KACCC기후변화이슈리포트

기후변화와 한파, 적응해야 하는 이유

2019년 12월호
(발행처) 한국환경정책·평가연구원 국가기후변화적응센터 • (발행기관 주소) 세종특별자치시 가름로 232
(집필진) 장훈 국가기후변화센터장, 김윤정 연구원

요 약

☑ 한랭질환자 발생과 취약계층 간 높은 상관관계: 취약계층의 고려 증대 필요

- 최근, 한랭질환에 의한 사망자수 발생비율(%)은 온열질환에 비해 높은 특성을 보여 각별한 주의가 요구됨
- 한파 피해 중 특히 한랭질환자 발생에 의한 건강피해는 취약계층과 높은 상관관계를 보임. 예컨대, 최근 한랭질환자 발생은 주로 고령층, 영유아, 관계질환 보유자 등 취약계층에서 뚜렷
- 한파 적응전략의 발굴 시, 취약계층의 고려가 필수적으로 요구됨

☑ 우리나라는 비규칙적 빈도·강도의 한파발생 주의필요

- 기후변화는 비규칙적 빈도 및 강도의 극한 기후사상 발생을 유발할 수 있으며 이에 따라 발생강도가 큰 한파의 주의필요
- RCP시나리오에 의하면 21세기 전반기(2021-2045)에 한파가 지속해서 나타날 것으로 전망되며 21세기 후반기로 갈수록 감소할 전망

☑ 한파 및 한랭질환에 대한 적응전략 강화, 관심증대 필요

- 제2차 국가기후변화적응대책('16-'20)은 아래 4가지의 한파 및 한랭질환 대응방향을 제시
- 피해감소를 위한 적극적 관심증대 필요
- 우리나라는 제3차 국가기후변화적응대책('21-'25)을 통해 지속해서 한파에 대응 예정

① 기후-보건 감시망의 확대

☞ 건강피해 현황정보와 감시체계의 확대

☞ 조기대응을 위한 한랭질환 경보 및 예보의 확대

② 지역기반의 취약계층 지원사업 활성화

☞ 지역별 한파와 관련된 취약계층 지원범위의 확대 도모

☞ 취약계층을 대상으로 한 대응전략 홍보의 강화 등 맞춤형 사업 수행

③ 종합 대응전략 발굴

☞ 다부처, 다부문이 참여하는 종합 한파대응전략의 발굴 도모 및 한랭질환 대응에 대한 시너지 증진

④ 맞춤형 기후변화 적응 교육 및 홍보

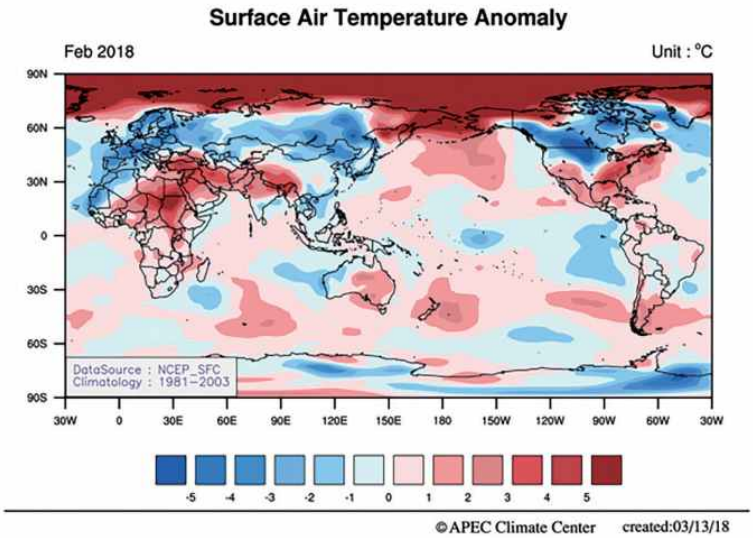
☞ 전 국민을 대상으로 한 한파에 대한 인식증진, 기후변화 재해에 대한 대처방안 홍보 강화

기후변화와 한파 감소, 그러나 대응해야 하는 이유

지구온난화로 인해 발생하는 기후변화는 특히 극한 기후사상의 빈도와 강도를 증가시켜 문제가 된다. 이러한 극한 기후사상 중 하나인 '한파(cold wave, cold surge, cold spell)'는 특히 막대한 건강피해를 야기할 수 있으며 서리·동결 발생으로 인한 농작물 및 생태계의 생산성 저하를 일으킬 수 있다. 그렇다면 기후변화로 인해 한파의 발생빈도와 강도는 증가할 것인가?

전 지구적 관점에서 보면 한파는 어떤 지역에서는 증가하며 어떤 지역에서는 감소하는 형태를 띠고 있다(IPCC, 2014[1]). 즉, 평균기온 상승은 전 지구적으로 관측되는 현상인 반면, 한파는 일부 지역에서 특히 문제가 되는 사안이라 할 수 있다(그림 1). 예컨대, IPCC(2014)는 제5차 전 지구적 평가보고서를 통해 **폭염에 의한 사망률은 증가한 반면 한파와 관련된 사망률은 감소**하였다고 명시하였다. 또한, 추운 낮과 밤의 빈도는 감소할 가능성이 높으나 따뜻한 낮과 밤의 빈도는 증가할 가능성이 높음을 명시하였다.

그러나 **그럼에도 불구하고 한파로 인한 피해는 우리나라를 비롯한 다수의 국가에서 꾸준히 보고**되고 있다. 기상청의 2018년 이상기후 보고서[2]에 따르면 영국, 프랑스, 이탈리아 등 유럽대륙에서는 평년기후에 비해 낮은 이상저온으로 인해 최소 60명 이상의 사망자가 발생하였다. 영국의 경우, 27년 만에 최저기온을 기록한 것으로 관측되었으며 타 유럽대륙에서도 한파의 발생강도가 증가한 것을 살펴볼 수 있다(그림 1).



자료: 기상청 2018년 이상기후 보고서

[그림 1] 평년(1980-2010) 대비 2018년 2월 지표온도의 편차도

1) IPCC(2014) 제5차 평가보고서.
2) 기상청(2019) 2018년 이상기후보고서.

구체적으로 2018년 2월의 경우, 평년(1980-2010) 대비 2018년 2월 지표온도의 차이(아노말리)는 [그림 1]과 같이 관측되었다. 평년에 비해 이상저온을 보인 국가는 독일, 프랑스, 영국, 캐나다, 러시아, 한국, 일본, 중국 등으로 주로 북반구 지역에서 이상저온이 관측되었다. 구체적으로 일부 지점에서는 평년 대비 최대 -5℃ 이상 낮은 이상저온이 나타났으며 관측사상 대비 최대의 이상저온을 기록하기도 하였다. 즉, 기후변화로 인한 평균온도 상승, 폭염증가 등 온도상승은 전 지구적으로 관측되고 있는 현상이나 이상저온, 폭설과 같은 현상도 일부 지역에선 뚜렷하게 관측되고 있는 것을 살펴볼 수 있다.

그렇다면 우리나라는 어떠한가? 우리나라는 작년 한해 강한 추위가 지속되었다(기상청, 2018). 12-2월간 일부지역에서 일 최저기온 극값이 갱신되었으며 평년 대비 낮은 이상저온 현상을 보였다. 예컨대 고창군, 영광군, 군산, 파주 등지에서 기록적인 일최저기온이 관측된 바 있으며 한강유역의 경우 평년 대비 13일 이른 결빙현상을 보이기도 하였다(기상청, 2018).

그러나 이와 같은 이상저온 현상 관측에도 불구하고 우리나라는 **21세기 후반기(2071-2100)로 갈수록 한파 발생이 감소할 것으로 전망**된다(그림 2). 이와 같은 전망은 기후변화로 인한 영향이 가장 적을 때의 시나리오인 RCP2.6 시나리오와 기후변화 영향이 가장 클 때의 시나리오인 RCP8.5 시나리오에서 모두 나타났다(표 1 및 표 2 참조). 하지만 **21세기 전반기(2021-2040)에는 지속적으로 한파가 발생할 것으로 전망되어 주의가 요구된다**. 또한, 기후변화로 인해 한파의 발생강도와 빈도가 불규칙적으로 나타날 수 있으며 이는 많은 피해를 초래할 수 있어 문제가 된다. 더불어, 이러한 한파는 평균온도의 상승과 함께 발생할 수 있으며 이 경우, 급작스런 온도변화에 의해 건강·농업·생태계 등 부문의 피해를 증폭시킬 수 있어 각별한 주의가 지속적으로 필요하다[3].

그렇다면 기후변화로 인해 한파는 감소하는 경향성을 보이나 지속적으로 이상저온 현상이 관측되고 관련 피해가 유발되는 이유는 무엇인가? 이것은 기후변화로 인해 전 지구적 온도상승이 일어나더라도 이 과정에서 **제트류의 남하, 기압골 형성형태 변화, 라니냐 발생 등의 현상이 발생하여 불규칙한 빈도와 강도로 한파가 발생**할 수 있기 때문이다(IPCC, 2014). 그러므로 미래에 한반도의 한파일수가 확연하게 감소할 것이라 전망되었어도 **21세기 전반기에 불규칙한 빈도와 강도로 발생하는 한파는 우리나라에 큰 피해를 일으킬 수 있어 주의가 요구된다**.

3) Vitasse, Y., & Rebetez, M.(2018). Unprecedented risk of spring frost damage in Switzerland and Germany in 2017. Climatic change, 149(2), 233-246.

[표 1] RCP2.6 시나리오에 기반한 우리나라의 한파일수/결빙일수/서리일수 전망

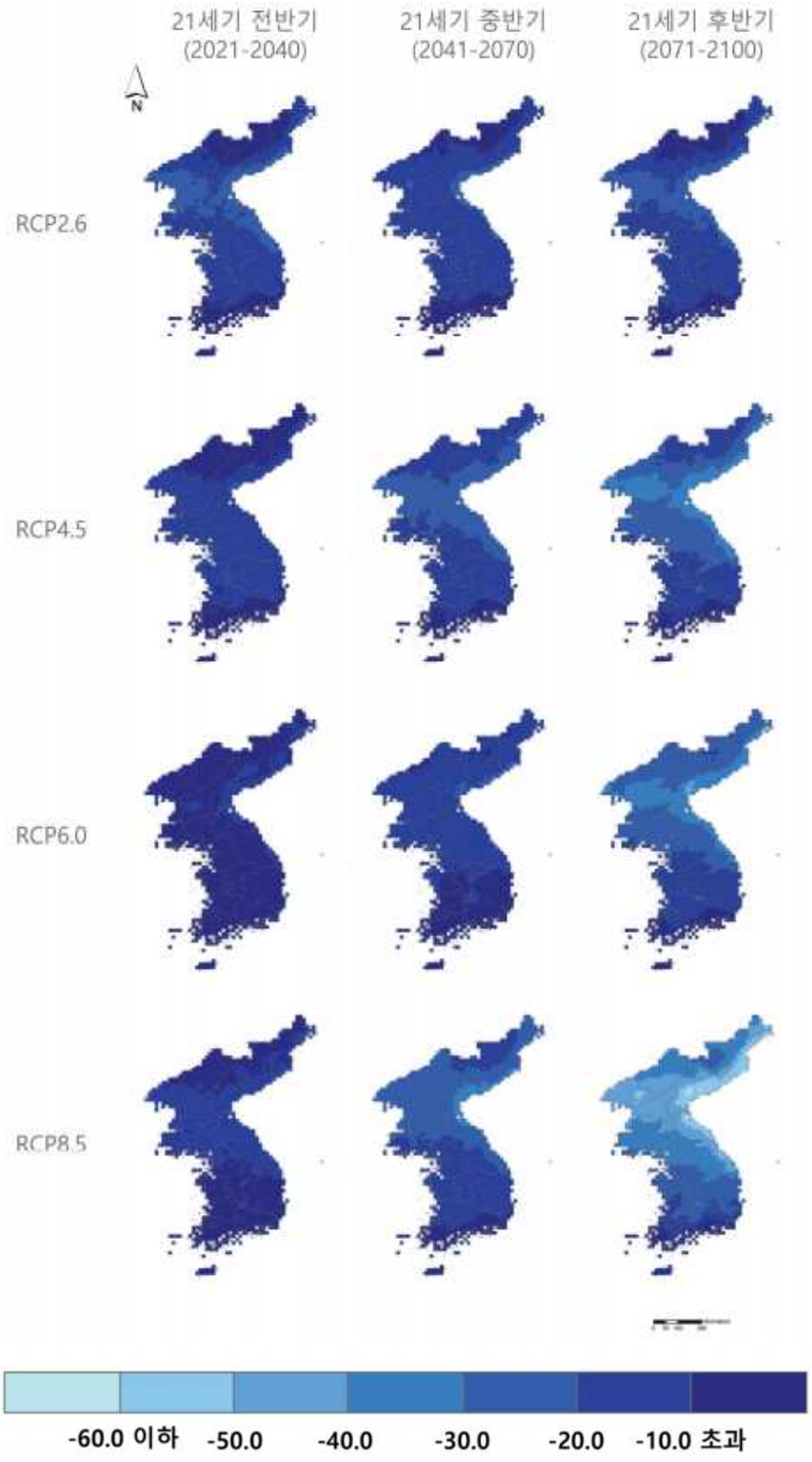
자료: 한반도 기후변화 전망분석서(기상청, 2018), **한반도 기준**
주: 한파일수 - 일 최저기온이 -12℃ 이하인 날의 연중 일수
결빙일수 - 일최고기온이 0℃ 미만인 날의 연중 일수
서리일수 - 일최저기온이 0℃ 미만인 날의 연중 일수

구 분	평년 기후 (1980-2010)	21세기 전반기 (2021-2040)	21세기 중반기 (2041-2060)	21세기 후반기 (2071-2100)	경향성 (10년당)
한파일수	16.9	6.0	6.5	5.2	-1.30
결빙일수	21.0	6.4	7.7	5.6	-1.71
서리일수	109.6	99.9	97.2	97.7	-1.32

[표 2] RCP8.5 시나리오에 기반한 우리나라의 한파일수/결빙일수/서리일수 전망

자료: 한반도 기후변화 전망분석서(기상청, 2018), **한반도 기준**
주: 한파일수 - 일 최저기온이 -12℃ 이하인 날의 연중 일수
결빙일수 - 일최고기온이 0℃ 미만인 날의 연중 일수
서리일수 - 일최저기온이 0℃ 미만인 날의 연중 일수

구 분	평년 기후 (1980-2010)	21세기 전반기 (2021-2040)	21세기 중반기 (2041-2060)	21세기 후반기 (2071-2100)	경향성 (10년당)
한파일수	16.9	10.5	1.9	0.0	-1.88
결빙일수	21.0	11.1	1.9	0.0	-2.33
서리일수	109.6	100.7	90.3	77.0	-3.62



자료: 한반도 기후변화 전망분석서(기상청, 2018)

[그림 2] 한반도 결빙일수 변화 전망

한파로 인한 한랭질환자 발생과 취약계층 간 상관관계

한파로 인한 피해 발생은 특히 건강부문에서 뚜렷하다. 최근의 한랭질환자 발생경향은 [그림 3]과 같으며 최저기온의 변화에 따라 한랭질환자의 수도 변화를 보임을 살펴볼 수 있다. 여기서 한랭질환은 저체온증, 동상, 침수병 및 침족병, 동창 등 한파로 인해 유발될 수 있는 질병을 의미한다.

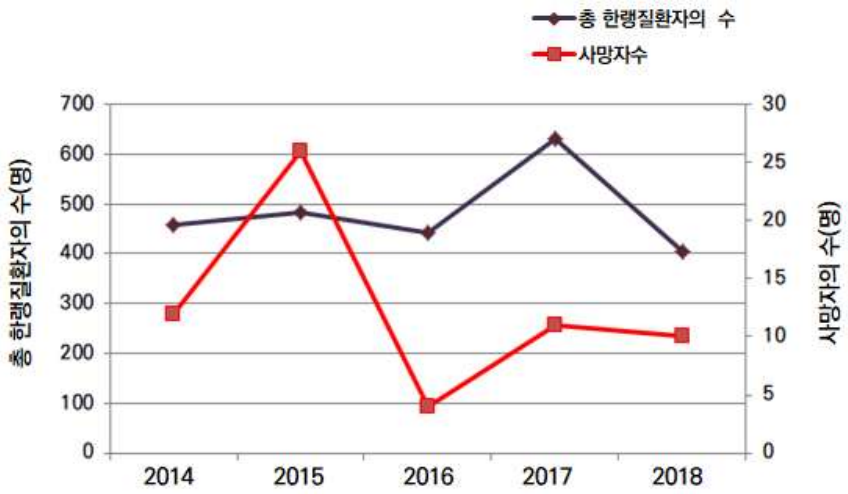
자료: 질병관리본부 한랭질환 응급실 감시체계 신고현황(www.cdc.go.kr/)

[그림 3] 한랭질환자수와 최저기온 변화(2017-2018)

우리나라는 2014년부터 한랭질환 응급감시체계를 구축하여 응급실, 기타 의료기관의 한랭질환자 발생동향을 관측해왔다. 가장 최근에 발표된 「2017년 한랭질환 신고현황 연보[4]」과 질병관리본부(2019)[5]에 따르면 한랭질환자는 불규칙한 증감현상을 보이고 있으나 지속적으로 한랭질환자가 발생하였다. 구체적으로 [그림 4]에서 제시된 바와 같이 확연한 증가 혹은 감소 경향성을 보이지는 않았으나 최근 5년간 400명 이상 꾸준히 한랭질환자가 발생한 것을 살펴볼 수 있다. 또한, 한랭질환자는 특히 최저기온 영하 5도 이하에서 증가하는 현상을 보이는 것으로 보고되어왔다(표 3).

4) 질병관리본부(2018), 2017 한파로 인한 한랭질환 신고현황 연보.

5) 2018년 발생한 총 한랭질환자 수는 404명이었으며 한랭질환 사망자수는 10명을 기록(질병관리본부(2019), 한랭질환 응급실 감시체계 신고현황(www.cdc.go.kr)).



자료: 질병관리본부 한랭질환 응급실 감시체계 신고현황(www.cdc.go.kr/), 질병관리본부(2018)

[그림 4] 한랭질환자의 발생현황(2014-2018)

한랭질환자의 수는 최근 급증한 온열질환자 수[6]에 비해 적었으나 온열질환에 비해 높은 사망자 발생비율을 보여 문제가 된다. 2018년 기준 "총 환자 수 대비 사망자 수의 발생비율(%)"의 검토결과, 온열질환은 1.06%의 사망자 발생비율을 보였으며 한랭질환은 2.48%의 사망자 발생비율을 보였다. 한랭질환자 사망자수가 급증하였던 2015년의 경우,온열질환은 1.04%, 한랭질환은 5.38%의 사망자 발생비율을 보였다[5,6]. **즉, 한랭질환의 발생은 온열질환보다 더 높은 치사율(%)을 보여 각별한 주의가 필요하다.**

이러한 **한파로 인한 한랭질환자의 발생은 특히 취약계층에서 그 피해가 뚜렷하다.** 한랭질환자 발생 증감에 대한 기상·기후 요인, 한랭질환 발생 민감도를 높이는 민감요인, 한랭질환자 감소를 유발하는 각종 적응요안을 검토한 결과, 한랭질환자는 특히 취약계층에서 발생 민감도가 높은 현상을 보였다(정휘철·김윤정 외, 2018[7])(표 3).

[표 3] 한파에 의한 한랭질환 발생원인

자료: 정휘철 · 김윤정 외(2018)

항목	주요 내용	참고문헌
기상·기후 요인 (기후노출)	• 최저기온 -5도 이하에서 한랭질환 환자 수 집중 발생 • 최저기온 -1도 이하, 평균기온 0도 이하의 기후요인이 영향을 미침	박성우 외(2018), Gasparrini et al.(2015), Sarofim et al.(2016),

6) 2018년 발생한 총 온열질환자 수는 4,526명이었으며 온열질환 사망자수는 48명을 기록(질병관리본부(2019), 폭염으로 인한 온열질환 신고현황 연보).

7) 정휘철 · 김윤정 외(2018), 취약성 평가 고도화, 환경부.

항목	주요 내용	참고문헌
민감요인 (민감도)	• 고령층, 빈곤층, 영유아, 각종 관계질환 보유자(심혈관질환, 호흡기질환, 뇌혈관질환)는 한랭질환자 수 증가에 영향을 미침	전형진(2011)
적응요인 (적응능력)	• 한파 대응을 위한 적응능력은 주로 인프라(응급의료기관 수 등), 한파방지대책 및 관련 복지서비스, 관련 예산을 들 수 있음	

여기서 **취약계층이란 기후변화에 더 높은 취약성을 보이는 고령층, 영유아, 야외근로자, 관계질환 보유자, 저소득층 등 생물학적·사회경제학적 계층을 의미**한다. 구체적으로 이러한 취약계층 유형과 한랭질환자 발생 간 상관관계의 조사 결과, **취약계층 유형이 한랭질환자 발생에 연관이 있음**을 살펴볼 수 있다[8](표 4).

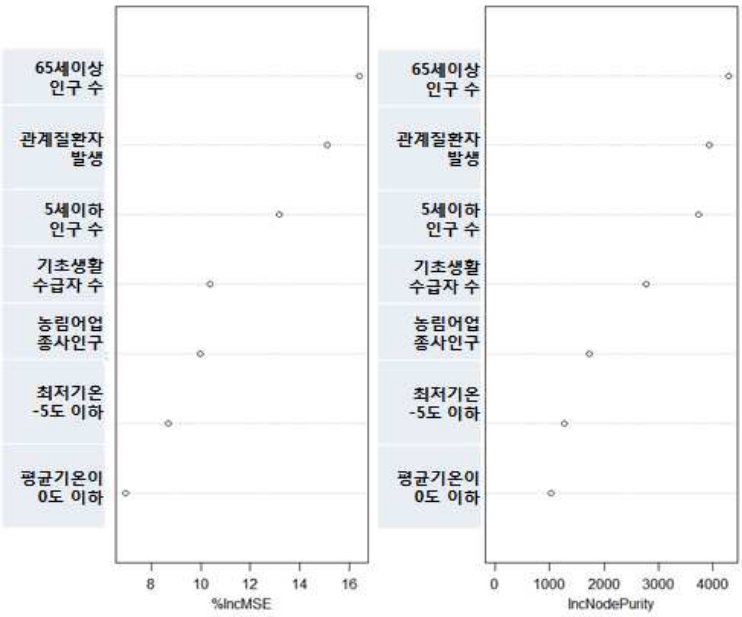
[표 4] 취약계층 유형과 한랭질환자 발생 간 상관관계

자료: 정휘철·김윤정(2018)
주: 상관계수가 높을수록, 유의도(P value)가 낮을수록 상관관계가 높음

취약계층 유형		상관계수	P value
65세 이상 인구수*		0.734	0.0000
5세 이하 인구수*		0.730	0.0000
기초생활수급자 수*		0.652	0.0000
농림어업 종사인구(야외노동자 수)*		0.386	0.0016
관계질환 보유자의 수	뇌혈관 질환 사망자 수*	0.747	0.0000
	심혈관질환 환자 수*	0.742	0.0000
	호흡기질환 환자 수*	0.620	0.0002

특히, **한랭질환자 발생과 높은 상관관계를 가지는 취약계층 유형은 고령층, 영유아, 뇌혈관 질환 및 심혈관질환 보유자**로 나타났다(그림 5). 중요요인의 분석결과, 이러한 취약계층 유형은 기상·기후 요인보다도 더 한랭질환자 발생에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 결과적으로 취약계층은 한파에 더 취약한 현상을 보이며 따라서 한파 적응을 위해 취약계층을 필수적으로 고려하여야 한다.

8) 2014~2016년의 현황정보 대상 분석결과.



자료: 정휘철 · 김윤정 외(2018)
주: 상위 요인일수록 높은 중요도를 가짐

[그림 5] 한랭질환자 발생에 대한 상대적 중요도

피해 감소를 위한 한파 및 한랭질환 적응전략

취약계층에 대한 한파의 부정적 영향을 저하하고 적응력 향상을 도모하려면 어떤 조치가 필요할까? 제2차 국가기후변화 적응대책(2016-2020)[9]은 한랭질환자 감소, 취약계층 피해 감소, 한파에 의한 여타 부정적 영향 감소를 위한 우리나라의 적응 방향을 제시하고 있다.

한파 및 한랭질환에 대응한 우리나라의 주요 적응 방향은 크게 '**① 기후-보건 감시망의 확대 ② 지역기반의 취약계층 지원사업 활성화 ③ 종합 대응전략 발굴 ④ 맞춤형 기후변화 적응 교육 및 홍보**'로 분류될 수 있다(표 4). 먼저, 한파에 의한 부정적 영향 감소를 위해서는 기후변화가 한랭질환자 발생에 미치는 영향을 통계정보로 구축하고 관련 예보 및 경보서비스를 적극적으로 개발할 필요가 있다. WMO(2014[10])는 기후변화로 인한 건강피해에 대응하기 위한 전략으로 기후변화로 인한 보건부문의 영향평가 확대, 감시 및 모니터링 체계의 선진화, 기후와 보건부문 간 연구 및 정보 확대를 강조한 바 있다. 이처럼 한파에 의한 한랭질환자 발생에 체계적으로 대응하기 위해 먼저 **한파에 의한 한랭질환자 발생영향을 감시하고 예측할 수 있는 정보 및 연구의 확대**가 지속적으로 필요하다.

9) 관계부처 합동(2015), 제2차 국가기후변화적응대책(2016-2020).
10) WMO(World Meterological Organization)(2014), 전지구기후서비스체제 사용자인터페이스 플랫폼 모범사례 -보건분야-.

[표 5] 한파 및 한랭질환 대응 관련 주요 적응방향

자료: 관계부처합동(2015) 참조하여 저자작성.

구 분	적응 방향
기후-보건 감시망의 확대	한랭질환자 발생빈도 및 강도에 대한 모니터링을 강화
	한랭질환자 발생에 대한 경보와 예보 확대, 기후와 보건부문 간 연계감시망의 확대를 강조
지역기반의 취약계층 지원사업 활성화	노인, 저소득층 등 취약계층을 고려한 한파 대응사업의 활성화
종합 대응전략 발굴	한파 및 한랭질환 대응을 위한 다부처 간 협력체계의 강화 및 종합대책의 발굴을 도모
맞춤형 기후변화 적응 교육 및 홍보	폭염, 한파 등 극한기온에 대한 건강피해 예방 행동요령, 관련 매뉴얼 등 홍보 강화

또한, 앞서 명시된 바와 같이 고령층, 영유아, 관계질환 보유자 등 취약계층은 한파에 의한 한랭질환 발새에 더욱 민감할 수 있다. 따라서 **취약계층을 대상으로 한 지역기반의 지원사업을 강화**할 필요가 있다. 예컨대, 야외노동자, 고령층, 영유아, 관계질환자 등 취약계층이 한랭질환 발생에 더욱 민감할 수 있다는 것을 홍보하고 각종 한파 대응전략(취약계층을 고려한 동파방지 사전대비 강화, 난방지원 관련 복지사업 강화 등)을 각 지역별로 확대할 필요가 있다.

한편, 우리나라는 폭염과 한파에 대응하기 위한 방법으로 **'종합적 대응전략'을 구축** 중에 있다. 다부처가 참여하는 한파방지대책이 부처협동으로 발굴되며 앞으로도 이와 같은 종합전략이 확대될 필요가 있다고 여겨진다. 각 부처별 한파 및 한랭질환 대응사업 간 시너지를 강화하고 다양한 부문에서 한파방지대책이 세워질 수 있도록 도모해야한다. 지역단위에서도 각 부처별 종합 한파방지대책을 도모하여 건강, 농작물, 시설 등 관련된 다양한 부문에서 종합적인 대응이 있을 수 있도록 지속적인 협력이 필요하다.

마지막으로 한파에 의한 피해를 줄이기 위해선 궁극적으로 **전 국민의 기후변화에 대한 관심을 제고하고 인식을 증진**할 필요가 있다. 한랭질환자 발생의 경우, 주로 야외에서 발생하며 길가 및 산에서 발생하는 빈도가 높다[11]. 그러므로 한랭질환의 위험성을 먼저 인지하고 한파경보 및 한파주의보 발령시의 대처방안을 숙지할 필요가 있다. 한파, 폭염 등 기후변화 재해의 위험성을 인지하고 이에 대한 대응방안을 숙지하는 것은 기후변화 피해의 효과적인 감소 및 적응의 생활화를 야기할 수 있어 특히 중요하다.

11) 질병관리본부(2018), 2017 한파로 인한 한랭질환 신고현황 연보.

결 론

기후변화로 인해 한파는 점차 감소할 것으로 전망된다. 예컨대, 21세기 후반기의 한파 발생율은 전반기에 비해 낮을 것으로 전망된다. 그러나 이와 같은 전망에도 불구하고 한파는 극한 기후사상의 비규칙적 발생빈도·강도 증가로 인해 지속적으로 발생하며 큰 피해를 유발할 수 있다. 또한, 기후변화로 인해 평균온도가 지속적으로 상승하는 추세와 함께 한파가 발생하는 현상은 건강, 생태계, 농업 등 다양한 부분에 피해를 증폭시킬 수 있다. 특히, 한파는 한랭질환자 수를 증가시킬 수 있으며 사망자 발생 등 직접적인 건강피해를 야기할 수 있어 보다 적극적인 적응행동을 꾀할 필요가 있다.

한파로 인한 한랭질환자 발생은 취약계층에서 더욱 민감하게 발생한다. 고령층, 영유아, 관계질환 보유자 등에서 한랭질환자 발생이 심화될 수 있으며 이에 따라 한파대응전략은 특히 취약계층을 고려해서 추진할 필요가 있다. 더불어, 성공적인 한파 대응을 위해 본 이슈리포트는 우리나라 제2차 국가기후변화적응대책에 제시된 4가지의 적응방향을 명시하고 이의 중요성을 강조하였다. 구체적으로 지속적으로 '① 기후-보건 감시망의 확대 ② 지역기반의 취약계층 지원사업 활성화 ③ 종합 대응전략 발굴 ④ 맞춤형 기후변화 적응 교육 및 홍보'를 꾀할 필요가 있다. 우리나라는 제3차 기후변화 적응대책을 수립하고 앞으로도 지속해서 기후변화 적응을 도모할 예정이다. 그러나 피해를 예방하기 위해 나부터 먼저 한파, 폭염 등 기후변화 관련 재해에 관심을 가지고 예보·경보에 주의를 기울이며 대응할 필요가 있다.