의한 상관관계가 없었음.</li> </ul>	기온-감염병

자료: 연구진이 작성함.

### 제3절 기후변화가 신종 감염병의 발생 및 전파에 미치는 영향 연구

#### 1. 기후변화와 코로나19에 대한 연구 현황

- 신종 감염병은 “인구 집단에 새로 나타났거나, 이전에 존재했지만 발생률이나 지리적 범위에서 빠르게 증가하는 감염”으로 정의할 수 있으며, 이는 인류 역사의 과정을 형성해 오면서 많은 죽음을 초래한 바 있음(Morens et al., 2004, p. 242).
- 기후 요인과 코로나19의 관련성에 대한 연구가 다양한 국가들에서 보고됐으며, 대부분의 연구들이 기온, 습도가 코로나19 확산에 영향을 미치는 것으로 평가하고 있음.
- 기후 요인과 감염병 유행의 관련성이 있다고 하더라도 그 경향은 일관되지는 않으나, 다수의 연구가 기온, 습도가 증가할수록 코로나19 유행이 감소한다는 분석 결과를 제시함.
  - 기후 요인과 코로나19의 관련성을 확인하지 못한 연구(Fazzini et al., 2020, p. 1)도 있었고, 일부 연구는 대상 지역(Goswami et al., 2020, p. 801; Qi et al., 2020, p. 1), 분석 모형(Juni et al., 2020, p. 566), 분석 시점(Benedetti et al., 2020, p. 1)에 따라 결과가 달라 기후 요인과의 관련성에 대해 명확한 결론을 짓지 못했음.
- 연구 시점이 대유행 초기이기 때문에 상대적으로 확진 건수가 많지 않았던 2020년 상반기 데이터를 기반으로 분석되었음을 고려할 필요가 있음.

〈표 3-8〉 기후 요인과 코로나19에 대한 연구 현황

저자 (연도)	대상 국가	데이터 기간	기후 요인과의 관련성	주요 결과	비고
Juni, P. et al. (2020. 5.)	144개국	3. 21. ~ 3. 27.	△	- 평균 기온과 연관성 없음. - 단변량 모델에서 상대습도와 절대습도는 코로나19 확진 사례와 음의 연관성이 있는 것으로 나타났으나, 다변량 분석에서 감소되어 관계가 의심됨.	- 중국, 한국, 이란, 이탈리아 제외 - 중국은 감염병 확산 둔화 - 한국, 이란, 이탈리아는 감염병이 만연한 상황
Sajadi, M.M. et al. (2020. 6.)	50개 국가 도시	1. 1. ~ 3. 10.	○	- 상당한 지역사회 전파가 나타난 지역은 그렇지 않은 지역에 비해 평균 기온과 비습도가 통계적으로 유의하게 낮음. · 코로나19가 유행 중인 국가는 2019년 12월~2020년 2월 사이 3개월 평균 온도가 2~10℃, 비습도가 3~6g/kg, 절대습도가 4~7g/m <sup>3</sup> 로 일관됨.	- 유행 도시 8곳 (중국 우한, 일본 도쿄, 한국 대구, 이란 쿰, 이탈리아 밀라노, 프랑스 파리, 미국 시애틀, 스페인 마드리드)과 지역사회 전파가 나타나지 않은 42개 도시
Mandal, C.C. et al. (2020. 8.)	전 세계	3. 25. ~ 4. 18.	○	- 월평균 기온과 코로나19 확진 사례 사이에 음의 상관관계가 나타났음.	
Bukhari, Q. et al. (2020. 8.)	전 세계	1. 20. ~ 5. 1.	○	- 3~7℃의 기온, 4~9g/m <sup>3</sup> 의 절대습도 범위에서 코로나19 확진 사례의 85% 이상이 발생한 것으로 나타났음.	- 북위 45도 이상의 미국과 유럽 국가에서 설명 가능
Scafetta N. (2020. 5.)	중국, 이탈리아, 미국 외 여러 국가	1. 14. ~ 4. 15.	○	- 코로나19 치사율이 기온 4~12℃, 상대습도 60~80%에서 현저하게 악화됨.(평균 4배) - 코로나19 대유행 및 치사율은 대부분 기상 기후 조건과 연관성이 있는 것으로 나타났음. - 대유행이 계절적 온도 주기에 따라 이동할 것이라 예상됨.	- 중국 우한, 이탈리아 북부, 미국 51개 주

저자 (연도)	대상 국가	데이터 기간	기후 요인과의 관련성	주요 결과	비고
Rouen, A. et al. (2020.8)	이탈리아, 영국, 프랑스, 이란, 미국, 한국, 호주	1. 1. ~ 4. 17.	○	- 평균 9.7일의 지연으로 기온과 일일 신규 확진 사례 증가율 사이에 음의 상관관계가 나타났음.	- 이탈리아 롬바르디아, 영국 런던, 프랑스 일 드 프랑스, 그랑 에스트, 이란 테헤란, 미국 뉴욕, 한국 서울, 호주 뉴사우스 웨일스
Iqbal M. M. et al. (2020.10)	전 세계 210개국	1. 1. ~ 6. 5.	○	- 평균 최고 기온, 최저 기온, 평균 일조 시간과 코로나19 총확진 사례는 음의 상관관계가 나타났음.	
Huang, Z. et al. (2020.9)	185개국	1. 21. ~ 5. 6.	○	- 코로나19 확진 사례의 60%가 기온이 5~15℃인 곳에서 발생. 정점을 찍은 기온은 11.54℃로 나타났음. - 코로나19 확진 사례의 약 73.8%가 3~10 g/m³인 지역이었음.	- 코로나19 대유행은 주기적으로 나타날 수 있으며, 가을 중위도의 대도시에서 다시 유행 할 수 있음을 시사
Li, H. et al. (2020.8)	중국 2개 도시	1. 26. ~ 2. 29.	○	- 대기 질 지수와 코로나19 신규 확진자 발생률은 음의 상관관계가 나타났음. - PM2.5와 NO <sub>2</sub> 는 두 도시에서 양의 상관관계가 나타났음. - 기온과 코로나19 발생률 사이에는 음의 상관관계가 나타났음.	- 우한, 샤오간시
Qi, H. et al. (2020.8)	중국	1. 20 ~ 2. 11.	△	- 평균 기온과 상대습도는 코로나19 신규 발생률은 음의 상관관계가 나타났음. - 평균 기온이 1℃ 증가 시 일일 확진 환자가 36~57% 감소(상대습도 67~85.5% 범위) - 상대습도가 1% 증가 시 일일 확진 환자가 11~22% 감소(기온 5.04~8.2℃ 범위) - 그러나 중국 본토에서 기후 요소와 코로나19 간의 관계가 일관되게 나타나지 않아 관계가 의심됨.	- 후베이성의 코로나19 데이터 수집 기간은 2019. 12. 1.~ 2020. 2. 11.

저자 (연도)	대상 국가	데이터 기간	기후 요인과의 관련성	주요 결과	비고
Xie, J. et al. (2020.7)	중국	1. 23. ~ 2. 29.	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 용량-반응 법칙에 의해 주위 온도와 코로나19 확진 사례 사이에 3℃ 이하에서 양의 선형관계를 나타냈으나, 3℃ 초과부터 평평해짐.</li> <li>- 평균 기온(14일)이 3℃ 이하일 때, 1℃ 증가 시 일일 코로나19 확진 사례 수가 4.861% 증가한 것으로 나타났다.</li> </ul>	
Byass P. (2020.5)	중국	1. 1. ~ 2. 31.	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 중국에서 코로나19가 유행하는 동안 기후 요소와 연관성이 있는 것으로 나타났다.</li> </ul>	- 우한 제외
Shi, P. et al. (2020.8)	중국	1. 20. ~ 2. 29.	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 약 8~10℃ 이상의 기온은 코로나19 발병률을 감소시키는 것으로 나타났다.</li> <li>- 일일 발병률이 -10℃에서 가장 낮고 10℃에서 가장 높은 것으로 나타났다.</li> <li>- 기온 증가 시 코로나19 발병률은 감소하는 것으로 나타났다.</li> </ul>	- 홍콩, 마카오, 대만은 데이터 수집 방법의 차이로 제외
Ma, Y. et al. (2020.7)	중국 우한	1. 20. ~ 2. 29.	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 일교차, SO<sub>2</sub>와 코로나19 일일 사망률은 양의 상관관계가 나타났다.</li> <li>- 상대습도, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>과 코로나19 일일 사망률은 음의 연관성이 있는 것으로 나타났다.</li> </ul>	
Al-Rousan, N. et al. (2020.4)	중국	1. 22. ~ 3. 1.	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기온과 단파 복사선(short-wave radiation)은 코로나19 확진 사례, 사망률, 회복된 사례와 양의 상관관계가 나타났다.</li> </ul>	
Jiang, Y. et al. (2020.5)	중국 3개 도시	1. 25. ~ 2. 29.	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PM10과 기온은 일일 코로나19 신규 확진 사례와 음의 연관성이 나타났다.</li> <li>- PM2.5와 상대습도는 일일 코로나19 신규 확진 사례와 양의 연관성이 나타났다.</li> </ul>	- 우한, 샤오간시, 황강시 3개 도시

저자 (연도)	대상 국가	데이터 기간	기후 요인과의 관련성	주요 결과	비고
Bashir, M. F. et al. (2020.8).	미국	3. 1. ~ 4. 12.	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 최저 기온과 코로나19 신규 사례와 양의 상관관계가 나타났다.</li> <li>- 평균 기온과 코로나19 총 사례는 양의 상관관계가 나타났다.</li> <li>- 평균 기온과 코로나19 사망률은 양의 상관관계가 나타났다.</li> <li>- 대기 질은 코로나19 신규 사례와 총사례, 사망률과 음의 상관관계가 나타났다.</li> </ul>	- 뉴욕은 인구밀도가 높은 도시(평방마일당 26,403명이 거주)
Li, A. Y. et al. (2020.10)	미국	1. 20. ~ 4. 14.	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기온 상승 시 코로나19 확진 사례는 감소하는 것으로 나타났다.</li> </ul>	- 흑인은 코로나19 확진 사례와 사망자 수의 증가에 대한 독립변수로 나타났다.
Rubin, D. et al. (2020.7)	미국	2. 25. ~ 4. 23.	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>R_t</math>(Instantaneous reproduction number)는 0℃에서 2.13이었으며, 11℃로 온도가 증가함에 따라 감소하다가 11~20℃에서 <math>R_t</math>가 증가하며, 20℃ 이상에서 다시 감소하는 것으로 나타났다.</li> </ul>	
Benedetti, F. et al. (2020.6)	유럽, 미국	3. 1. ~ 4. 30.	△	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4월 평균 최고 기온, 위도와 인구 백만 명당 사망자 수는 음의 상관관계가 나타났다.</li> <li>- 그러나 3월의 경우 통계적으로 유의하지 않아 기후 요인과 코로나19 간의 관계가 의심됨.</li> </ul>	- 각 국가의 발병 시점부터 데이터 수집 진행
Fazzini, M. et al. (2020.9)	북부 이탈리아	3. 1. ~ 4. 20.	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기후 요인과 코로나19 사이에 상관관계가 나타나지 않았음.</li> </ul>	
Biktasheva I. V. (2020.9)	독일	3. 1. ~ 3. 31.	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 습도와 코로나19 사망률은 음의 상관관계가 나타났다.</li> </ul>	
Shahzad, K. et al. (2020.8)	스페인	2. 29. ~ 7. 17.	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기온과 코로나19 신규 확진 사례는 관련이 없는 것으로 나타났다.</li> <li>- PM<sub>2.5</sub> 1% 증가 시 코로나19 신규 확진 사례는 0.63% 증가했음.</li> </ul>	- 기온과 관련은 없으나, PM <sub>2.5</sub> 와 관련

저자 (연도)	대상 국가	데이터 기간	기후 요인과의 관련성	주요 결과	비고
Menebo M. M. (2020.10)	노르웨이	2. 27. ~ 5. 2.	○	- 최고 기온은 일일 코로나19 신규 확진 사례와 양의 상관 관계가 나타났음. - 오전 7시에 측정된 강우량은 코로나19 신규 확진 사례와 음의 상관관계가 나타났음.	- 기온이 오르면 야외 활동 증가, 반대로 비가 오 면 야외 활동 감 소
Sahin M. (2020.8)	터키	3. 10. ~ 4. 5.	○	- 14일 이내 풍속은 코로나19 확진 사례와 양의 상관관계가 나타났음. - 기온은 코로나19 확진 사례와 음의 상관관계가 나타났음.	
Kodera, S. et al. (2020.7)	일본	1. 1. ~ 5. 25.	○	- 최고 기온과 평균 절대습도는 코로나19 이환율과 사망률에 서 약한 음의 상관관계가 나 타났음.	- 인구 밀도에 따른 영향이 더 큼.
Azuma, K. et al. (2020.11)	일본	3. 12. ~ 4. 6.	○	- 평균 기온, 평균 최저 기온, 평균 최고 기온, 일조시간, SPM (suspended particulate matter)과 코로 나19 사례 사이에 양의 상관 관계가 나타났음.	- 따뜻하고 화창한 날 외출이 증가 해 개인 간 접촉 이 많아져 바이 러스 확산에 유 리
Goswami, K. et al. (2020.6)	인도	4. 1. ~ 5. 10.	△	- 평균 기온과 평균 상대습도의 상호작용이 코로나19 발생에 영향을 미치는 것으로 나타났 음. - 그러나 모든 지역에서 일관되 게 나타나지 않아 기후 요인 과 코로나19 간의 관계가 의 심됨.	
Tosepu, R. et al. (2020.7)	인도네시아	1. 1. ~ 3. 29.	○	- 평균 기온은 코로나19 발생과 양의 상관관계가 나타났음.	



저자 (연도)	대상 국가	데이터 기간	기후 요인과의 관련성	주요 결과	비고
Pani, S. K. et al. (2020.10)	싱가포르	1. 23 ~ 5. 31.	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 평균 기온, 최저 기온, 이슬점과 코로나19 신규 확진 사례 및 총확진 사례와 양의 상관관계가 나타났다.</li> <li>- 상대습도와 코로나19 신규 확진 사례 및 총확진 사례는 약한 양의 상관관계가 나타났다.</li> <li>- 절대습도와 코로나19 신규 확진 사례 및 총확진 사례 사이에 양의 상관관계가 나타났다.</li> <li>- 수증기와 코로나19 신규 확진 사례 및 총확진 사례 사이에 양의 상관관계가 나타났다.</li> <li>- 강수량은 코로나19 신규 확진 사례 및 총확진 사례 사이의 상관관계가 나타났다.</li> <li>- 환기계수와 코로나19 신규 확진 사례 및 총확진 사례 사이에 음의 상관관계가 나타났다.</li> </ul>	
Auler, A. C. et al. (2020.8)	브라질	3. 13. ~ 4. 13.	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 최저 기온과 최고 기온, 상대습도는 코로나19 전파와 음의 상관관계가 나타났다.</li> </ul>	- 브라질 내 확진자 수가 가장 많은 5개 도시 대상
Rosario, D. et al. (2020.6)	브라질	3. 12. ~ 4. 28.	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 일사량과 코로나19 확진 사례는 강한 음의 상관관계가 나타났다.</li> <li>- 풍속과 평균 기온은 코로나19 확진 사례와 중간 음의 상관관계가 나타났다.</li> <li>- 최고 온도와 코로나19 확진 건수는 약한 음의 상관관계가 나타났다.</li> </ul>	- 상관 계수 0.00-0.19 '매우 약함', 0.20-0.39 '약함', 0.40-0.59 '보통', 0.60-0.79 '강함', 0.80-1.00 '매우 강함'
Prata, D. N. et al. (2020.8)	브라질	2. 27. ~ 4. 1.	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 16.8~27.4℃ 범위에서 기온과 일일 코로나19 확진 사례 사이에 음의 선형관계가 나타났다.</li> <li>- 기온 1℃ 증가 시 코로나19 확진 사례가 4.8951% 감소함.</li> </ul>	
Mendez-Arriaga F. (2020.9)	멕시코	2. 29. ~ 3. 31.	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기온과 코로나19 확진 사례, 기온과 지역 감염률 사이에 음의 상관관계가 나타났다.</li> </ul>	

## 2. 기후변화와 코로나19 관련성에 대한 해석

□ 기후 요인과 코로나19의 관련성을 보고한 연구들 중에서는 코로나19 확산이 공통적인 기후 조건을 갖는 지역에서 더 두드러질 것으로 예측하기도 함.

○ Araujo & Naimi(2020, p. 4)의 연구에 따르면, 평균 기온과 습도가 바이러스 발생 분포를 가장 잘 설명하는 예측 변수로 너무 춥거나 너무 습한 곳에서 발생이 적었으며, 기후 적합성에 따라 계절적 유행이 다를 것으로 보았음.

- 4~9월 남반구의 고위도 대부분 지역(남부 아메리카, 남부 아프리카 및 남부 호주)이 기후 적합성이 증가하는 지역으로 예상되며, 여름철 기온의 상승에 따라 북반구의 고위도 지역(캐나다, 러시아, 스칸디나비아 국가/안데스 산맥과 히말라야 산맥의 고지대)도 바이러스의 위험에 직면할 수 있음. 6~9월 사이 북반구 국가(이탈리아, 스페인, 프랑스, 독일, 영국, 미국)의 기후 적합성이 감소할 것임.
- 쾨펜(Köppen-Geiger) 기후대에 따라 분류하면, 10월부터 이듬해 4월까지 온대 기후, 4~9월 한대 기후, 6~8월 극지방 기후에서 기후 적합성이 증가할 수 있고, 3~4월까지 건조기후, 6~8월까지 열대기후에 기후 적합성이 증가할 것이라 예측함.
- SARS-CoV-2의 바이러스의 기후적 특징은 SARS-CoV-1과 MERS-CoV와 유사한데, 과거 SARS-CoV-1의 연구에서 기후 요인과의 관련성이 확인된 바 있음.
  - SARS-CoV-1 발병 전 기온은 16~28℃ 사이였으며, 습도와 반비례한다는 것이 발견됨.
  - 실제로 2003년 3월 11일~5월 22일 홍콩에서 수행된 연구에 따르면, 기온이 15℃에서 29℃로 증가함에 따라 SARS-CoV-1의 발생률이 급격히 감소 후 사라졌음.

○ Mohammad et al.(2020, pp. 6-7)의 연구에서는 초기 우한의 영향을 받은 도시들의 온도와 습도 수준이 비슷하다고 했음.

- 코로나19 대유행이 시작되기 직전인 2019년 12~2020년 2월 사이의 3개월 평균 온도는 2~10℃, 상대습도(44~84%)는 다르지만 비습도(3~6g/kg)와 절대습도(4-7g/m³)는 일관됐음.
- 코로나19가 없는 도시에 비해 평균 기온이 낮고 비습도가 낮은 도시들에서 2020년 3월 10일 상당한 지역사회 전파가 집중되어 기온, 비습도의 연관성은 상당한 지역사회 전파가 있는 도시와 없는 도시를 비교할 때 통계적으로 유의한 차이를 보였음.
- 이에 따라, 기온과 위도가 비슷한 지역 간의 시간적 확산을 감안할 때 2020년 3월과 4월의 코로나19의 잠재적 지역사회 전파에 대한 잠정적 추정 가능성이 가능하며, 2019년 3~4월 기온 및 습도 데이터를 활용하면 만주, 중앙아시아, 동유럽, 중앙유럽 등 현재 위험 지역의 북쪽 지역에 영향을 미칠 것으로 예측됨.

□ 대다수의 연구가 기온, 습도가 증가할수록 코로나19가 감소할 것으로 보았음.

○ Mandal & Panwar(2020, p.73)의 연구에서는 전 세계 국가의 3~4월 데이터를 활용해 분석해 기온과 음의 관련성을 확인함.

- 저온이 코로나19에 위험 요인이 될 수 있음을 시사하고 있으며, 여러 연구들에서도 추운 환경은 면역반응을 억제해 바이러스 감염에 상대적으로 취약하다고 보고하고 있음(LaVoy, 2011; Mandal & Panwar, 2020, p. 78에서 재인용).
- 그런데 일부 추운 국가에서 코로나19 확진 사례가 상대적으로 높게 나타났는데, 그 원인을 설명하지는 못해 향후 과제로 남음.
  - 해당 국가가 단순히 추운 것인지 아니면 다른 추가 요인이 있는 것인지, 따뜻한 온도가 많은 바이러스를 죽이지만, 현재 발생하는 바이러스에서 덜 치명적이고 피해를 덜 유발하는지 등 환경 온도와 코로나19 사례 사이의 음의 연관성을 입증하기 위해서는 대규모 데이터를 활용해 확장된 분석이 필요함을 제안함.

○ Rouen et al.(2020, p.1)의 연구에서는 우리나라를 포함해 유럽, 미국 등에서 1~4월 사이 발생 현황을 활용해 봄과 여름에 기온이 상승하면 바이러스 전염이 느려지고 그 영향이 줄어들 것으로 제시함.

- 지연일은 9개 도시 평균이 9.68일이었고, 런던 7.2일, 서울 12.1일로 다양했는데, 지연일 차이는 개별 국가의 검사 정책, 검사 가능성, 보고 시간 및 절차 등 여러 요인이 작용했을 가능성이 있음.
- 추운 계절에 위험이 증가하는 것은 사람들이 환기가 잘되지 않는 실내에 모이는 '밀집 현상(crowding effect)'과도 관련이 있음(Azziz-Baugartner, 2013; Rouen et al., 2020, p. 8에서 재인용).
- 습도와 바이러스 전파 사이의 관계도 있는데, 습도가 높으면 중력 침전으로 인해 바이러스로 가득 찬 침방울은 공기에서 빠르게 제거되고, 반대로 건조한 공기는 더 오랜 시간 동안 공기 중에 떠다니는 가볍고 건조한 에어로졸을 형성함(Pica & Bouvier, 2012; Rouen et al., 2020, p. 8에서 재인용).

□ 일부 연구들이 기온 증가와 코로나19가 양의 관련성을 갖는 것으로 보고했음.

○ Bashir et al.(2020, p. 1)의 연구는 3~4월 발생한 뉴욕의 코로나19 사례로 기온이 증가할수록 코로나19가 증가함을 확인했음.

- 뉴욕시는 세계적인 문화, 금융의 수도이며 고용 및 사업 기회를 찾기 위해 높은 이동성을 보이는 도시로, 850만 명의 인구가 거주하고 있고 연간 4.6%씩 증가하고 있으며 평방 마일당 2만 6,403명이 거주하고 있음. 높은 인구밀도로 인해 뉴욕은 감염병이 확산되는 데 유리한 환경으로 볼 수 있음(Zu et al., 2020; Bashir et al., 2020, p. 3에서 재인용).

○ 역시 기온의 증가할수록 코로나19가 증가한다고 보고한 Menebo(2020), Azuma et al.(2020)의 연구는 그 이유를 사람들의 야외 활동으로 설명했음.

- Menebo(2020, pp. 3-4)의 연구는 노르웨이 오슬로를 대상으로 분석했는데, 앞서 살펴본 뉴욕시와 같이 인구밀도가 높은 점도 주요한 원인이며, 더

불어 맑은 날일 때 집에 머물러 있어야 하는 규칙을 어겨 결국 바이러스에 노출되는 경향이 있다고 해석함.

- 강수량과의 음의 관계에 대해 사람들이 비가 오면 밖에 나오지 않은 것과 관련이 있을 수 있다고 보았음.
- 일본 사례를 분석한 Azuma et al.(2020, p. 5)에서도 햇빛의 자외선이 SARS-CoV-2를 비활성화하기는 하지만, 따뜻하고 화창한 날이 되면 야외 활동으로 개인 간 접촉이 증가할 수 있다고 보았음.
- 캐나다 연구에 따르면, 주변 온도가 5℃ 상승하면 보행자가 14% 증가하고, 눈이 내리다가 건조한 환경으로 바뀔 때 보행자가 23% 증가하였고, 햇빛이 비추는 영역이 5% 증가하였을 때 보행자가 2% 증가하는 것으로 나타남(de Montigny et al., 2012; Azuma et al., 2020, p. 5에서 재인용).

□ 기후 요인과 코로나19의 관련성이 입증된다고 하더라도, 기후 요인이 계속적으로 변화를 보일 수 있고, 그 밖의 인간의 면역력, 인구이동, 국가 정책 등 다양한 요인들이 상호 영향을 미치기 때문에 코로나19의 유행에 대한 전망은 달라질 수 있음.

○ 바이러스가 확산되고 코로나19가 발생함에 따라 기후 요인의 증거는 약화되거나 사라질 수 있음. 예를 들어, 신종 감염병 관리에 대한 각 국가의 정책에 따라 유행 상황은 달라질 수 있음(Araujo & Naimi, 2020, pp. 8-9).

○ 기후는 바이러스 확산에 영향을 미치는 여러 요인 중 하나지만 숙주의 행동과 밀도 또한 바이러스 확산의 강력한 예측 인자임. 실제로 바이러스의 기후 적합성 예측은 실외 전파와 관련이 있고, 실내 전파의 경우에는 문화적, 사회·경제적 맥락에서 변화될 수 있음.

- SARS-CoV-2 바이러스가 계절적 기후 적합성을 가짐으로 지속적인 확산이 예상되지만, 모든 국가에서 동일한 강도로 발생하지는 않을 것임(Araujo & Naimi, 2020, pp. 8-9).

○ 1~3월의 데이터를 기반으로 전망한 Mohammad et al.(2020, pp. 11-13)의

연구에서는 코로나19가 여름의 영향이 큰 지역에서 상당히 감소할 것으로 예상하면서도, 최근 발생한 신종 감염병에 대한 인간의 면역력이 충분하지 하고, 백일해, 스페인 독감 등 이전의 감염병처럼 예측할 수 없는 패턴을 보일 가능성도 있음을 우려함.

- 따라서 향후 기후 관련 요인(온도, 습도 변화), 시공간적 변화, 인간 상호작용 시나리오(여행, 인구 밀도) 등을 기반으로 시뮬레이션을 하고, 이를 통해 대규모 감시를 강화하고 확산을 방지하기 위해 통제 조치를 강화할 지점을 파악하는 것이 향후 바이러스의 계절적 유행에 대한 조치와 예방에 도움이 될 것으로 보았음(Mohammad et al., 2020, pp. 11-13).





## 제4장

### 결론

제1절 기후변화에 따른 감염병 발생 근거 구축 강화  
제2절 신종 감염병 유행에 따른 기후변화 대응 필요성  
제3절 기후변화 대응 감염병 정책 방향



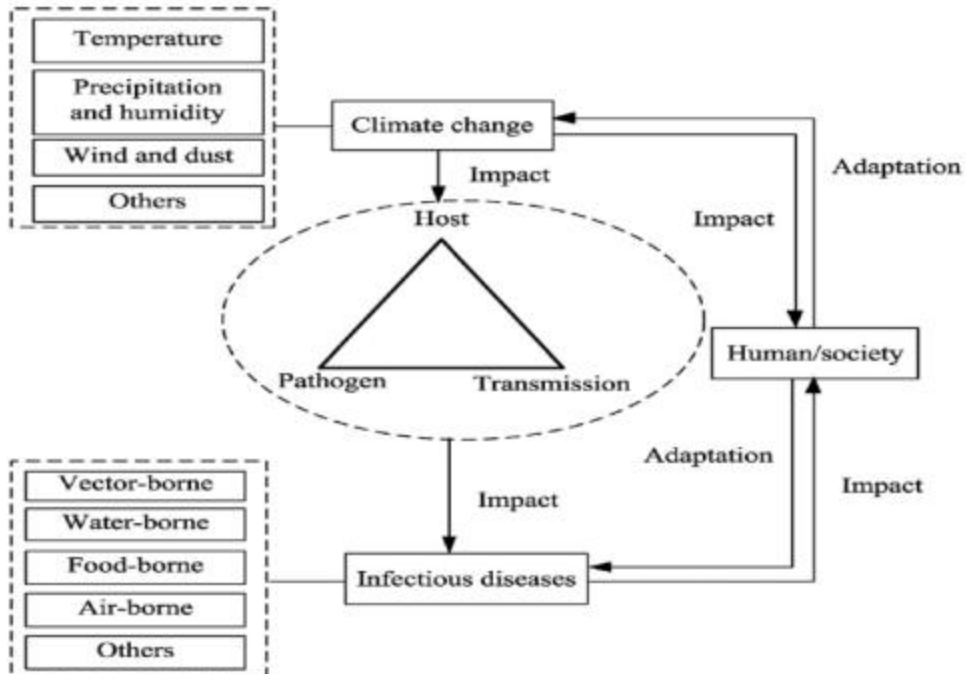


## 제4장 결론

### 제1절 기후변화에 따른 감염병 발생 근거 구축 강화

- 기후변화와 인간의 감염병 간 관련성은 복잡한 경로로 구성
  - 기후변화와 감염병의 관련성은 크게 병원체, 매개체·숙주, 전파 경로에 대한 기후변화의 영향을 고려해 볼 수 있음.
  - 그 과정에서 개인과 집단의 회복력에 따라 긍정적 또는 부정적으로 작용할 수 있음(그림 4-1 참고).

[그림 4-1] 기후변화와 감염병의 관계



자료: Wu, X., Lu, Y., Zhou, S., Chen, L., & Xu, B. (2016). Impact of climate change on human infectious disease: Empirical evidence and human adaptation. *Environment International*, 86, p. 16.

○ 기후변화는 병원체의 생존, 재생산, 생활주기 변화와 같이 직접적으로 영향을 미치기도 하고, 서식지 환경, 경쟁 관계의 병원체에 대해 간접적으로 영향을 미치기도 함.

- 병원체는 생존과 번식에 적절한 기온의 범위가 있기 때문에 기온은 병원체의 생활주기에 영향을 주게 됨.
- 과도한 폭염은 일부 병원체를 견디지 못하게 할 수 있음.
- 기온 증가는 병원체의 외잠복기(extrinsic incubation period, EIP)에 영향을 미침.
  - 열대열원충의 외잠복기는 20℃에서 26일이지만, 25℃로 높아지면 13일로 짧아짐.
  - 모기가 낮은 기온에서 충분히 오래 살지 못하기 때문에 낮은 기온에서는 외잠복기가 길어질 수 있고 이로 인해 덩기열의 전파가 줄어들 수 있음.
- 기온이 증가하면 경쟁 관계의 병원체가 증식해 그에 따라 감소하는 병원체도 있음.

○ 기후변화는 동식물, 곤충 등 매개체·숙주의 분포에 영향을 미침.

- 기온이 증가하면 저위도 지역에 서식하는 곤충이 중·고위도 지역에 서식해 질병의 확산으로 이어질 수 있음.
- 반면, 기후변화로 기온이 상당히 증가해 매개체가 생존하기 위한 역치 수준을 넘어서면 매개체가 감소할 수도 있음.

○ 기후변화는 질병의 전염 경로에 영향을 미침.

- 감염병의 직접 전염은 비말, 직접적인 신체 접촉, 공기로 인한 전염 등 사람 간 전염을 의미하며, 간접 전염은 다른 매개체나 중간 숙주를 통해 인간에게 전염되는 것을 의미함.
- 기후변화는 인간과 다른 숙주의 활동, 행동 패턴에 영향을 미치는데, 즉 계절성 직업, 이동, 계절별 라이프스타일, 신체 활동 등이 달라지면서 전염 경로에 영향을 줄 수 있음.

- 또한 기후변화가 농작물 생산에 영향을 미치면 영양 불균형, 기아, 자원에 대한 갈등으로 질병에 대한 면역력에 작용하므로 결국 질병의 전염에 영향을 미침(Wu et al., 2016, p. 16).

□ 국외에서 기후변화에 따른 감염병 발생 위험 증가가 입증돼 왔으나, 여전히 근거는 불충분한 실정

○ 기후변화와 곤충·동물 매개 감염병 연구

- 온도 상승으로 말라리아 위험이 증가한다는 근거가 상당히 확립됐으나, 일부 연구에서 기후변화보다는 농업환경 변화, 이주 노동자의 유입, 감염된 여행자의 유입 등에서 말라리아 증가의 원인을 찾는 경우도 있었음.
- 기후변화가 병원체, 매개체, 동물 및 인간 숙주에 직접적으로 영향을 주기도 하지만 자연환경과 인간 시스템에 광범위하게 영향을 미쳐 간접적으로 매개체 감염병의 패턴에 영향을 미치므로 기후변화와 함께 감염병 발생에 영향을 미치는 다양한 요인들에 대한 검토가 함께 이루어져야 함.

○ 기후변화와 수인성·식품 매개 감염병 연구

- 기온 증가에 따라 캄필로박터균 감염증 등 박테리아 감염병, 설사병 등의 위험이 증가하고, 홍수, 극심한 집중 강우가 콜레라, 세균성이질 등의 위험 증가와 관련이 있는 것으로 보고됨.
- 그러나 수인성·식품 매개 감염병의 병원체와 인간 숙주가 연결되는 복잡한 경로를 조사하는 것이 어려워, 연구 대상으로 선정된 공간, 시간적 범위에 따라 상반된 결과가 도출되는 경우가 있음.

□ 국내에서는 최근까지도 연구가 많지 않았으나, 기후변화와 감염병 간 분석뿐 아니라 감염 경로에 대한 검토가 이루어져 과거에 비해 진전된 측면 발견

○ 기후변화와 곤충·동물 매개 감염병 연구

- 최근 10년간 34편의 연구가 확인됐고, 18편의 연구에서 말라리아를 대상으로 연구를 수행함.

- 연구 결과에 따르면, 우리나라 기온 증가에 따른 말라리아 발생 위험이 증가한다는 보고도 있으나 관련성을 입증하지 못한 연구도 있었고, 가을의 찜찜가무시증 발생은 기온이 중요한 요인으로 확인되기는 했으나 연구가 여전히 부족한 상황임.
- 기온은 감염병 발생뿐 아니라, 병원체 잠복기 기간의 변화, 매개체 수명 및 성장에 영향을 미치고, 인구의 증가, 생산활동 변화, 이동 패턴 등 전파 경로에 영향을 미침을 고려하고 있음.

○ 기후변화와 수인성·식품 매개 감염병 연구

- 최근 10년간 20편의 연구가 확인됐고, 가장 많이 분석된 감염병은 식중독으로 6편의 연구가 식중독을 다루었음.
- 연구 결과에 따르면, 식중독의 원인이 세균성인 경우 기온과 양의 관계, 바이러스성인 경우 음의 관계를 보였으며, 그 외 세균성이질, 렙토스피라증, 비브리오패혈증 등의 연구가 보고됐으나 연구의 수가 극히 적고 연구 결과도 일관되지 않았음.
- 또한 일부 연구에서 기온이 세균, 바이러스 검출률에 미치는 영향을 평가하기도 했음.

□ 기후변화와 감염병의 복잡한 메커니즘에 대한 과학적 근거 부족

○ 최근 연구에서는 기후변화와 감염병 간의 관련성뿐 아니라, 그 중간 과정인 기후변화-병원체, 기후변화-매개체·숙주, 기후변화-전파 경로에 대한 분석 또는 검토가 이루어지기는 했으나, 여전히 각각의 분석이 매우 제한적으로 이루어졌음.

○ 또한 기후변화와 감염병의 복합적인 관계에서 개인 및 사회의 적응 전략이 미치는 효과에 대한 평가는 이루어지지 못했음.

□ 기후변화에 따른 감염병의 위험에 대응하기 위한 국내 부문 간, 국가 간 연계 필요.

- 과학적 근거 구축은 효과적인 적응 전략 수립에 기반이 되므로 데이터, 정보, 과학기술, 전문성을 공유해 조기에 근거를 수립하고 위기를 인지할 수 있어야 함.
- 미래 감염병의 발생, 특히 기후변화에 따른 미래 감염병은 지금의 감염병 발생 기전에 비해 복잡할 것이므로, 그에 대한 모니터링, 분석, 해석에 다양한 관점과 전문성이 요구됨.

## 제2절 신종 감염병 유행에 따른 기후변화 대응 필요성

□ 신종 감염병 대응 측면에서 기후변화를 국제적인 공중보건 위기의 하나로 설정할 필요.

○ 기후변화가 건강에 위협적인 요소로 작용하고 있음에도 세계보건기구(WHO)는 기후변화를 ‘공중보건 위기’보다는 그것을 촉발하는 ‘위험 요인’으로 바라보고 있는 현실임.

- WHO는 건강을 단순히 질병이 없는 것이 아니라 신체적, 정신적, 사회적으로 안녕한 상태라고 정의하고 있음.

○ 그러나 기후변화는 직간접적으로 감염병으로 인한 많은 사망자를 야기해 왔음.

- WHO가 발표한 6가지 국제적인 공중보건 위기는 신종 인플루엔자, 에볼라 바이러스병, 소아마비, 지카바이러스감염증, 코로나19임.

• 2009년 신종 인플루엔자(H1N1)로 1만 8,449명, 2014년 에볼라바이러스병(서아프리카)으로 1만 1,310명이 사망했으며, 2014년 소아마비의 경우 야생형 폴리오바이러스 제1형으로 173명, 백신 유래 폴리오바이러스로 323명이 감염됨.

• 2016년 지카바이러스감염증 환자는 20만 명이었으며, 2018년 에볼라바이러스병으로 1,743명이 사망했고, 코로나바이러스감염증은 전 세계적 대유행이 지속되고 있는 상황임.

- WHO는 질병 중심으로 공중보건 위기를 정의하고 있으나, 기후변화에 따른 건강 영향이 지속되고 있음을 고려하면 그러한 개념을 수정해 기후변화를 국제적인 공중보건 위기로 다룰 필요가 있음(Harmer et al., 2020, p. 2).

□ 기후변화에 따른 신종 감염병의 영향 연구 확대 필요

○ 지금까지 기후변화에 따른 감염병의 영향에 대한 검토는 곤충·동물 매개 감염병, 수인성·식품 매개 감염병에 집중돼 왔음.

- 두 가지 분류의 감염병 역시 평가와 예측이 어렵기는 하지만, 기후변화가 매개체에 미치는 영향이 비교적 직관적으로 인지되는 측면이 있음.
- 그러나 두 가지 분류 내에서는 지금까지 알려진 여러 신종 바이러스 감염증을 포괄적으로 다루기 어려움.

○ 현재 장기적으로 유행의 기세가 꺾이지 않고 있는 코로나19에 대한 기후 요소의 영향이 평가돼 왔으며, 상당수의 연구가 관련성을 입증하고 있음.

- 대다수의 연구는 기온, 습도가 증가할수록 코로나19가 감소할 것으로 보고 있음.
  - 추운 환경은 면역반응을 억제해 바이러스 감염에 상대적으로 취약할 수 있고, 추운 계절에 사람들이 환기가 잘되지 않는 실내에 모이는 현상도 관련이 있음.
  - 또한 겨울철 건조한 공기는 더 오래 공기 중에 떠다니는 가볍고 건조한 에어로졸을 형성하게 됨.
- 일부 연구는 기온 증가와 코로나19가 양의 관련성을 갖는 것으로 주장했으나, 이것은 기온과 습도가 바이러스에 미치는 직접적인 영향보다는 전파 경로의 변화 때문인 것으로 설명하고 있음.
  - 뉴욕, 노르웨이 오슬로 등과 같은 도시를 대상으로 연구한 경우, 높은 인구밀도가 감염병 증가에 영향을 미쳤을 것으로 해석함.
  - 또한 일정 범위의 기온 증가로 사람들의 야외 활동이 증가해 개인 간 접촉이 증가할 수 있다고 평가함.

○ 향후 기후변화와 함께 다양한 요인을 고려한 신종 감염병 연구가 부문 간 협업으로 지속될 필요가 있음.

- 기후변화에 따른 기상 요소와 함께 인간의 면역력, 인구이동, 국가 정책에 대한 복합적인 검토가 필요함.
- 기후변화가 바이러스에 미치는 영향은 숙주의 밀도 및 행동, 국가의 방역 전략, 감염병에 대한 문화적, 사회적, 경제적 맥락에 따라 다르게 나타날 수 있음.



- 기온, 습도 등 기후 관련 요인, 시공간적 변화, 인구이동, 밀도 등 인간의 상호작용 등을 기반으로 한 분석과 시뮬레이션을 통해 감시를 강화하고 확산을 통제할 수 있는 전략을 마련해야 함.

### 제3절 기후변화 대응 감염병 정책 방향

□ 감염병과 관련한 보건복지부 소관 주요 법정계획들에서 기후변화에 대한 세 가지 측면의 일관된 기초

○ 국민 건강 및 미래 보건의료에 영향을 미칠 요인으로 ‘기후변화’를 상정함.

- 예를 들어 「보건의료발전계획(기초 연구)」은 미래 보건의료 정책 환경 변화를 가져올 요인 중 하나로 ‘기후환경 변화’를 제시하고, 여기에 미세먼지, 지구온난화, 환경오염의 문제 심각화를 포함해 설명함.

○ 기후변화와 일부 질환·감염병이 관련성이 있음을 제시함.

- 예를 들어 2021년부터 적용될 「제5차 국민건강증진종합계획」은 과거 기본틀을 개편해 ‘기후변화 질환’을 별도의 영역으로 추가할 예정임.
- ‘감염병 예방관리 기본계획’을 비롯한 다른 법정계획 역시 일부 감염병, 특히 수인성·식품 매개 감염병과 모기를 중심으로 한 곤충 매개 감염병 증가와 기후변화의 관련성에 주목하고 있음.

○ 마지막으로 기후변화와 감염병은 개별 부처 대응의 한계가 명확하므로 다부처 연계·협력·조정으로 대처해야 함을 강조하고 있고, ‘원헬스(One-Health+)’는 이를 압축적으로 표현하는 방향성이라 할 수 있음.

□ 다만 2020년 코로나19 팬데믹 상황에서 언론 등을 통해 제기되고 있는, 기후변화가 ‘신종’ 감염병 발생에 미치는 영향에 대해서는 정부 차원에서 여전히 신중히 접근하는 양상.

○ 환경부의 기후변화 평가는 신종 감염병 출현·유행과 기후변화의 직접적인 상관관계에 대해 근거와 연구가 부족함을 지적함(환경부, 2020, p.243).

○ 질병관리청의 ‘기후변화’ 정책 역시 그 관련성의 초점을 폭염, 한파, 미세먼지에 국한하고 있으며, 마찬가지로 ‘신종 감염병’ 정책에서 기후변화 요인을 제시하고 있지 않음.<sup>63)</sup>

63) 질병관리청 ‘정책정보’ 항목(<http://www.cdc.go.kr/contents.es?mid=a20301020100>에서 2020. 9. 24. 인출).

○ 현행 「감염병예방법」상의 감염병 분류 체계 역시 심각도와 전파력에 근거를 두고 있어 기후변화와의 직접적인 관련성에 초점을 둔 기준은 부재함.

- 제1급~제4급의 급(級)은 감염병의 신고 시기, 격리 수준 등을 쉽게 이해할 수 있도록 심각도, 전파력 등에 근거를 둔 분류 체계이므로 ‘기후변화’와 같은 감염원 또는 감염 기전을 반영하기에는 원천적인 한계가 있음.
- 감염원 또는 감염 경로상의 특징을 중심으로 한 분류(기생충감염병, 세계보건기구 감시 대상 감염병, 생물테러감염병, 성 매개 감염병, 인수(人獸)공통 감염병 및 의료 관련 감염병) 역시 ‘기후변화’를 고려한 분류로 보기 어려움.

□ 이상과 같은 한계에도 불구하고, 국민들뿐만 아니라 국내외 전문가 집단과 정부에 이르기까지 양자 간 연관 가능성 자체에 대해서는 긍정적 인식이 높아지고 있는 상황

○ ‘에코데믹(ecodemic)’이라는 신조어<sup>64)</sup> 등장과 코로나19 팬데믹 언론 보도<sup>65)</sup>에서 알 수 있듯 ‘환경 파괴 → 기후변화 → 생물다양성 감소·서식지 파괴 → 야생 동물과 인간 밀접 접촉 → 인수공통감염병 → 신종·변종 감염병 발생’의 일련의 관계에 대한 인식과 견해가 부각됨.

○ 국내 전문가 집단 내에서 신종 감염병 등장에서 기후변화가 중요한 초기 원인으로 작용했다는 인식이 존재함.<sup>66)</sup>

○ 코로나19와 같은 신종 감염병과 기후변화를 인과관계 차원에서 파악하는 것에 까지 나아가지 않았다 하더라도 관련 가능성 측면에서 보고는 꾸준히 제기됨.

- 예를 들어 2019년 란셋 카운트다운 보고서(Lancet Countdown report)는 기후 민감 감염병(climate-sensitive infectious disease)을 폭염, 기상이변, 기후 민감 질병, 식량안보·영양결핍 등과 함께 기후변화의 영향,

64) 마크 제롬 월터스 지음·이한음 옮김(2004).

65) 예를 들어, JTBC(2020. 3. 2.), [박상욱의 기후 1.5] 신종 감염병의 등장과 기후변화 ([http://news.jtbc.joins.com/article/article.aspx?news\\_id=NB11937735](http://news.jtbc.joins.com/article/article.aspx?news_id=NB11937735)에서 2020. 9. 24. 인출).

66) 한겨레(2020. 5. 19.), 전문가들 “새 감염병 발생 주기, 3년 이내로 단축될 것” (<http://www.hani.co.kr/arti/society/environment/945497.html>에서 2020. 9. 24. 인출).

노출, 취약성을 보여 주는 영역으로 제시함(Watts et al., 2019, p. 1839).

- 구체적으로 기후 민감 감염병에 뎅기열, 말라리아, 콜레라(V.cholerae) 및 병원성 비브리오(vibrio)를 포함함.

○ 정부의 기후변화 관련 대책과 보고들은 감염병과의 관련 가능성을 언급하면서 경우에 따라 구체적인 질병 종류까지 언급하고 있음.

- 범부처 감염병 대응 R&D의 초점 중 ‘기후변화’ 관련 감염병이 포함(국가과학기술심의회, 2016, vii)된 가운데, 동시에 운영되는 ‘감염병연구포럼’에는 기후변화 감염병 분과를 두고 중증열성혈소판감소증후군(SFTS), 쯔쯔가무시, 뎅기열, 일본뇌염, 삼일열말라리아, 지카바이러스를 대상으로 기술 개발과 대응 전략 마련을 강조함.<sup>67)</sup>
- ‘제2차 국가 기후변화 적응 대책(2016~2020)’의 건강 영역에서 ‘우리나라 기후변화 우선순위 리스크’로 “수인성·식품 매개 감염병, 곤충 매개 감염병 등 발생 위험 증가” 제시함(관계부처합동, 2015, p.243).
- 환경부(2020, p.243) 역시 기후변화 평가에 대한 보고에서 “기후변화와의 상관관계에 대한 연구는 미흡”하긴 하지만 계절성이 있거나 모기 등 곤충 매개 감염병들은 발생, 전파 및 유행에 기후변화가 영향을 미칠 수 있음을 언급함.
- 기후 요소에 영향을 받을 수 있는 감염병으로 쯔쯔가무시증, 렙토스피라 증 및 말라리아와 같은 곤충 및 설치류 매개 감염병과 장염 비브리오, 세균성 이질 등 수인성 및 식품 매개 감염병을 제시함.
- 질병관리청은 매개체 전파 질환 중 특히 뎅기열, 웨스트나일열, 황열, 치쿤 구니아열, 지카바이러스감염증 등은 “기후변화로 유입 가능성이 높은 매개체 전파 질환”으로 파악하고, 별도의 매개체 감시 체계(VectorNet)를 가동하고 있음.

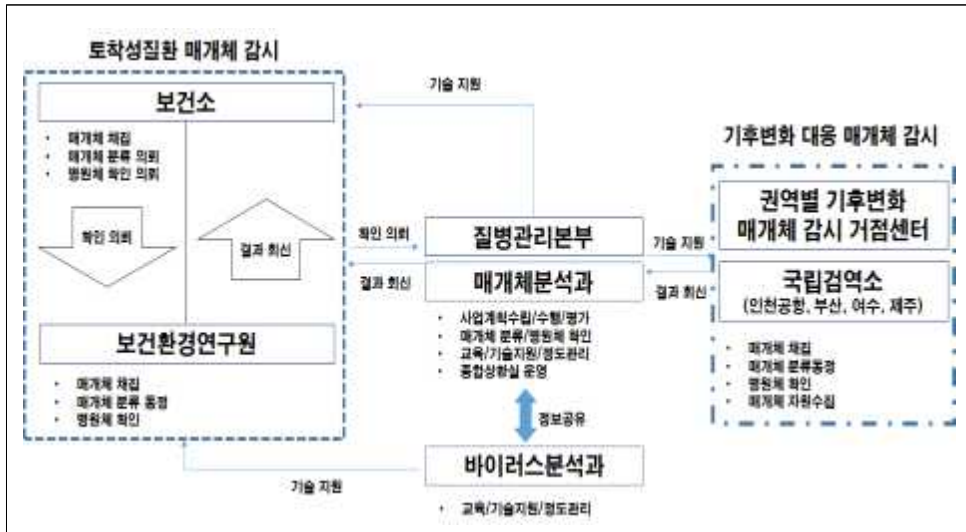
○ 입법부 역시 기후변화와 국민 건강에 대한 관련성을 전제한 법률안을 상정함

67) 질병관리청 범부처감염병대응R&D(<http://www.cdc.go.kr/contents.es?mid=a20401070402>에서 2020. 9. 24. 인출)

(20대 국회, 임기 만료로 폐기).

- 「기후변화에 대응한 국민건강관리에 관한 법률안」(의안번호 2004485) 및 「기후변화대응법안」(의안번호 200821)

[그림 4-2] 감염병 매개체 종합 감시 사업 체계도



자료: 질병관리본부. (2020). 2020년도 감염병 관리 사업 지침. 오송: 질병관리본부. p. 48.

□ 결론적으로, ‘기후변화-신종 감염병’의 인과관계 기전에 대해서는 지속적인 연구가 필요하나, 논리적으로 그 개연성이 존재하는 상황에서 두 영역의 주관 부서인 환경부와 보건복지부·질병관리청의 협업 강화 필요

○ 인간-가축-환경(야생 동물) 주관 부처의 협업: 보건복지부-농식품부-환경부

- WHO는 식품안전, 인수공통감염병, 항생제 내성 분야에서 공중보건 수준 향상을 위해 다양한 분야의 상호 소통과 협력 접근법을 강조함.
- CDC의 글로벌보건안보구상(Global Health Security Agenda, GHSA)에서도 인간과 동물 감염병 전문가, 국방, 안보 전문가의 다분야 협력 체계 구축이 필요함을 제시함.

○ 근거 축적

- 감염병 대응연구·개발(R&D)에서의 근거 축적.

- 원헬스(One Health)의 근거 마련: 인간-가축-야생 동물의 접촉 기회 증가에 따른 인수공통감염병 발생 추이.
- 건강 증진 및 보건의료 전달체계 관련 법정계획과 대책(보건복지부·질병관리청), 환경보건 분야 법정계획과 대책(환경부)에서 감염병 영역의 협력 강화.

○ 대응 단계에서의 연계 또는 환경부 역할 검토(기후 관련성 고려 필요).

- 감염병 위기 대응 시 단계(관심-주의-경계-심각)에서의 환경부 임무 확장.
  - 현재는 야생 동물의 대응과 자가격리 의료 폐기물 처리 관리에 국한.

〈표 4-1〉 감염병 위기 시의 환경부 역할

구분		임무·역할
위기경보 단계	심각(red)	○ 야생 동물 집단 서식지 출입 통제, 포획 등 적극적 대응
	경계(orange)	○ 야생 동물 폐사체 발생 시 질병 검사 및 모니터링 강화
	주의(yellow)	○ 인수공통감염병 관련 야생 동물 국내 유입 여부 및 경로 조사 ○ 야생 동물 질병 관리 체계 운영
	관심(blue)	○ 확진자, 밀접접촉자 자가격리 의료 폐기물 처리 관리
예방 (위기 발생 이전)		○ 국외 재난 상황 모니터링 ○ 주재국 유관 기관과의 업무 협조 체계 구축 점검 ○ 야생 동물 폐사체 발생 시 질병 검사 및 모니터링 강화 ○ 인수공통감염병 관련 야생 동물 국내 유입 여부 및 경로 조사 ○ 주요 감염 의심 야생 동물 서식지에서 사전 예방 조치 실시 ○ 야생 동물 질병 관리 체계 구축
감염병 위기 시 표준업무		○ 확진자, 밀접접촉자 자가격리 의료 폐기물 처리 관리

자료: 국회입법조사처. (2020). 코로나19(COVID-19) 대응 종합보고서. 국회입법조사처. p. 151.





## 〈국내 문헌〉

- 강공언, 마창진, 오경재. (2016). 전북지역 쯔쯔가무시증 발생과 기후요소의 상호 관련성. 한국 환경보건학회지, 42(1), 41-52.
- 고복실, 김건엽, 김신우, 이원기. (2019). 대구지역 급성설사질환 원인병원체 검출률과 기후요소의 상관성 변화. J Health Info Stat, 44(1), 32-40.
- 곽재원, 이종소, 한희찬, 김형수. (2013). 기후 인자를 이용한 한국의 말라리아 모형화 연구. 보건사회연구, 33(4), 547-569.
- 곽진. (2019). 2020년 감염병 분류체계 개편의 주요 변화와 1급감염병의 국가대응전략. 2019년 인천광역시 감염병포럼 발표자료. 질병관리본부 긴급상황센터.
- 관계부처합동. (2015). 제2차 국가 기후변화 적응대책 2016-2020.
- 국가과학기술심의회. (2016). 제2차 국가 감염병 위기대응 기술개발 추진전략(2017~2021). 국가과학기술심의회.
- 국무조정실 보도자료. (2015. 8. 31.) 신종감염병 대응 24시간 긴급상황실 설치 등 국가방역체계 개편.
- 국토교통부. (2020). 코로나19 역학조사 지원시스템.
- 국회입법조사처. (2020). 코로나19(COVID-19) 대응 종합보고서. 국회입법조사처.
- 기상청. (2020a). 2020년 여름철 기상특성. 기상청 보도자료(2020. 9. 8.).
- 기상청. (2020b). 한국 기후변화 평가보고서 2020: 기후변화 과학적 근거.
- 김동진, 신호성, 채수미. (2012). 기후변화가 설사병 발생에 미치는 영향 분석. 보건사회연구, 32(1), 281-297.
- 김상윤, 남기전, 허성구, 이선정, 최지훈, 박준규, 유창규. (2020). 기후 변화 적응을 위한 벡터 매개질병의 생태 모델 및 심층 인공 신경망 기반 공간-시간적 발병 모델링 및 예측. Korean Chem. Eng. Res.(화학공학), 58(2), 197-208.
- 김세형, 김영호. (2017). 한국 말라리아 발생의 공간 분포 변화 및 인문·환경 요인 분석. 한국지도학회지, 17(1), 71-85.
- 김승원, 김영호. (2014). 쯔쯔가무시증의 공간 분석 모형 비교. 한국지도학회지, 14(3), 41-54.
- 김시현, 장재연. (2010). 국내 기후변화 관련 감염병과 기상요인간의 상관성. 예방의학회지, 43(5), 436-444.
- 김인호, 이선규. (2020). 국제유행정보대응네트워크(GOARN) 소개. 주간 건강과 질병 제13권



- 제31호, 2289-2295. 오송: 질병관리본부.
- 김종규, 김중순. (2019). 우리나라에서 지난 10년간 노로바이러스 식중독 발생의 특징과 기후 요소와의 관련성. 한국환경보건학회지, 45(6), 622-629.
- 김종규. (2020). 우리나라에서 병원성 대장균 식중독 발생과 기후요소의 영향. 한국환경보건학회지, 46(3), 353-358.
- 김주혜, 박선엽. (2013). 매개모기의 서식환경과 토지이용 구조가 말라리아 발생에 미치는 영향-말라리아 고위험지역을 대상으로. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies, 16(3), 12-24.
- 나수미, 장혜지, 박소정, 이은영, 도지선, 홍승비, 이훈복. (2018). 네 가지 다른 온도가 흰줄숲 모기(Aedes albopictus) 유충 생장에 미치는 영향. 한국습지학회지, 20(2), 155-160.
- 마크 제롬 월터스 지음·이한음 옮김. (2004). 에코데믹 새로운 전염병이 몰려온다. 북갈럽.
- 박경진, 하상도, 오덕환. (2013). 미생물학적 식품안전을 위한 기후변화 영향 식품 및 식중독 세균 우선순위 결정. 한국식품위생안전성학회지, 28(1), 36-40.
- 박선엽, 한대권. (2012). 벡터매개 질병(vector-borne diseases) 공간역학을 중심으로 한 보건지리학의 최근 연구. 대한지리학회지, 47(5), 677-699.
- 박선엽. (2012). 원격탐사 자료를 이용한 말라리아 연구: 보건지리학적 과제와 전망. 한국지역지리학회지, 18(4), 473-493.
- 박지애, 김장묵, 이호성, 이해진. (2016). 기상요인과 식중독 발병의 연관성에 대한 빅 데이터 분석. 디지털융복합연구, 14(3), 319-327.
- 보건복지부. (2018). 공공보건의료 발전 종합대책, 오송: 보건복지부.
- 보건복지부, 한국건강증진개발원. (2015). 제4차 국민건강증진종합계획 2016~2020. 보건복지부-한국건강증진개발원.
- 보건복지부, 질병관리본부. (2018). 제2차 감염병 예방관리 기본계획: 원헬스(One Health) 기반 공동 대응체계 강화 2018~2022. 보건복지부, 질병관리본부.
- 보건복지부, 질병관리본부. (2019). 보도자료(2019. 12. 26.): 감염병 위기에 보다 신속하게 대응하기 위하여 내년부터 감염병 체계를 바꿉니다!
- 신호성, 윤시문, 정진욱, 김정선. (2015). 기후변화와 연령특성이 장염 발생에 미치는 영향. 보건사회연구, 35(1), 186-210.
- 신호성, 이수형. (2014). 기후변화 건강 취약성 평가지표 개발. 환경정책연구, 13(1), 69-93.
- 신호성. (2011). 기상요소와 지역 말라리아 발생자수의 상관관계. 보건사회연구, 31(1), 217-237.
- 여인권. (2012). 식중독 발생 예측모형. 한국데이터정보과학회지, 23(6), 1117-1125.

- 유성진, 이우균, 오수현, 변정연. (2012). 공간정보 구축 및 응용: GIS 기반 시공간정보를 이용한 건강부문의 기후변화 취약성 평가. 한국공간정보학회지, 20(2), 13-24.
- 윤태중, 조기중, 이미경, 정명섭, 배연재. (2010). 기후변화와 식품해충. 곤충연구지, 26, 27-30.
- 이덕형, 박기동. (2005). 국제보건규칙의 개정과 전염병 관리 및 검역체계 개선의 과제. 대한의사협회지, 48(8), 784-794.
- 이영곤, 최규현, 곽재원. (2018). 기상자료를 활용한 보건재난 연구: 쯔쯔가무시 감염병을 중심으로. J. Korean Soc. Hazard Mitig, 18(3), 343-350.
- 이해춘. (2011). 기후변화 질병의 경제적 영향과 적응 대책. 신안보연구, 171, 33-63.
- 정대현, 이육교, 신이현. (2015). 기온에 따른 일본뇌염 매개모기 발생 예측. Journal of The Korean Data Analysis Society, 17(1), 117-125.
- 정영호, 고숙자, 정형선, 이건설, 김윤, 윤석준, ..., 최지희. (2018). 보건의료발전계획 수립을 위한 기초 연구. 보건복지부, 한국보건사회연구원.
- 질병관리본부. (2020). 2020년도 감염병 관리 사업 지침. 오송:질병관리본부.
- 채수미, 김동진, 윤석준, 신호성. (2014). 기온과 지역특성이 말라리아 발생에 미치는 영향. 보건사회연구, 34(1), 436-455.
- 탁상우. (2020). 미국의 공중보건위기 대응 체계와 코로나바이러스감염증-19. 국제사회보장리뷰, 2020(여름), 5-20.
- 한국보건산업진흥원. (2017). 보건의료 RnD 전문가 리포트(국내외 감염병 대비대응 동향).
- 환경부. (2020). 한국 기후변화 평가보고서 2020: 기후변화 영향 및 적응. 세종: 환경부.

### 〈국외 문헌〉

- Ali, S., Serenam, G., Alexandra, H., Houle L., Ivory, J., Kersten, S., ... Rothenberg, E. (2017). Environmental and social change explain the explosive emergence of Zika virus in the Americas. PLoS Negl. Trop. 11, 675-683.
- Al-Rousan, N., & Al-Najjar, H. (2020). The correlation between the spread of COVID-19 infections and weather variables in 30 Chinese provinces and the impact of Chinese government mitigation plans. European review for medical and pharmacological sciences, 24(8), 4565-4571. doi:10.26355/eurrev\_202004\_21042
- Angelini, R., Finarelli, AC, Angelini, P., Po, C., Petropulacos, K., Silvi, G., Macini P, Fortuna C, Venturi G, Magurano F, et al. (2007). Chikungunya in

- north-eastern Italy: a summing up of the outbreak. *Euro Surveill.* 12(47), E071122.
- Auler, A. C., Cassaro, F., da Silva, V. O., & Pires, L. F. (2020). Evidence that high temperatures and intermediate relative humidity might favor the spread of COVID-19 in tropical climate: A case study for the most affected Brazilian cities. *The Science of the total environment*, 729, 139090. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.139090
- Ayieko Philip, Akumu, A.O., Griffiths, U.K. (2009). The economic burden of inpatient paediatric care in Kenya: household and provider costs for treatment of pneumonia, malaria and meningitis. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, 7(3), 1-13.
- Azuma, K., Kagi, N., Kim, H., & Hayashi, M. (2020). Impact of climate and ambient air pollution on the epidemic growth during COVID-19 outbreak in Japan. *Environmental research*, 190, 110042. doi:10.1016/j.envres.2020.110042
- Smith, B., & Fazil, A. (2019). How will climate change impact microbial foodborne disease in Canada? *Can. Commun. Dis. Rep.*, 45(4), 108-113.
- Bashir, M. F., Ma, B., Bilal, Komal, B., Bashir, M. A., Tan, D., & Bashir, M. (2020). Correlation between climate indicators and COVID-19 pandemic in New York, USA. *The Science of the total environment*, 728, 138835. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.138835
- Baylis, M. (2017). Potential impact of climate change on emerging vector-borne and other infections in the UK. *Baylis Environmental Health*. 16(Suppl 1):112.
- Benedetti, F., Pachetti, M., Marini, B., Ippodrino, R., Gallo, R. C., Ciccozzi, M., & Zella, D. (2020). Inverse correlation between average monthly high temperatures and COVID-19-related death rates in different geographical areas. *Journal of translational medicine*, 18(1), 251. doi:10.1186/s12967-020-02418-5
- Bhandari, D., Bi, P., Sherchand, J. B., Dhimal, M., & Hanson-Easey, S. (2020). Assessing the effect of climate factors on childhood diarrhoea burden in Kathmandu, Nepal. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 223(1), 199-206.
- Biktasheva, I. V. (2020). Role of a habitat's air humidity in Covid-19 mortality. *The*

- Science of the total environment, 736, 138763.  
doi:10.1016/j.scitotenv.2020.138763
- Lyon, B., Dinku, T., Raman, A., & Thomson, M. C. (2017). Temperature suitability for malaria climbing the Ethiopian Highlands. *Environmental Research Letters*, 12(6), 064015.
- Brubacher, J., Allen, D. M., Déry, S. J., Parkes, M. W., Chhetri, B., Mak, S., ... & Takaro, T. K. (2020). Associations of five food-and water-borne diseases with ecological zone, land use and aquifer type in a changing climate. *Science of The Total Environment*, 728, 138808.
- Bukhari, Q., Massaro, J. M., D'Agostino, R. B., Sr, & Khan, S. (2020). Effects of Weather on Coronavirus Pandemic. *International journal of environmental research and public health*, 17(15), 5399. doi:10.3390/ijerph17155399
- Cash, B. A., Rodó, X., Emch, M., Yunus, M. D., Faruque, A. S., & Pascual, M. (2014). Cholera and shigellosis: different epidemiology but similar responses to climate variability. *PloS one*, 9(9), e107223.
- Campbell-Lendrum, D., Manga, L., Bagayoko, M., & Sommerfeld, J. (2015). Climate change and vector-borne diseases: what are the implications for public health research and policy?. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370(1665), 20130552.
- Caminade, C., Medlock, J. M., Ducheyne, E., McIntyre, K. M., Leach, S., Baylis, M., & Morse, A. P. (2012). Suitability of European climate for the Asian tiger mosquito *Aedes albopictus*: recent trends and future scenarios. *Journal of the Royal Society Interface*, 9(75), 2708-2717.
- Casadevall, A. (2020). Climate change brings the specter of new infectious diseases. *J Clin Invest*, 130(2), 553-555.
- CDC. (2011). A CDC Framework for Preventing Infectious Diseases: Sustaining the Essentials and Innovating for the Future.  
<https://www.cdc.gov/ddid/docs/ID-Framework.pdf>에서 2020. 10. 19. 인출.
- CDC. (2013). Progress Report on A CDC Framework for Preventing Infectious Diseases: Sustaining the Essentials and Innovationg for the Future.  
<https://www.cdc.gov/ddid/docs/ID-Framework-Progress-Report.pdf>에서 2020. 10. 19. 인출.

- CDC. (2020a). A National Public Health Framework for the Prevention and Control of Vector-Borne Diseases in Humans. pp. 8-12.
- CDC. (2020b). Climate and Health Adaptation in Action: Success of CDC's Climate-Ready States and Cities Initiative.  
[https://www.cdc.gov/climateandhealth/docs/climate-health-successes\\_508.pdf](https://www.cdc.gov/climateandhealth/docs/climate-health-successes_508.pdf)에서 2020. 10. 19. 인출.
- Chan, E. Y., Ho, J. Y., Hung, H. H., Liu, S., & Lam, H. C. (2019). Health impact of climate change in cities of middle-income countries: the case of China. *British medical bulletin*, 130(1), 5-24.
- Chen, M. J., Lin, C. Y., Wu, Y. T., Wu, P. C., Lung, S. C., & Su, H. J. (2012). Effects of extreme precipitation to the distribution of infectious diseases in Taiwan, 1994-2008. *PloS one*, 7(6), e34651.
- Cheun, H. I., Cho, S. H., Lee, H. I., Shin, E. H., Lee, J. S., Kim, T. S., & Lee, W. J. (2011). Seasonal prevalence of mosquitoes, including vectors of Brugian filariasis, in southern islands of the Republic of Korea. *The Korean Journal of Parasitology*, 49(1), 59.
- Chhetri, B. K., Galanis, E., Sobie, S., Brubacher, J., Balshaw, R., Otterstatter, M., ... & Takaro, T. K. (2019). Projected local rain events due to climate change and the impacts on waterborne diseases in Vancouver, British Columbia, Canada. *Environmental Health*, 18(1), 1-9.
- Chhetri, B. K., Takaro, T. K., Balshaw, R., Otterstatter, M., Mak, S., Lem, M., ... & Galanis, E. (2017). Associations between extreme precipitation and acute gastro-intestinal illness due to cryptosporidiosis and giardiasis in an urban Canadian drinking water system (1997-2009). *Journal of Water and Health*, 15(6), 898-907..
- Cissé, G. (2019). Food-borne and water-borne diseases under climate change in low- and middle-income countries: Further efforts needed for reducing environmental health exposure risks. *Acta Trop*, 194(1), 181-188.
- Confalonieri, U., Menne, B., Akhtar, R., Ebi, K., Hauengue, M., Kovats, R., ... & Hanson, C. E. (2007). Human health (pp. 391-431). Cambridge University Press, Cambridge.
- D'Souza, R. M., Becker, N. G., Hall, G., & Moodie, K. B. (2004). Does ambient

- temperature affect foodborne disease?. *Epidemiology*, 86-92.
- Danis, K., Baka, A., Lenglet, A., Van Bortel, W., Terzaki, I., Tseroni, M., ... & Kremastinou, J. (2011). Autochthonous *Plasmodium vivax* malaria in Greece, 2011. *Eurosurveillance*, 16(42), 19993.
- Di, D. Y., Lee, A., Jang, J., Han, D., & Hur, H. G. (2017). Season-specific occurrence of potentially pathogenic *Vibrio* spp. on the southern coast of South Korea. *Applied and environmental microbiology*, 83(3).
- Dzingirai, V., Bukachi, S., Leach, M., Mangwanya, L., Scoones, I., & Wilkinson, A. (2017). Structural drivers of vulnerability to zoonotic disease in Africa. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 372(1725), 20160169.
- ECDC. (2014). ECDC strategic multi-annual programme 2014-2020. Stockholm: European Centre for Disease Prevention and Control.
- ECDC. (2017). Towards One Health preparedness. Stockholm: European Centre for Disease Prevention and Control.
- ECDC. (2020a). Annual report of the Director – 2019. Stockholm: European Centre for Disease Prevention and Control.
- ECDC. (2020b). Single Programming Document 2020-2022. Stockholm: European Centre for Disease Prevention and Control.
- Egbenewe-Mondzozo, A., Musumba, M., McCarl, B. A., & Wu, X. (2011). Climate change and vector-borne diseases: an economic impact analysis of malaria in Africa. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(3), 913-930.
- Fazzini, M., Baresi, C., Bisci, C., Bna, C., Cecili, A., Giuliacci, A., Illuminati, S., Pregliasco, F., & Miccadei, E. (2020). Preliminary Analysis of Relationships between COVID19 and Climate, Morphology, and Urbanization in the Lombardy Region (Northern Italy). *International journal of environmental research and public health*, 17(19), 6955. doi:10.3390/ijerph17196955
- Gage, K. L., Burkot, T. R., Eisen, R. J., & Hayes, E. B. (2008). Climate and vectorborne diseases, *American Journal of Preventive Medicine*, 35, 436-450.
- Goswami, K., Bharali, S., & Hazarika, J. (2020). Projections for COVID-19 pandemic in India and effect of temperature and humidity. *Diabetes &*

- metabolic syndrome, 14(5), 801-805. doi:10.1016/j.dsx.2020.05.045
- Grimm, N. B., Chapin III, F. S., Bierwagen, B., Gonzalez, P., Groffman, P. M., Luo, Y., ... & Williamson, C. E. (2013). The impacts of climate change on ecosystem structure and function. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(9), 474-482.
- Harmer, A., Eder, B., Gepp, S., Leetz, A., & van de Pas, R. (2020). Who should declare climate change a public health emergency. *Bmj*, 368.
- Harris, M., Caldwell, J. M., & Mordecai, E. A. (2019). Climate drives spatial variation in Zika epidemics in Latin America. *Proceedings of the Royal Society B*, 286(1909), 20191578.
- Hay, S. I., Cox, J., Rogers, D. J., Randolph, S. E., Stern, D. I., Shanks, G. D., ... & Snow, R. W. (2002). Climate change and the resurgence of malaria in the East African highlands. *Nature*, 415(6874), 905-909.
- Huang, Z., Huang, J., Gu, Q., Du, P., Liang, H., & Dong, Q. (2020). Optimal temperature zone for the dispersal of COVID-19. *The Science of the total environment*, 736, 139487. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.139487
- Hwang, S. M., Yoon, S. J., Jung, Y. M., Kwon, G. Y., Jo, S. N., Jang, E. J., & Kwon, M. O. (2016). Assessing the impact of meteorological factors on malaria patients in demilitarized zones in Republic of Korea. *Infectious diseases of poverty*, 5(1), 20.
- Iqbal, M. M., Abid, I., Hussain, S., Shahzad, N., Waqas, M. S., & Iqbal, M. J. (2020). The effects of regional climatic condition on the spread of COVID-19 at global scale. *The Science of the total environment*, 739, 140101. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.140101
- Jang, J. H., Lee, J. H., Je, M. K., Cho, M. J., Bae, Y. M., Son, H. S., & Ahn, I. (2015). Correlations between the incidence of national notifiable infectious diseases and public open data, including meteorological factors and medical facility resources. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, 48(4), 203.
- Japan Cabinet. (2015). National Plan for Adaptation to the Impacts of Climate Change. <http://www.env.go.jp/en/focus/docs/files/20151127-101.pdf>에서 2020. 10. 19. 인출

- Japan Ministry of Environment. (2017). STOP GLOBAL WARMING 2017.  
<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/knowledge/Stop2017e.pdf>에서 2020.  
 10. 19. 인출
- Jiang, Y., Wu, X. J., & Guan, Y. J. (2020). Effect of ambient air pollutants and meteorological variables on COVID-19 incidence. *Infection control and hospital epidemiology*, 41(9), 1011-1015. doi:10.1017/ice.2020.222
- Joshi, Y. P., Kim, E. H., & Cheong, H. K. (2017). The influence of climatic factors on the development of hemorrhagic fever with renal syndrome and leptospirosis during the peak season in Korea: an ecologic study. *BMC infectious diseases*, 17(1), 1-11.
- Joshi, Y. P., Kim, E. H., Kim, J. H., Kim, H., & Cheong, H. K. (2016). Associations between meteorological factors and aseptic meningitis in six metropolitan provinces of the republic of Korea. *International journal of environmental research and public health*, 13(12), 1193.
- Joshi, Y. P., Kim, J. H., Kim, H., & Cheong, H. K. (2018). Impact of drinking water quality on the development of enteroviral diseases in Korea. *International journal of environmental research and public health*, 15(11), 2551.
- Juni, P., Rothenbuhler, M., Bobos, P., Thorpe, K. E., da Costa, B. R., Fisman, D. N., Slutsky, A. S., & Gesink, D. (2020). Impact of climate and public health interventions on the COVID-19 pandemic: a prospective cohort study. *CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne*, 192(21), 566-573. doi:10.1503/cmaj.200920
- Kastner, M., Tricco, A. C., Soobiah, C., Lillie, E., Perrier, L., Horsley, T., & Straus, S. E. (2012). What is the most appropriate knowledge synthesis method to conduct a review? Protocol for a scoping review. *BMC Medical Research Methodology*, 12(1), 114.
- Kim, S. J., Kim, S. H., Jo, S. N., Gwack, J., Youn, S. K., & Jang, J. Y. (2013). The long and short incubation periods of *Plasmodium vivax* malaria in Korea: the characteristics and relating factors. *Infection & chemotherapy*, 45(2), 184-193.
- Kim, Y. M., Park, J. W., & Cheong, H. K. (2012). Estimated effect of climatic variables on the transmission of *Plasmodium vivax* malaria in the Republic of



- Korea. Environmental health perspectives, 120(9), 1314-1319.
- Kim, Y. S., Park, K. H., Chun, H. S., Choi, C., & Bahk, G. J. (2015). Correlations between climatic conditions and foodborne disease. Food Research International, 68, 24-30.
- Kim, Y. W., Lee, S. H., Hwang, I. G., & Yoon, K. S. (2012). Effect of temperature on growth of *Vibrio paraphemolyticus* and *Vibrio vulnificus* in flounder, salmon sashimi and oyster meat. International Journal of Environmental Research and Public Health, 9(12), 4662-4675.
- Kodera, S., Rashed, E. A., & Hirata, A. (2020). Correlation between COVID-19 Morbidity and Mortality Rates in Japan and Local Population Density, Temperature, and Absolute Humidity. International journal of environmental research and public health, 17(15), 5477. doi:10.3390/ijerph17155477
- Kodhiambo, M. O., Oyugi, J. O., & Amugune, B. K. (2020). Modelling the household cost of paediatric malaria treatment in a rural county in Kenya: do non-user fee payments matter? A partial cost of illness analysis. BMJ open, 10(3), e033192.
- Kuhn, K. G., Campbell-Lendrum, D. H., Armstrong, B., & Davies, C. R. (2003). Malaria in Britain: past, present, and future. Proceedings of the National Academy of Sciences, 100(17), 9997-10001.
- Kwak, J., Noh, H., Kim, S., Singh, V. P., Hong, S. J., Kim, D., ... & Kim, H. S. (2014). Future climate data from RCP 4.5 and occurrence of malaria in Korea. International journal of environmental research and public health, 11(10), 10587-10605.
- Kwon, Y. S., Bae, M. J., Chung, N., Lee, Y. R., Hwang, S., Kim, S., ... & Park, Y. S. (2015). Modeling occurrence of urban mosquitos based on land use types and meteorological factors in korea. International journal of environmental research and public health, 12(10), 13131-13147.
- Lee, H. W., Park, S. H., Na, B. K., Kim, H. C., Klein, T. A., Jeon, B. Y., ..., & Chung, M. K. (2017). Changing Vivax Malaria Transmission Features in the Republic of Korea during 2013-2014. Journal of Tropical Diseases. 5(1), 1000231.
- Lee, H., Kim, J. E., Lee, S., & Lee, C. H. (2018). Potential effects of climate change on dengue transmission dynamics in Korea. PLoS One, 13(6), e0199205.

- Lee, J. S., & Farlow, A. (2019). The threat of climate change to non-dengue-endemic countries: increasing risk of dengue transmission potential using climate and non-climate datasets. *BMC public health*, 19(1), 934.
- Lee, S. H., Nam, K. W., Jeong, J. Y., Yoo, S. J., Koh, Y. S., Lee, S., ... & Lee, K. H. (2013). The effects of climate change and globalization on mosquito vectors: evidence from Jeju Island, South Korea on the potential for Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*) influxes and survival from Vietnam rather than Japan. *PloS one*, 8(7), e68512.
- Lee, Y., Choi, K., & Kwak, J. (2018). A Study on the Public Health Disasters using Meteorological Factor: Scrub Typhus in South Korea. *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*, 18(3), 343-350.
- Li, A. Y., Hannah, T. C., Durbin, J. R., Dreher, N., McAuley, F. M., Marayati, N. F., ... & Choudhri, T. F. (2020). Multivariate analysis of black race and environmental temperature on COVID-19 in the US. *The American journal of the medical sciences*, 360(4), 348-356.
- Li, H., Xu, X. L., Dai, D. W., Huang, Z. Y., Ma, Z., & Guan, Y. J. (2020). Air pollution and temperature are associated with increased COVID-19 incidence: A time series study. *International journal of infectious diseases : IJID : official publication of the International Society for Infectious Diseases*, 97, 278-282. doi:10.1016/j.ijid.2020.05.076
- Lin, H., Yang, L., Liu, Q., Wang, T., Hossain, S. R., Ho, S. C., & Tian, L. (2012). Time series analysis of Japanese encephalitis and weather in Linyi City, China. *International journal of public health*, 57(2), 289-296.
- Linthicum, K. J., Anyamba, A., Killenbeck, B., Lee, W. J., Lee, H. C. S., Klein, T. A., ... & Tucker, C. J. (2014). Association of temperature and historical dynamics of malaria in the Republic of Korea, including reemergence in 1993. *Military medicine*, 179(7), 806-814.
- Liu, Z., Tong, M. X., Xiang, J., Dear, K., Wang, C., Ma, W., ... & Bi, P. (2020). Daily Temperature and Bacillary Dysentery: Estimated Effects, Attributable Risks, and Future Disease Burden in 316 Chinese Cities. *Environmental health perspectives*, 128(5), 057008.

- Ma, Y., Zhao, Y., Liu, J., He, X., Wang, B., Fu, S., ... & Luo, B. (2020). Effects of temperature variation and humidity on the death of COVID-19 in Wuhan, China. *Science of The Total Environment*, 138226.
- Macherera, M., Chimbari, M.J., & Mukaratirwa, S. (2017). Indigenous environmental indicators for malaria: a district study in Zimbabwe. *Acta Trop*, 175, 50-59.
- Mandal, C. C., & Panwar, M. S. (2020). Can the summer temperatures reduce COVID-19 cases?. *Public health*, 185, 72-79. doi: 10.1016/j.puhe.2020.05.065
- Masuoka, P., Klein, T. A., Kim, H. C., Claborn, D. M., Achee, N., Andre, R., ... & Suk, H. Y. (2010). Modeling the distribution of *Culex tritaeniorhynchus* to predict Japanese encephalitis distribution in the Republic of Korea. *Geospatial health*, 45-57.
- McArthur, D. B. (2019). Emerging Infectious Diseases. *Nursing Clinics*, 54(2), 297-311.
- Mendez-Arriaga, F. (2020). The temperature and regional climate effects on communitarian COVID-19 contagion in Mexico throughout phase 1. *The Science of the total environment*, 735, 139560. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.139560
- Menebo, M. M. (2020). Temperature and precipitation associate with Covid-19 new daily cases: A correlation study between weather and Covid-19 pandemic in Oslo, Norway. *The Science of the total environment*, 737, 139659. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.139659
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Prisma Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS med*, 6(7), e1000097.
- Morens, D.M., Folkers, G.K., & Fauci A.S. (2004). The challenge of emerging and reemerging infectious diseases. *Nature*, 430(6996), 242-249.
- Pan American Health Organization/World Health Organization. (2018). Zika suspected and confirmed cases reported by countries and territories in the Americas: cumulative cases. 2015-2017.
- Pani, S. K., Lin, N. H., & RavindraBabu, S. (2020). Association of COVID-19

- pandemic with meteorological parameters over Singapore. *The Science of the total environment*, 740, 140112. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.140112
- Parham, P. E., & Michael, E. (2010). Modelling climate change and malaria transmission. In *Modelling Parasite Transmission and Control* (pp. 184-199). Springer, New York, NY.
- Park, J. W. (2011). Changing transmission pattern of *Plasmodium vivax* malaria in the Republic of Korea: relationship with climate change. *Environmental health and toxicology*, 26.
- Park, S., Kim, J., & Choi, J. (2014). Influences of human residence and environmental factors on malaria incidence in Korea. *한국지역지리학회지*, 20(3), 334-343.
- Parkes, M.W., & Horwitz, P. (2016). Ecology and ecosystems as foundational for health *Environmental Health: From Global to Local*(3rd ed.), Jossey-Bass: 27-58.
- Parry, M. L., Canziani, O. F., Palutikof, J. P., Van Der Linden, P. J., & Hanson, C. E. (2007). IPCC, 2007: climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, UK.  
<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg2-chapter8-1.pdf>  
 에서 2020. 7. 6. 인출.
- Pascual, M., Ahumada, J. A., Chaves, L. F., Rodo, X., & Bouma, M. (2006). Malaria resurgence in the East African highlands: temperature trends revisited. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(15), 5829-5834.
- Prata, D. N., Rodrigues, W., & Bermejo, P. H. (2020). Temperature significantly changes COVID-19 transmission in (sub)tropical cities of Brazil. *The Science of the total environment*, 729, 138862. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.138862
- Qi, H., Xiao, S., Shi, R., Ward, M. P., Chen, Y., Tu, W., ... & Zhang, Z. (2020). COVID-19 transmission in Mainland China is associated with temperature and humidity: A time-series analysis. *Science of the Total Environment*, 138778.
- Rocklöv, J., & Robert, D. (2020). Climate change: an enduring challenge for

- vector-borne disease prevention and control. *Nat Immunol*, 21(5), 479-483.
- Roiz, D., Neteler, M., Castellani, C., Arnoldi, D., & Rizzoli, A. (2011). Climatic factors driving invasion of the tiger mosquito (*Aedes albopictus*) into new areas of Trentino, northern Italy. *PloS one*, 6(4), e14800.
- Rosario, D., Mutz, Y. S., Bernardes, P. C., & Conte-Junior, C. A. (2020). Relationship between COVID-19 and weather: Case study in a tropical country. *International journal of hygiene and environmental health*, 229, 113587. doi:10.1016/j.ijheh.2020.113587
- Rouen, A., Adda, J., Roy, O., Rogers, E., & Levy, P. (2020). COVID-19: relationship between atmospheric temperature and daily new cases growth rate. *Epidemiology and infection*, 148, e184. doi:10.1017/S0950268820001831
- Rubin, D., Huang, J., Fisher, B. T., Gasparrini, A., Tam, V., Song, L., ... & Tasian, G. (2020). Association of social distancing, population density, and temperature with the instantaneous reproduction number of SARS-CoV-2 in counties across the United States. *JAMA network open*, 3(7), e2016099-e2016099.
- Sahin, M. (2020). Impact of weather on COVID-19 pandemic in Turkey. *The Science of the total environment*, 728, 138810. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.138810
- Sajadi, M. M., Habibzadeh, P., Vintzileos, A., Shokouhi, S., Miralles-Wilhelm, F., & Amoroso, A. (2020). Temperature, Humidity, and Latitude Analysis to Estimate Potential Spread and Seasonality of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *JAMA network open*, 3(6), e2011834. doi:10.1001/jamanetworkopen.2020.11834
- Scafetta, N. (2020). Distribution of the SARS-CoV-2 Pandemic and Its Monthly Forecast Based on Seasonal Climate Patterns. *International journal of environmental research and public health*, 17(10), 3493. doi:10.3390/ijerph17103493
- Schijve J., Bouwknegt M., Husman R.A.M., & Rutjes S.B. (2013). A decision support tool to compare waterborne and foodborne infection and/or illness risks associated with climate change: climate change tool for food-waterborne infection risk. *Risk Anal*, 33(12), 2154-2167.
- Semenza, J.C., Herbst, S., Rechenburg, A., Suk, J.E., Höser, C., Schreiber, C., &

- Kistemann, T. (2012). Climate change impact assessment of food- and waterborne diseases. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol*, 42(8), 857-890.
- Shahzad, K., Shahzad, U., Iqbal, N., Shahzad, F., & Fareed, Z. (2020). Effects of climatological parameters on the outbreak spread of COVID-19 in highly affected regions of Spain. *Environmental science and pollution research international*, 27(31), 39657-39666. doi:10.1007/s11356-020-10551-3
- Shi, P., Dong, Y., Yan, H., Zhao, C., Li, X., Liu, W., ... & Xi, S. (2020). Impact of temperature on the dynamics of the COVID-19 outbreak in China. *Science of The Total Environment*, 138890.
- Song, Y. J., Cheong, H. K., Ki, M., Shin, J. Y., Hwang, S. S., Park, M., ... & Lim, J. (2018). The epidemiological influence of climatic factors on shigellosis incidence rates in Korea. *International journal of environmental research and public health*, 15(10), 2209.
- Sudre, B., Rossi, M., Van Bortel, W., Danis, K., Baka, A., Vakalis, N., & Semenza, J. C. (2013). Mapping environmental suitability for malaria transmission, Greece. *Emerging infectious diseases*, 19(5), 784.
- Tabachnick, W.J. (2010). Challenges in predicting climate and environmental effectson vector-borne disease episystems in a changing world. *J Exp Biol*, 213, 946-954.
- Tosepu, R., Gunawan, J., Effendy, D. S., Ahmad, O., Lestari, H., Bahar, H., & Asfian, P. (2020). Correlation between weather and Covid-19 pandemic in Jakarta, Indonesia. *The Science of the total environment*, 725, 138436. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.138436
- Turgeon, P., Michel, P., Levallois, P., Archambault, M., & Ravel, A. (2011). Fecal contamination of recreational freshwaters: the effect of time-independent Agroenvironmental factors. *Water Quality, Exposure and Health*, 3(2), 109.
- USGCRP. (2016). *The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment*.
- Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Belesova, K., Boykoff, M., ... & Montgomery, H. (2019). The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. *The Lancet*, 394(10211), 1836-1878.

- Wei, J., Hansen, A., Zhang, Y., Li, H., Liu, Q., Sun, Y., ... & Bi, P. (2014). The impact of climate change on infectious disease transmission: perceptions of CDC health professionals in Shanxi Province, China. *PLoS One*, 9(10), e109476.
- WHO. (2012). *Research Priorities for Zoonoses and Marginalized Infections*. Geneva: World Health Organization.
- WHO. (2014). *Ebola Strategy: Ebola and Marburg Virus Disease Epidemics: Preparedness, Alert, Control, and Evaluation*. Geneva: World health organization.
- WHO. (2016). *Zika Strategic Response plan*. Geneva: World health organization.
- WHO. (2017). *Global vector control response 2017-2030*. Geneva: World Health Organization.
- WHO. (2018a). *The World Health Organization: working for better health for everyone, everywhere*.
- WHO. (2018b). *Managing epidemics: Key facts about major deadly diseases*. Geneva: World health organization.
- WHO. (2019). *THIRTEENTH GENERAL PROGRAMME OF WORK 2019-2023*.
- WHO Regional Office for the Western Pacific. (2017). *Asia pacific Strategy for Emerging Disease and Public Health Emergencies-Advancing implement of the International Health Regulations(2005)*. WHO Western Pacific Region.
- Wilcox, B. A., Echaubard, P., de Garine-Wichatitsky, M., & Ramirez, B. (2019). Vector-borne disease and climate change adaptation in African dryland social-ecological systems. *Infectious diseases of poverty*, 8(1), 1-12.
- WMO·WHO. (2012). *Atlas of health and climate*. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization.
- Wu, X., Lu, Y., Zhou, S., Chen, L., & Xu, B. (2016). Impact of climate change on human infectious disease: Empirical evidence and human adaptation. *Environment International*, 86, 14-23.
- Xiang, J., Hansen, A., & Liu, Q. (2018). Association between malaria incidence and meteorological factors: a multi-location study in China, 2005-2012. *Epidemiol Infect*, 146, 89-99.
- Xie, J., & Zhu, Y. (2020). Association between ambient temperature and COVID-19

- infection in 122 cities from China. The Science of the total environment, 724, 138201. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.138201
- Yoon, S. J., Oh, I. H., Seo, H. Y., & Kim, E. J. (2014). Measuring the burden of disease due to climate change and developing a forecast model in South Korea. Public health, 128(8), 725-733.
- Zhang Y., Bi P., Hiller J.E. (2010). Climate variations and Salmonella infection in Australian subtropical and tropical regions. Science of The Total Environment, 408(3), 524-530.
- Zhao, Y., Zhu, Y., Zhu, Z., & Qu, B. (2016). Association between meteorological factors and bacillary dysentery incidence in Chaoyang city, China: an ecological study. BMJ, 6(12), e013376.

#### 〈웹페이지(웹페이지명 국문, 영문 순)〉

도쿄도 보건연구소 홈페이지. 感染症媒介蚊サーベイランス.

[http://www.tokyo-eiken.go.jp/kj\\_kankyo/mosquito/](http://www.tokyo-eiken.go.jp/kj_kankyo/mosquito/)에서 2020. 10. 13. 인출.

메디파나뉴스. (2020. 5. 28.). ‘치매-중독-자살예방’, 향후 10년 국민건강정책 핵심 자리매김

[http://m.medipana.com/index\\_sub.asp?NewsNum=257555](http://m.medipana.com/index_sub.asp?NewsNum=257555)에서 2020. 9. 28. 인출.

법제처 국가법령정보센터(<http://www.law.go.kr/LSW/main.html>)

한겨레. (2020. 5. 19.). 전문가들 “새 감염병 발생 주기, 3년 이내로 단축될 것”

<http://www.hani.co.kr/arti/society/environment/945497.html>에서 2020. 9. 24. 인출.

후생노동성 홈페이지. 感染症法に基づく医師の届出のお願い.

[https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryuu/kenkou/kekaku-kansenshou/kekaku-kansenshou11/01.html#list01](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/kekaku-kansenshou/kekaku-kansenshou11/01.html#list01)에서 2020. 10. 13. 인출.

후생노동성 홈페이지. 感染症発生動向調査について.

<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000115283.html>에서 2020. 10. 19. 인출.

후생노동성. Implementation Manual for the National Epidemiological Surveillance of Infectious Diseases Program.

<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000488981.pdf>에서 2020. 10. 14.



인출.

CDC 홈페이지. CDC Policy.

<https://www.cdc.gov/climateandhealth/policy.htm>에서 2020. 10. 19. 인출.

CDC 홈페이지. CDC's Buidling Resiliance Against Climate Effects (BRACE) Framework.

<https://www.cdc.gov/climateandhealth/BRACE.htm>에서 2020. 7. 22. 인출.

CDC 홈페이지. CDC's Infectious Disease National Centers.

<https://www.cdc.gov/ddid/centers.html>에서 2020. 10. 19. 인출.

CDC 홈페이지. Emerging Infections Program. About EIP.

<https://www.cdc.gov/ncezid/dpei/eip/eip-about.html>에서 2020. 10. 8. 인출.

CDC 홈페이지. The Story of the Rift Valley Fever Virus Vaccine.

<https://www.cdc.gov/onehealth/in-action/rvf-vaccine.html>에서 2020. 10. 19. 인출.

CDC 홈페이지. Vector-Borne Disease Regional Centers of Excellence.

<https://www.cdc.gov/ncezid/dvbd/about/prepare-nation/coe.html>에서 2020. 10. 19. 인출.

CDC 홈페이지. (2018). DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC).

[https://www.cdc.gov/about/organization/cio-orgcharts/pdfs/CDC\\_Official.pdf](https://www.cdc.gov/about/organization/cio-orgcharts/pdfs/CDC_Official.pdf)에서 2020. 7. 22. 인출.

Coronaborad. <https://coronaboard.kr/en/>에서 2020. 12. 14. 인출.

ECDC 홈페이지. Digital Transformation Services Unit.

<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/who-we-are/units/digital-transformation-services-unit-dts>에서 2020. 9. 30. 인출.

ECDC 홈페이지. Disease and laboratory networks.

<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-uswho-we-work/disease-and-laboratory-networks>에서 2020. 9. 10. 인출.

ECDC 홈페이지. Disease programmes unit.

<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/who-we-are/units/disease-programmes-unit>에서 2020. 8. 11. 인출.

ECDC 홈페이지. ECDC activities on scientific advice.

<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-uswhat-we-do/ecdc-activities-scienti>

- fic-advice에서 2020. 9. 9. 인출.
- ECDC 홈페이지. ECDC activities on surveillance.  
<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/what-we-do/ecdc-activities-surveillance>에서 2020. 9. 10. 인출.
- ECDC 홈페이지. Epidemic intelligence and outbreak response.  
<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/what-we-do/ecdc-activities-epidemic-intelligence-and-outbreak-response>에서 2020. 9. 9. 인출.
- ECDC 홈페이지. Health communication.  
<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/what-we-do/health-communication-activities>에서 2020. 9. 9. 인출.
- ECDC 홈페이지. Microbiology.  
<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/what-we-do/ecdc-activities-microbiology>에서 2020. 9. 9. 인출.
- ECDC 홈페이지. New organisational structure from January 2020.  
<https://www.ecdc.europa.eu/en/news-events/new-organisational-structure-january-2020>에서 2020. 7. 23. 인출.
- ECDC 홈페이지. Public health functions.  
<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/who-we-are/units/public-health-functions>에서 2020. 9. 30. 인출.
- ECDC 홈페이지. Public health training.  
<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/what-we-do/ecdc-activities-public-health-training>에서 2020. 9. 9. 인출.
- ECDC 홈페이지. Scientific Methods and Standards.  
<https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/who-we-are/units/scientific-methods-and-standards>에서 2020. 9. 30. 인출.
- ECDC 홈페이지. Surveillance Atlas of Infectious Diseases.  
<http://atlas.ecdc.europa.eu/public/index.aspx>에서 2020. 9. 8. 인출.
- ECDC 홈페이지. Surveillance Atlas of Infectious Diseases.  
<https://www.ecdc.europa.eu/en/surveillance-atlas-infectious-diseases>에서 2020. 9. 10. 인출.
- ECDC 홈페이지. Units. <https://www.ecdc.europa.eu/en/about-uswho-we-are/units>에서 2020. 8. 11. 인출.

- JTBC. (2020. 3. 2.). [박상욱의 기후 1.5] 신종 감염병의 등장과 기후변화.  
[http://news.jtbc.joins.com/article/article.aspx?news\\_id=NB11937735](http://news.jtbc.joins.com/article/article.aspx?news_id=NB11937735)에서  
2020. 9. 24. 인출
- NIID. 避難所におけるリスクアセスメントの方法・考え方について (解説.)  
<https://www.niid.go.jp/niid/images/idsc/disasters/RAGuidance20160419.pdf>  
에서 2020. 10. 30. 인출.
- NIID. 재해 및 감염병 포털 홈페이지. <https://www.niid.go.jp/niid/ja/disaster.html>에서  
2020. 10. 30. 인출.
- Council of the European Union. (2004). Regulation (EC) No 851/2004 of the  
European Parliament and of the Council of 21 april 2004 establishing a  
European Centre for disease prevention and control.  
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex%3A32004R0851>에서  
2020. 9. 30. 인출.
- Council of the European Union. (2007). DECISION NO 2119/98/EC OF THE  
EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL.  
<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/13a83657-97b6-4a80-aa32-3b335bdf80be/language-en>에서 2020. 9. 30. 인출.
- USGCRP 홈페이지. About USGCRP.  
<https://www.globalchange.gov/about>에서 2020. 10. 19. 인출.
- WHO 홈페이지. About WHO.  
<https://www.who.int/about/what-we-do>에서 2020. 8. 25. 인출.
- WHO 홈페이지. CONSTITUTION OF THE WORLD HEALTH ORGANIZATION.  
<https://apps.who.int/gb/bd/PDF/bd47/EN/constitution-en.pdf?ua=1>에서  
2020. 8. 25. 인출.
- WHO 홈페이지. WHO - organizational structure.  
[https://www.who.int/docs/default-source/documents/about-us/who-hq-org-anigram.pdf?sfvrsn=6039f0e7\\_4](https://www.who.int/docs/default-source/documents/about-us/who-hq-org-anigram.pdf?sfvrsn=6039f0e7_4)에서 2020. 8. 19. 인출.
- WHO. (2020). Urgent health challenges for the next decade.  
<https://www.who.int/news-room/photo-story/photo-story-detail/urgent-health-challenges-for-the-next-decade> 에서 2020. 12. 14. 인출.

**〈법령〉**

감염병의 예방 및 관리에 관한 법률(법률 제17067호, 2020. 3. 4. 일부개정)

검역법(법률 제17068호, 2020. 3. 4. 일부개정)