

# 우리나라 온난화 수준별 기후변화 영향정보 전망보고서



# CONTENTS

## 제1장

### 서론

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| 1. 발간 배경 및 목적           | 2 |
| 2. 기후변화 시나리오 정의 및 산출 과정 | 3 |
| 3. 분석 대상 온난화 수준과 영향정보   | 6 |

## 제2장

### 온난화 수준별 영향정보 전망

- |          |    |
|----------|----|
| 1. 농업 부문 | 10 |
| 2. 산림 부문 | 22 |
| 3. 건강 부문 | 26 |
| 4. 방재 부문 | 42 |
| 5. 생태 부문 | 48 |

### 참고 문헌 50

- |                            |    |
|----------------------------|----|
| 부록 A. 온난화 수준별 극한기후 전망      | 52 |
| 부록 B. 온난화 수준별 영향정보 전망 결과 표 | 66 |

# 요약

## □ 농업 부문

### ● 1.5°C 온난화

- 농업 부문은 기온 기반으로 산출되며, 모든 지역에서 유의미한 변화가 나타남.
- 냉방도일 등 여름철 고온 관련 지수에서 변화율이 큼.

### ● 2.0°C 온난화

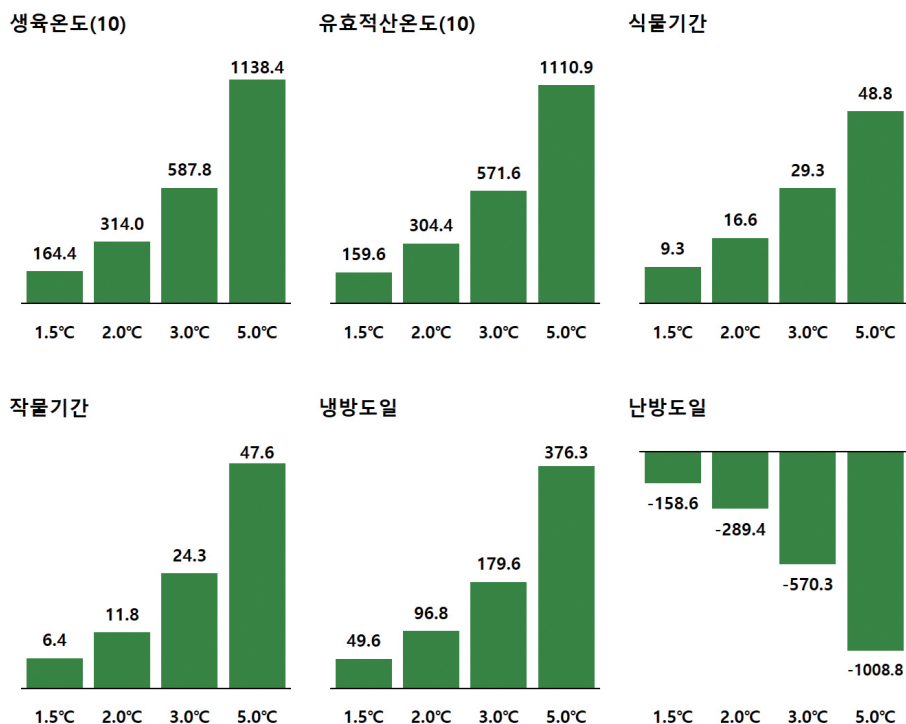
- 냉방도일 등 여름철 관련 지수에서 기온 상승에 따른 추가 영향<sup>1)</sup>이 큼.

### ● 3.0°C 온난화

- 식물기간/작물기간은 연중 77%/50% 동안 나타나며, 현재 대비 7~8% 증가함.
- 작물기간의 추가 영향이 73.7%로 2.0°C 온난화(45.8%) 대비 급증함.

### ● 5.0°C 온난화

- 식물기간/작물기간은 연중 83%/56% 동안 나타나며, 현재 대비 10% 이상 증가함.
- 추가 영향은 식물기간이 80.9%로 가장 작고 냉방도일이 86.8%로 가장 큼.

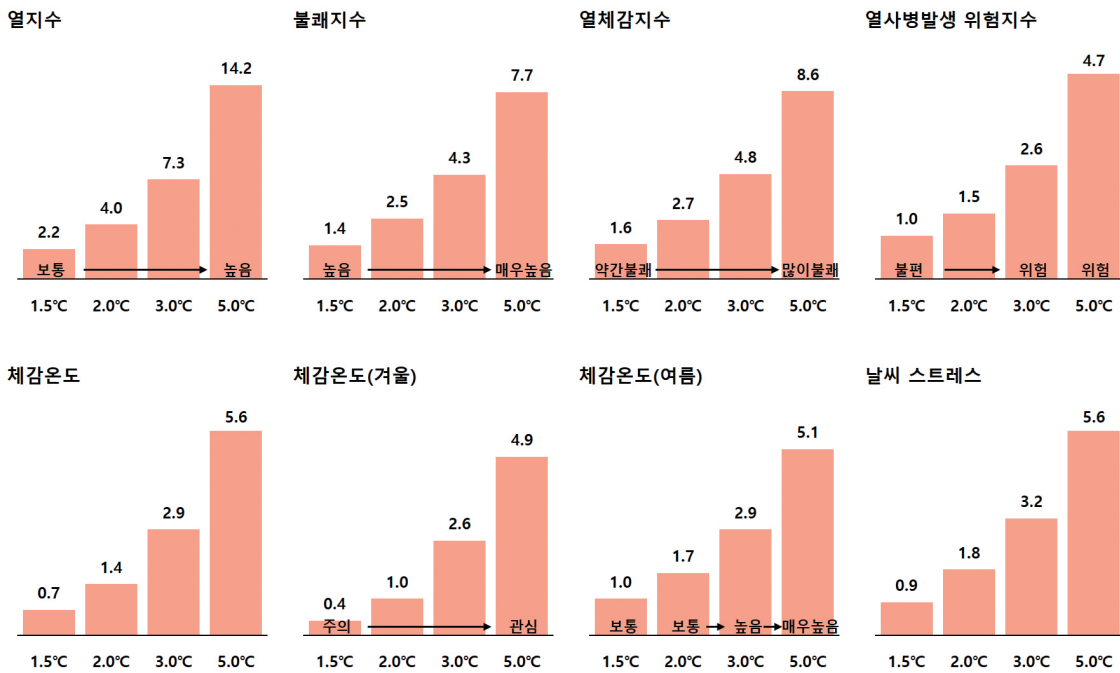


<현재 대비 온난화 수준별 농업 부문 영향정보지수의 변화>

1) 1.5°C 대비 추가 온난화에 대한 영향을 제시(요약문 페이지v 참조)

## □ 건강 부문

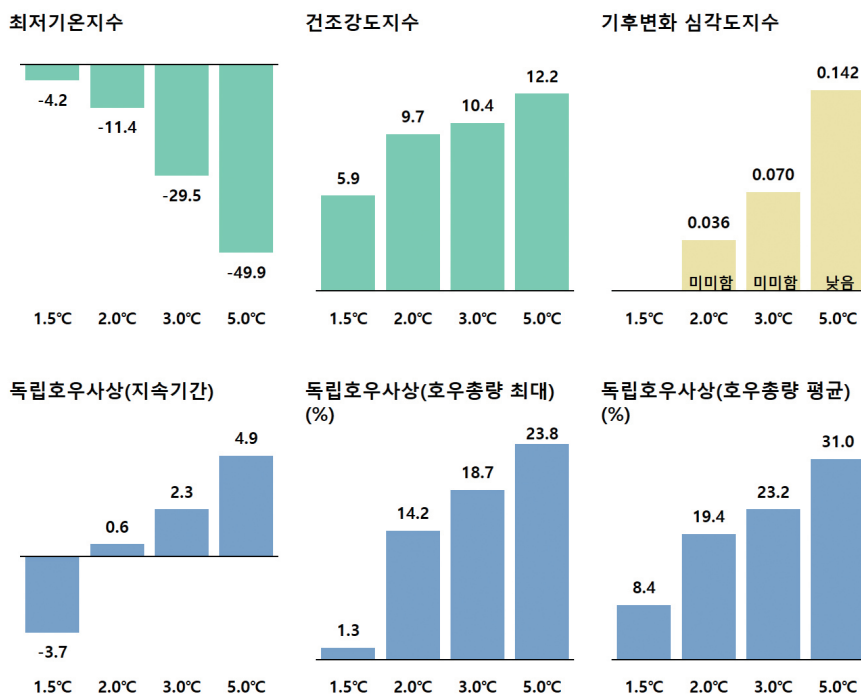
- 1.5°C 온난화
  - 지수들이 건강에 유해한 방향으로 증가하나, 위험도의 단계는 현재와 동일함.
- 2.0°C 온난화
  - 추가 영향은 체감온도(겨울)(60%)에서 크고 열사병발생위험지수(33.3%)에서 작음.
  - 불쾌지수는 80.9로 매우높음 단계(4/4단계)로 격상.
- 3.0°C 온난화
  - 체감온도(여름)는 높음 단계(3/5단계), 열사병발생위험지수 위험 단계(3/5단계)로 격상.
- 5.0°C 온난화
  - 체감온도(여름)는 매우높음 단계(4/5단계), 열체감지수는 많이불쾌 단계(4/5단계)로 격상.
  - 체감온도(겨울)는 관심 단계(1/4단계)로 하락.
  - 추가 영향은 열사병이 78.7%로 가장 작고 체감온도(겨울)이 91.8%로 가장 큼.



<현재 대비 온난화 수준별 건강 부문 영향정보지수의 변화>

## □ 방재 부문 / 산림 부문 / 생태 부문

- 1.5°C 온난화
  - 호우 지속기간은 감소하고 호우총량은 증가하나, 현재와 뚜렷한 차이는 없음.
  - 모든 산림 부문 지수가 다소 증가하나, 전반적으로 유의미한 변화는 없음.
  - 기후변화 심각도는 현재와 큰 차이가 없으며, 미미한 수준이 유지됨.
- 2.0°C 온난화
  - 호우총량(최대)/(평균)은 현재 대비 14.2%/19.4% 증가하며, 추가 영향은 90.7%/56.9%.
  - 최저기온지수는 추가 영향이 63.6%로 매우 크고 남부지역에서 유의미한 증가.
  - 건조강도지수는 추가 영향이 39.9%로 가장 작고 중·남부 내륙 일부에서 유의미한 증가.
- 3.0°C 온난화
  - 최저기온지수는 평균 -40.7(현재 대비 +17.0)로 중부 산지를 중심으로 크게 증가.
- 5.0°C 온난화
  - 호우총량(최대)/(평균)은 현재 대비 23.8%/31.0% 증가하며, 추가 영향은 94.4%/73.1%.
  - 추가 영향은 최저기온지수에서 91.7%로 크고 건조강도지수에서 51.4%로 가장 작음.
  - 기후변화 심각도는 0.142로 미미한 수준에서 낮음 수준으로 격상됨.



<현재 대비 온난화 수준별 방재/산림/생태 부문 영향정보지수의 변화>

&lt;온난화 수준별 기후변화 영향정보지수의 변화&gt;

기후변화 영향정보지수	현재 (2000-2019)	온난화 수준			
		1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
생육온도일수(도일) (GDD10)	1999.0	2163.4	2313	2586.8	3137.4
		+164.4	+314.0	+587.8	+1138.4
유효적산온도(°C) (EAT10)	1893.1	2052.7	2197.5	2464.7	3004.0
		+159.6	+304.4	+571.6	+1110.9
식물기간(일) (PLP)	253.1	262.4	269.7	282.4	301.9
		+9.3	+16.6	+29.2	+48.8
작물기간(일) (CPP)	156.7	163.1	168.5	181.0	204.3
		+6.4	+11.8	+24.3	+47.6
냉방도일(도일) (CDD)	82.9	132.5	179.7	262.5	459.2
		+49.6	+96.8	+179.6	+376.3
난방도일(도일) (HDD)	2946.6	2788.0	2657.2	2376.3	1937.8
		-158.6	-289.4	-570.3	-1008.8
최저기온지수 (MTCI)	-57.7	-55.3	-51.1	-40.7	-28.9
		+2.4	+6.6	+17.0	+28.8
건조강도지수 (All)	2.88	3.05	3.16	3.18	3.23
		+0.17	+0.28	+0.30	+0.35
열지수 (HI)	32.0	34.2	36.0	39.3	46.2
		+2.2	+4.0	+7.3	+14.2
불쾌지수 (DI)	78.4	79.8	80.9	82.7	86.1
		+1.4	+2.5	+4.3	+7.7
체감온도(°C) (AT)	3.8	4.5	5.2	6.7	9.4
		+0.7	+1.4	+2.9	+5.6
체감온도(겨울철)(°C) (ATw)	-6.1	-5.7	-5.1	-3.5	-1.2
		+0.4	+1.0	+2.6	+4.9
체감온도(여름철)(°C) (ATs)	29.2	30.2	30.9	32.1	34.3
		+1.0	+1.7	+2.9	+5.1
열체감지수 (HMDX)	34.7	36.3	37.4	39.5	43.3
		+1.6	+2.7	+4.8	+8.6
날씨 스트레스(°C) (NET)	6.5	7.4	8.3	9.7	12.1
		+0.9	+1.8	+3.2	+5.6
열사병발생 위험지수 (HHSI)	24.2	25.2	25.7	26.8	28.9
		+1.0	+1.5	+2.6	+4.7
독립호우사상 (지속기간)(일) (HPNPRD)	6.98	6.72	7.02	7.14	7.32
		-0.26	+0.04	+0.16	+0.34
독립호우사상 (호우총량(최대))(mm) (HPNMAX)	241.1	244.3	275.4	286.1	298.4
		+3.2	+34.3	+45.0	+57.3
독립호우사상 (호우총량(평균))(mm) (HPNAVG)	70.6	76.5	84.3	87	92.5
		+5.9	+13.7	+16.4	+21.9
기후변화 심각도지수 (CCSI)	-	0.000	0.036	0.070	0.142

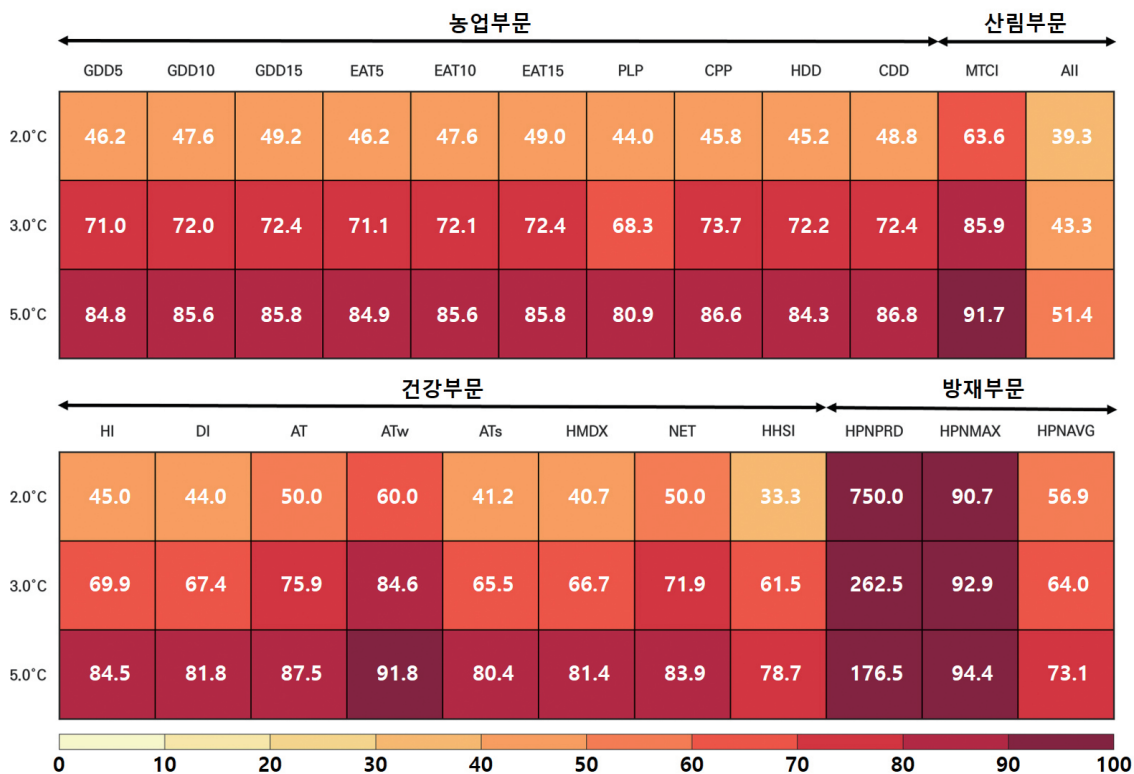
### 추가 영향 산출 방법

- 1.5°C 온난화 이후, 추가 영향의 정보는 심성보 등(2019)에서 제시된 추가 영향 계산식(Fraction of Additional Impact, FAI)을 기반으로 산출하였음.

$$FAI = \frac{C_a - C_{1.5^\circ C}}{C_a} \times 100$$

$a = 2.0^\circ C, 3.0^\circ C, 5.0^\circ C$

- 위 식에서  $C_a$ 는 각 영향정보지수의 현재(2000~2019년) 기후 대비  $a^\circ C$  온난화 수준에서의 변화량을 나타내며, 1.5°C 대비 추가 온난화에 대한 영향을 나타낼 수 있음. 그림의 가로축을 영향정보지수, 세로축을 온난화 수준으로 하였음.



<부문별 영향정보지수의 추가 영향(%)>





## 제1장 서론

1. 발간 배경 및 목적
2. 기후변화 시나리오 정의 및 산출 과정
3. 분석 대상 온난화 수준과 영향정보



## 제1장

## 서론



## 1. 발간 배경 및 목적

- 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC)의 평가보고서에 따르면, 산업혁명 이후 전지구 평균기온은 지속적으로 상승하였고, 최근 30년의 평균기온은 관측 이래 과거 어떠한 기간보다 높게 나타남. 이러한 지구온난화는 전세계적으로 재해라는 형태로 더욱 빈번하게 발생하고 있어 인간사회에 미치는 피해가 점점 증가하고 있고, 이에 따른 국가별 또는 지역별로 적절한 기후변화 대응 이행이 요구되고 있음.
- 2015년 파리협정 이후로, 국제사회는 전지구 평균기온의 상승을 산업혁명 이전 시기 대비 1.5°C 이하로 억제하기 위하여 탄소 감축 노력 중임. 하지만, 매년 발표되는 배출량 간극보고서(The Emissions Gap Report; 유엔환경계획(UNEP))에 따르면, 개별 국가들의 온실가스 감축공약이 글로벌 감축목표에 미치지 못하는 실정임. 이는 온난화 제한목표를 초과해버린 지구에서 일어날 현상들에 대한 리스크의 잠재적 영향을 파악하는 것이 필요하다는 것을 의미하며, 관련 과학정보는 기후위기 및 탄소중립 관련 국가정책 지원에 중요하게 활용될 수 있음.
- 이러한 흐름에 따라 2022년 국립기상과학원은 「온난화 영향에 따른 한반도 기후변화 리스크」 보고서 발간을 통해 제3차 국가 기후변화 적응대책(`21~`25)에 제시된 기후리스크 중에서 6개 부문(물관리, 생태계, 산림, 농업, 해양·수산, 보건)에 대한 주요리스크와 관련된 연구 문헌의 조사 분석결과를 제시하였음. 또한, 파리협정의 온난화 제한목표인 1.5/2.0°C(온난화 유지) 및 3°C 이상(온난화 심화)에 따른 기후변화 영향을 서술함으로써, 유관기관의 기후변화 적응전략을 수립함에 있어 유용한 정보를 제공하고자 하였음.
- 본 보고서는 지구온난화가 1.5/2.0/3.0/5.0°C 수준에 도달하는 경우, 고해상도 남한상세 기후변화 시나리오(1km 해상도)를 기반으로 산출된 기상청 기후정보포털의 농업·산림·건강·방재·생태 부문에 대한 기후변화 영향지수의 변화를 정량적으로 평가한 결과를 수록하였음. 최종적으로 이를 통해 국가 및 지자체의 기후변화 정책 이행 지원에 기여하고자 함.

## 2. 기후변화 시나리오 정의 및 산출 과정

### 1) SSP<sup>2)</sup> 시나리오

- 2100년 기준의 복사강제력(기존 RCP 개념)과 함께 기후변화 적응과 온실가스 감축 여부에 따라 인구, 경제, 토지이용, 에너지 사용 등 미래의 사회경제 지표의 정량적인 변화 내용을 포함하는 5개 그룹으로 구성됨(O'Neill et al., 2014; 2017)(그림 1-1).

- SSP1과 SSP5는 사회가 발전하면서 온실가스 감축을 잘하거나(1), 못한(5) 경우
- SSP3과 SSP4는 사회 발전이 더디고 온실가스 감축을 잘하거나(4), 못한(3) 경우
- SSP2는 다른 사회경제경로의 중간단계 정도의 발전 및 감축을 이룬 경우



그림 1-1. 기후변화 적응 및 완화 노력에 따른 SSP 시나리오의 구분(국립기상과학원, 2020)

- IPCC 6차 평가보고서의 표준 온실가스 경로는 SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0, SSP5-8.5 4종으로 첫 번째 숫자는 기후변화 적응 및 완화를 위한 사회·경제적 노력, 두 번째 숫자는 2100년 기준의 복사강제력을 나타냄(표 1-1).

표 1-1. SSP 시나리오 4종의 종류와 의미

종류	의미
SSP1-2.6	재생에너지 기술 발달로 화석연료 사용이 최소화되고 친환경적으로 지속가능한 경제성장을 가정
SSP2-4.5	기후변화 완화 및 사회경제 발전 정도가 중간단계를 가정
SSP3-7.0	기후변화 완화 정책에 소극적이며 기술개발이 늦어 기후변화에 취약한 사회구조를 가정
SSP5-8.5	산업기술의 빠른 발전에 중심을 두어 화석연료 사용이 높고 도시 위주의 무분별한 개발 확대를 가정

2) SSP (Shared Socioeconomic Pathways): IPCC 제6차 평가 보고서(AR, Assessment Report)에서 사용된 온실가스 경로

- SSP에 따른 온실가스 배출 정도를 기존 RCP (Representative Concentration Pathways)와 비교하면 그림 1-2와 같음.

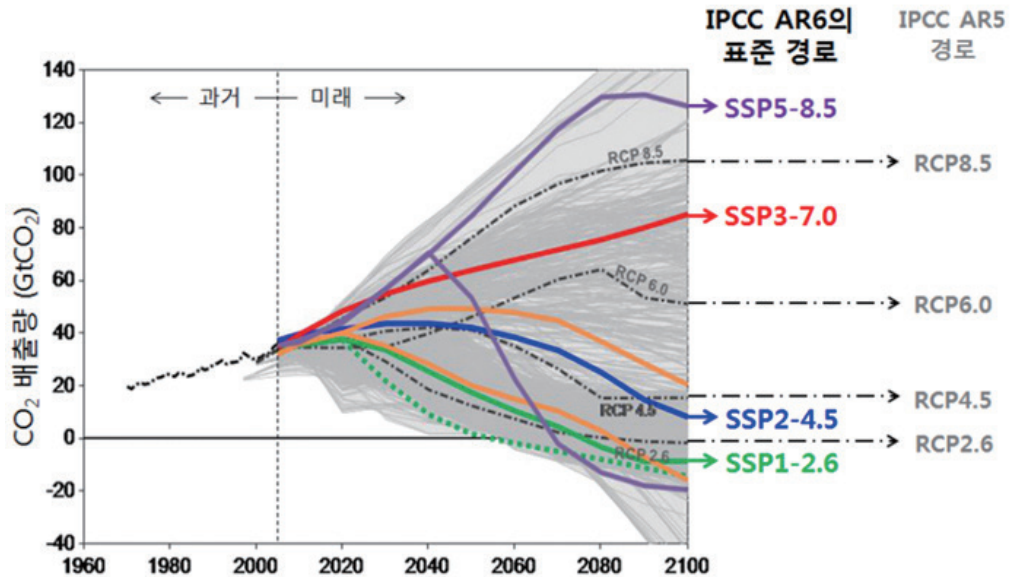


그림 1-2. 과거(1960~2005) 및 미래(2006~2100)에 대한 기후변화 시나리오의 온실가스 배출 경로/ RCP(회색 점선), SSP(검정 실선)(국립기상과학원, 2020)

## 2) 시나리오 산출 과정

### ① 전지구 기후변화 시나리오 (수평해상도 135km)

- 국립기상과학원은 IPCC 국제 기후변화 시나리오 비교·검증 프로젝트(CMIP6<sup>3)</sup>)의 국제표준 규격에 따라 135km 공간해상도의 전지구 기후변화 시나리오를 산출함(국립기상과학원, 2019; 2020).
- SSP 전지구 시나리오는 K-ACE와 UKESM1 2종의 모델을 활용하여 산출하였음. K-ACE는 국립기상과학원이 자체 개발한 모델이며, UKESM1은 한-영 기상청 간 과학협력의 일환으로 공동 활용 중인 모델임.
- 시나리오 산출 첫 번째 단계인 산업화 이전의 기후조건을 적용한 기준실험 수행 후, 과거기후 기간(1850-2014년)에 대해 각 모델별 3개씩 총 6개의 앙상블 자료를 산출함. 각 모델별로 수행된 과거기후 모의 앙상블 자료 마지막 값(2014년)을 초기조건으로 하여 SSP 복사강제력에 따른 미래전망(2015-2100년) 앙상블 자료를 산출함.

3) Coupled Model Intercomparison Project: 기후변화 시나리오 산출 및 IPCC 평가보고서 작성에 기여하는 결합모델 상호비교 국제 프로젝트

### ② 동아시아·한반도 기후변화 시나리오 (수평해상도 25km)

- UKESM1 전지구 시나리오를 입력자료로 사용하여 역학적 상세화를 통해 동아시아 기후변화 시나리오를 산출함(국립기상과학원, 2020; 2021). 이는 전지구 시나리오에서 표현하기 힘든 작은 규모의 대기현상과 지형효과 등이 반영됨.
- 기후변화 예측모델이 가지는 불확실성을 줄이기 위하여 5종(HadGEM3-RA, WRF, CCLM, RegCM4, GRIMs)의 지역기후 예측모델을 활용하여 앙상블 자료를 산출함.
- 과거기후 산출 기간은 1979~2014년, 미래 전망기간은 2015~2100년임.

### ③ 남한상세 기후변화 시나리오 (수평해상도 1km)

- 동아시아 시나리오를 기반으로 우리나라의 복잡한 지형조건을 고려한 통계적 상세화(PRIDE)를 통해 남한상세 시나리오를 산출함(국립기상과학원, 2021; 2022).
  - (1단계) 기상청 관측자료(ASOS, AWS 총 605개소)에 MK-PRISM 기법<sup>4)</sup>을 적용하여 수평해상도 1km의 격자형 관측자료(2000~2019년)를 생산함.
  - (2단계) 수평해상도가 25km인 동아시아 시나리오의 현재기후(2000~2019년)와 미래 전망자료(2021~2100년)를 1km 해상도로 객관분석한 후, 각 격자별로 미래 전망과 현재 기후의 편차값인 미래 전망 편차를 추출함.
  - (3단계) 수평해상도 1km의 격자형 관측자료에 미래 전망 편차를 더하여 육상 지역에 대하여 고해상도의 남한상세 기후변화 시나리오를 생산함.

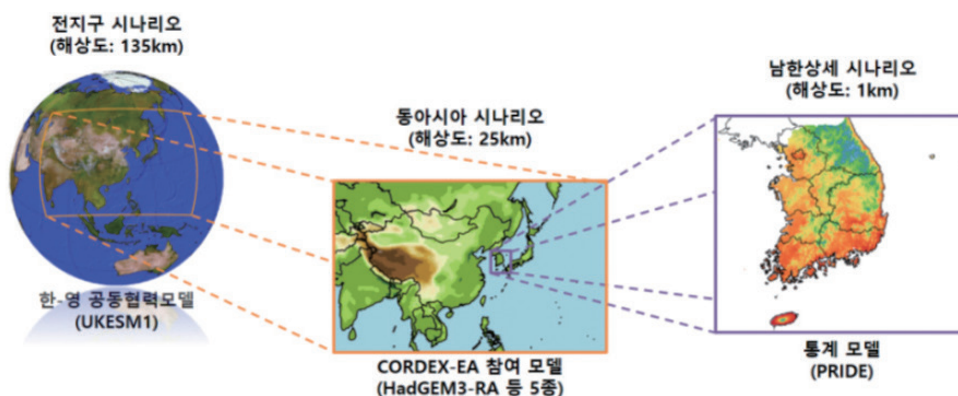


그림 1-3. SSP 기후변화 시나리오 생산체계(전지구→동아시아·한반도→남한상세)

4) Modified Korean Parameter-elevation Regressions and Independent Slopes Model: 관측자료에 거리, 고도, 해양도, 지향면 등을 고려하여 1km 격자자료를 추정하는 기법

### 3. 분석 대상 온난화 수준과 영향정보

#### 1) 온난화 수준

- 온난화 수준은 기준기간(1850~1900년) 대비 1.5°C, 2.0°C, 3.0°C, 5.0°C 상승을 대상으로 하였음. 온난화 도달연도는 UKESM r15i1p1f2의 전구 평균기온을 기준으로 산출하였으며, 분석 기간은 온난화 도달연도를 중심으로 앞뒤 10년으로 결정함(표 1-2).
- 각 시나리오의 앙상블 멤버별(HadGEM3-RA, WRF, CCLM, GRIMs, RegCM4)로 온난화 수준별 분석기간(21년)에 대해 평균하여 멤버별 영향정보지수<sup>5)</sup>를 산출하였음. 그리고 멤버별 값을 앙상블 평균하여 온난화 수준별 영향정보지수를 산출하였음.
- 온난화 수준 1.5°C와 2.0°C는 SSP 시나리오 4종을 모두 사용하여 영향정보지수를 산출하였음. 온난화 수준 3.0°C와 5.0°C에 도달하지 못하는 시나리오가 존재하여, 3.0°C는 SSP1-2.6을 제외한 나머지, 5.0°C는 SSP3-7.0과 SSP5-8.5를 사용하였음.

※ 온난화 수준별 기온, 강수 및 극한기후지수의 전망 결과는 부록 A를 참고.

표 1-2. 시나리오별 온난화 수준 도달연도와 분석기간

시나리오		온난화 수준			
		1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
SSP1-2.6	도달연도	2021년	2032년	-	-
	분석기간	2011~2031년	2022~2042년	-	-
SSP2-4.5	도달연도	2021년	2031년	2056년	-
	분석기간	2011~2031년	2021~2041년	2046~2066년	-
SSP3-7.0	도달연도	2024년	2032년	2050년	2083년
	분석기간	2014~2034년	2022~2042년	2040~2060년	2073~2093년
SSP5-8.5	도달연도	2021년	2029년	2046년	2072년
	분석기간	2011~2031년	2019~2039년	2036~2056년	2062~2082년

#### 2) 사용된 영향정보지수

- 영향정보지수는 농업 부문 6종, 산림 부문 2종, 건강 부문 8종, 방재 부문 1종, 생태 부문 1종 등 총 5개 부문 18종을 사용하였음.
- 영향정보지수의 개념과 산출 방법은 표 1-3과 같음.

5) 기상청 기후정보포털의 영향정보(응용지수)를 나타내며, 이 보고서에서는 편의상 '영향정보지수'로 표현.

표 1-3. 영향정보지수의 개념과 산출방법

부문	영향 정보지수	개념	산출방법
농업 (6종)	생육온도 일수 (도일)	·작물별 기본온도와 일평균온도의 차를 생육기간 동안 합한 값 ·작물의 재배적지 및 품종 선택 지표	$GDD = \sum (T_{\max} + T_{\min})/2 - T_b$ $T_{\max}$ : 일최고기온(°C), $T_{\min}$ : 일최저기온(°C), $T_b$ (생육영점온도)= 5, 10, 15°C
	유효적산 온도 (°C)	·일정한 발육 단계까지 도달하기 위해 필요한 총온열량	$EAT = \sum (T_a - T_b)$ $T_a$ : 일평균기온(°C), $T_b$ (생육영점온도)= 5, 10, 15°C
	식물기간 (일)	·봄철 월동작물의 생육시작 조건, 가을철 과수 등의 영년생 작물의 재배관리 지표	·일평균기온이 5°C 이상인 일수의 합
	작물기간 (일)	·벼의 재배가능기간과 재배지대 구분 지표	·일평균기온이 15°C 이상인 일수의 합
	난방도일 (도일)	·난방이 필요한 일수	·18°C 이하인 날에 대해 18°C 기온에서 그날의 일평균기온과의 차를 누적한 값
	냉방도일 (도일)	·냉방이 필요한 일수	·24°C 이상이 되는 날의 일평균기온과 24°C와의 차를 누적한 값
산림 (2종)	최저기온 지수	·최한월 평균 최저기온을 이용하여 식생의 내한성을 표현하는 지표	$MTCI = \frac{MTC - t_{mid}}{t_{hi} - t_{mid}} \times 100, MTC \geq 1.5^\circ\text{C}$ $MTCI = \frac{t_{mid} - MTC}{t_{mid} - t_{low}} \times (-100), MTC < 1.5^\circ\text{C}$ $MTCI$ : 최한월 월평균 최저기온(°C), $t_{hi}$ : 18°C, $t_{mid}$ : 1.5°C, $t_{low}$ : -15°C
	건조강도 지수	·강수량과 강수 횟수를 이용해 건조 상태의 규모를 정량화하는 지수	$AII = \frac{\sum_{n=1} RR_{Dj}}{D}$ $RR_{Dj}$ : 건조한 날의 일강수량 총합(mm), $D$ : 건조한 날의 일수(건조한 날은 일강수량이 0.1mm 이상, 10mm 미만인 날로 정의)
건강 (8종)	열지수	·일사병, 열경련 등 열적 스트레스의 위험도를 나타내는 지수 ·기온과 상대습도를 이용하여 사람이 더위를 어떻게 느끼는지 인지하기 위해 개발됨	$HI = -42.379 + 2.04901523T + 10.14333127R$ $- 0.22475541TR - 6.83783 \times 10^{-3}T^2$ $- 5.481717 \times 10^{-2}R^2 + 1.22874 \times 10^{-3}T^2R$ $+ 8.5282 \times 10^{-4}TR^2 - 1.99 \times 10^{-6}T^2R^2$ $T$ : 일최고기온(°F), $R$ : 상대습도(%) · 조건별 열지수 보정식 - 조건 1: 기온(°F)이 80도 보다 낮을 경우 $HI = 0.5 \times (T - 68.0) \times 1.2 + (R \times 0.094)$ - 조건 2: 기온(°F)이 80도 보다 높거나 같고, 112도보다 낮거나 같고, 상대습도(%)가 13보다 낮을 경우 적용 $HI = HI - 0.25 \times (13 - R) \times \sqrt{(17 -  T - 95 )/17}$ - 조건 3: 기온(°F)이 80도보다 높고, 87도 보다 낮거나 같고, 상대습도(%)가 85보다 높을 경우 적용 $HI = HI + (R - 85)/10 \times (87 - T)/5$
	불쾌지수	·기온과 습도를 이용하여 날씨에 따라, 사람이 불쾌감을 느끼는 정도를 나타낸 지수	$DI = \frac{9}{5} \times T - 0.55 \times (1 - R) \left( \frac{9}{5} \times T - 26 \right) + 32$ $T$ : 일최고기온(°C), $R$ : 상대습도(%)
	체감온도 (°C)	·사람이 실제로 주어진 환경 속에서 느낄 수 있는 온도 지수	$AT = T + 0.33 \times e - 0.7 \times V - 4$ $e = \frac{R}{100} \times \left( 6.1078 \times \exp \left( 17.269 \times \frac{T}{T + 237.3} \right) \right)$ $T$ : 일최저기온(°C), $R$ : 상대습도(%), $e$ : 수증기압(hPa), $V$ : 풍속(m/s)
	체감온도 (겨울철) (°C)	·바람이 피부로부터 열을 빼앗아 감으로 인해 일어나는 신체의 냉각 정도를 표현하는 지수	$ATw = 13.12 + (0.6215 \times T)$ $- (11.37 \times V^{0.16}) + (0.3965 \times V^{0.16} \times T)$ $T$ : 일최저기온(°C), $V$ : 풍속(km/h)

표 1-3. 영향정보지수의 개념과 산출방법(계속)

부문	영향 정보지수	개념	산출방법
건강 (8종)	체감온도 (여름철) (°C)	· 여름철에 사람이 실제로 주어진 환경 속에서 느낄 수 있는 온도 지수	$ATs = -0.2442 + 0.55399 \times TW + 0.45535 \times T - 0.0022 \times TW^2 + 0.00278 \times TW \times T + 3.0$ $TW = T \times \text{atan}(0.151977 \times (R + 8.313659)^{0.5}) + \text{atan}(T + R) - \text{atan}(R - 1.676311) + 0.00391838R^{1.5} \times \text{atan}(0.023101R) - 4.686035$ <p><math>T</math>: 일최고기온(°C), <math>TW</math>: 습구온도(°C), <math>R</math>: 상대습도(%)</p>
	열체감 지수	· 고온다습한 날씨에서 일반적으로 사람이 느끼는 정도를 나타내는 지수	$\text{Humidex} = T + 0.555 \times (e - 10.0)$ $e = \frac{R}{100} \times (6.1078 \times \exp(17.269 \times \frac{T}{T + 237.3}))$ <p><math>T</math>: 일최고기온(°C), <math>e</math>: 수증기압(hPa), <math>R</math>: 상대습도(%)</p>
	NET (°C)	· 감각온도(사람이 느끼는 환경온도)에서 풍속이 고려되어 사계절 모두 사용가능한 지수	$\text{NET} = 37 - \frac{37 - T}{0.68 - 0.0014R + \frac{1}{1.76 + 1.4V^{0.75}} - 0.27T(1 - 0.01R)}$ <p><math>T</math>: 일평균기온(°C), <math>R</math>: 상대습도(%), <math>V</math>: 풍속(m/s)</p>
	열사병 발생위험 지수	· 냉방이 불가능한 상황에서, 체온 조절 기능이 상실되어 열사병이 발생할 위험을 단계화한 지수	$\text{HHIS} = T \times \text{atan}(0.151977 \times (R + 8.313659)^{0.5}) + \text{atan}(T + R) - \text{atan}(R - 1.676311) + 0.00391838R^{1.5} \times \text{atan}(0.023101R) - 4.686035$ <p><math>T</math>: 일평균기온(°C), <math>R</math>: 상대습도(%)</p>
방재 (1종)	독립 호우사상	· 실제 독립적인 단일호우사상이 발생하였을 때 보이는 지속 기간과 호우체적, 호우사상별 무강우 지속기간 특성을 분석하여 호우사상의 발생특성을 정량화하는 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 강수(1mm 이상)가 시작된 날부터 종료된 날까지를 사상으로 정의함. 다음의 3가지를 지수로 사용</li> <li>· 독립호우사상-지속기간: 각 사상의 최대 지속기간 (일)</li> <li>· 독립호우사상-호우총량(최대): 각 사상의 누적강수량 중 최대값 (mm)</li> <li>· 독립호우사상-호우총량(평균): 각 사상의 일평균값 중 최대값 (mm)</li> </ul>
생태 (1종)	기후변화 심각도 지수	· 기온, 강수 데이터를 기준으로 자연생태계가 이용할 수 있는 기후공간을 생성하고, 미래 기후변화 데이터와 비교하여 각 생태계에 대한 기후변화 심각도를 산출하는 지수	$\text{CCSI} = \frac{\text{CCSI}_f + \text{CCSI}_p}{2}$ $\text{CCSI}_f = \frac{T_{\text{future}} - T_{\text{historic}}}{T_{\text{range}}}, \text{CCSI}_p = \frac{P_{\text{future}} - P_{\text{historic}}}{P_{\text{range}}}$ $T_{\text{range}} = T_{\text{max}} - T_{\text{min}}, P_{\text{range}} = P_{\text{max}} - P_{\text{min}}$ <p><math>T_{\text{future}}, P_{\text{future}}</math>: 미래 연평균기온, 연강수량  <math>T_{\text{historic}}, P_{\text{historic}}</math>: 현재(2000~2010년) 연평균기온, 연강수량  <math>T_{\text{max}}, T_{\text{min}}, T_{\text{historic}}</math>의 가장 더운 분기/추운 월평균기온  <math>P_{\text{max}}, P_{\text{min}}, P_{\text{historic}}</math>의 최고우기/건기 월강수량</p>



## 제2장

# 온난화 수준별 영향정보 전망

1. 농업 부문
2. 산림 부문
3. 건강 부문
4. 방재 부문
5. 생태 부문



# 제2장 온난화 수준별 영항정보 전망



## 1. 농업 부문

### 1) 생육온도일수 (Growing Degree Days, GDD)

: 기본온도와 일평균온도(일최고기온과 일최저기온의 평균)의 차를 생육기간 동안 합한 값이며, 작물의 재배적지 및 품종 선택 지표로 사용됨(기상청, 2015).

※ 온대 기후의 일반적인 여름작물은 10℃, 월동작물은 5℃, 고온작물은 15℃를 기준으로 하며, 이 장에서는 10℃ 기준의 결과를 제시함. 5℃, 15℃ 기준의 결과는 표 B-1에 제시함.

	현재	1.5℃	2.0℃	3.0℃	5.0℃
생육온도일수 (도일)	1999.0	2163.4	2313.0	2586.8	3137.4
추가 영항 (%)	-	-	47.6	72.0	85.6

- 현재 우리나라의 생육온도일수는 1999.0도일임(그림 2-1).
- 현재 대비 온난화 1.5℃ 도달 시 약 8% 증가하며, 5.0℃ 도달 시 약 57%로 크게 증가.
  - (추가 영항) 2.0℃에서 47.6%, 5.0℃에서 85.6%의 추가 영항이 전망됨.
- 남해안, 제주 해안에서 빈도 높고, 태백산맥 등에서 빈도 낮으며, 미래에도 현재와 유사한 공간적 특성이 나타남(그림 2-2, 표 B-1).

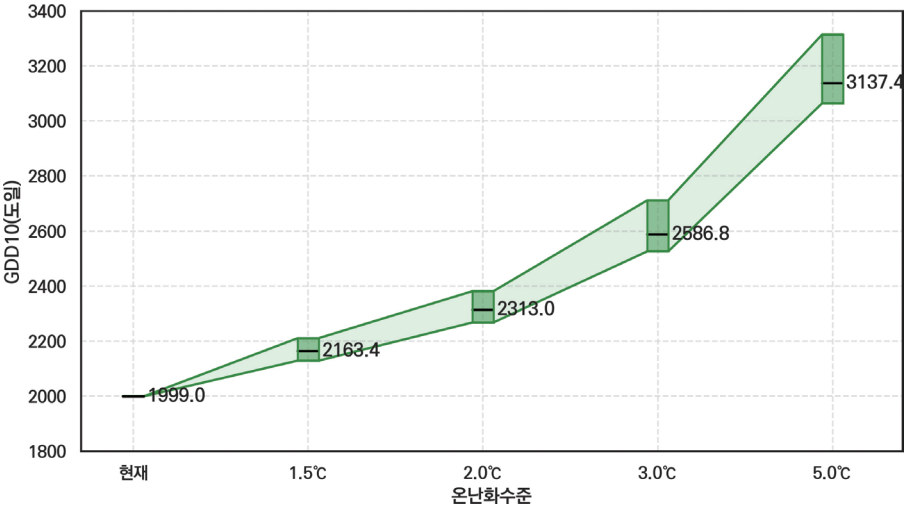


그림 2-1. 온난화 수준별 생육온도일수(10℃)(GDD10)의 변화(범위는 앙상블의 범주를 의미)

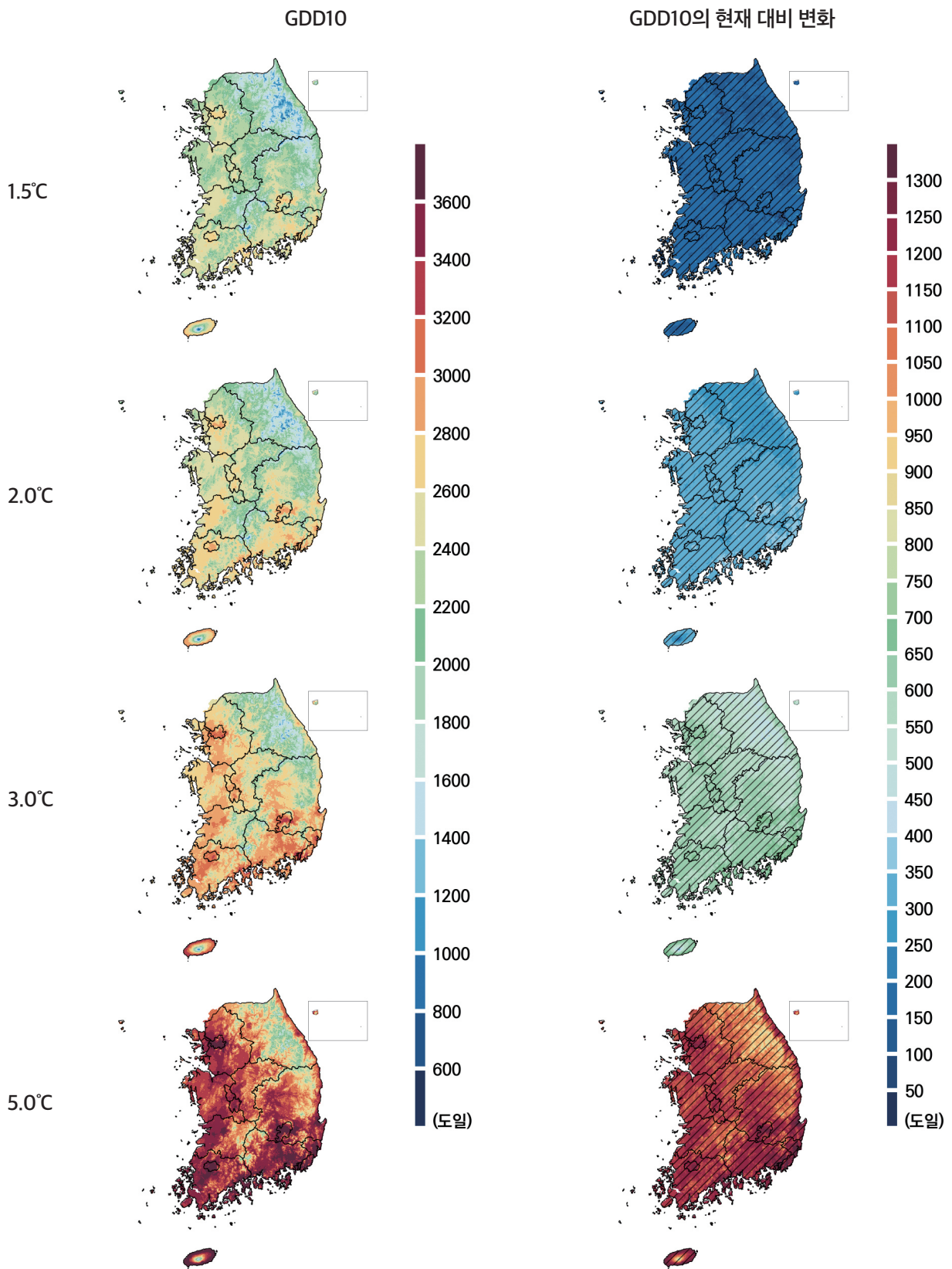


그림 2-2. 온난화 수준별 생육온도일수(10°C) (GDD10)의 값(좌)과 현재(2000~2019년대비 변화(우)의 공간분포(빛금은 변화가  $\alpha=0.05$ 에서 유의한 지역)

## 2) 유효적산온도 (Effective Accumulated Temperature, EAT)

: 생육온도일수와 유사한 개념으로, 일정한 발육 단계까지 도달하기 위해 필요한 총온열량을 의미함. 이를 적용하여 재배가능지역을 판별할 수 있음(기상청, 2015).

※ 온대 기후의 일반적인 여름작물은 10℃, 월동작물은 5℃, 고온작물은 15℃를 기준으로 하며, 이 장에서는 10℃ 기준의 결과를 제시함. 5℃, 15℃ 기준의 결과는 표 B-2에 제시함.

	현재	1.5℃	2.0℃	3.0℃	5.0℃
유효적산온도 (°C)	1893.1	2052.7	2197.5	2464.7	3004.0
		+159.6	+304.4	+571.6	+1110.9
추가 영향 (%)	-	-	47.6	72.1	85.6

- 현재 우리나라의 유효적산온도는 1893.1℃임(그림 2-3).
- 현재 대비 온난화 1.5℃ 도달 시 약 8% 증가하나, 5.0℃ 도달 시 약 59%로 급증함.  
- (추가 영향) 2.0℃에서 47.6%, 5.0℃에서 85.6%의 추가 영향이 전망됨.
- 남해안, 제주 해안에서 빈도 높고, 태백산맥 등에서 빈도 낮으며, 미래에도 현재와 유사한 공간적 특성이 나타남(그림 2-4, 표 B-2).

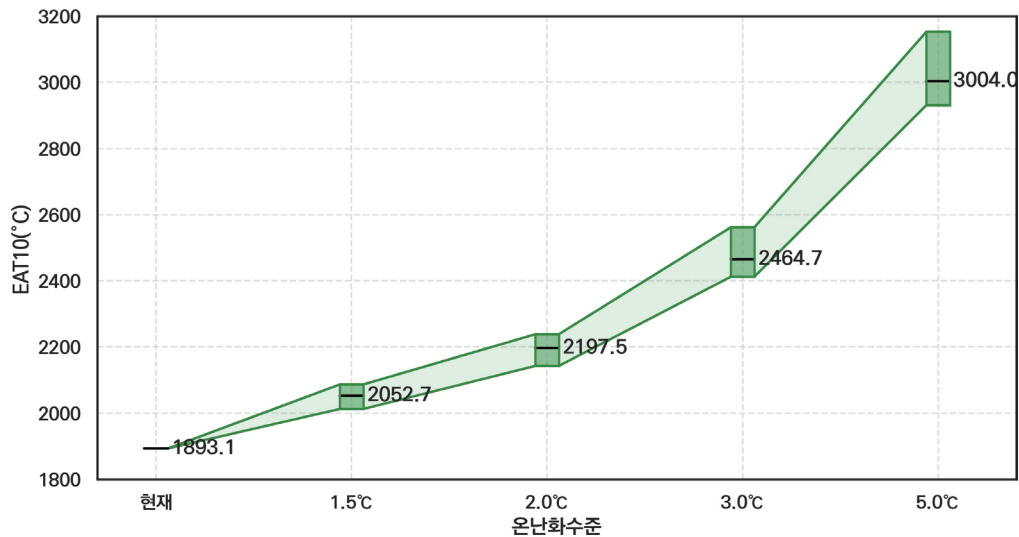


그림 2-3. 온난화 수준별 유효적산온도(10℃)(EAT10)의 변화(범위는 앙상블의 범주를 의미)

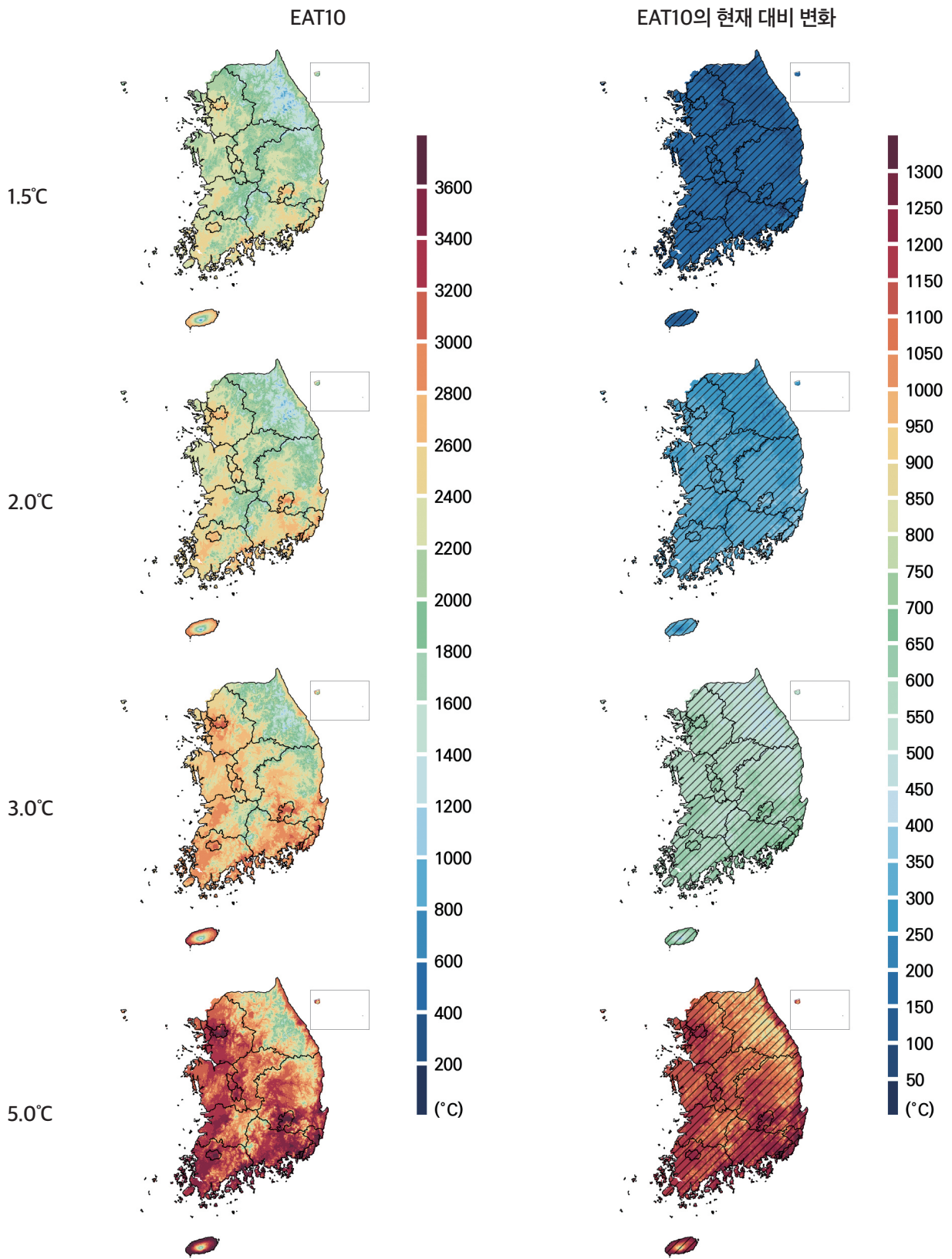


그림 2-4. 온난화 수준별 유효적산온도(10°C) (EAT10)의 값(좌)과 현재(2000~2019년) 대비 변화(우)의 공간분포(빛금은 변화가  $\alpha=0.05$ 에서 유의한 지역)

### 3) 식물기간(Plant Period, PLP)

: 식물의 발아 및 생육 가능한 온도인 5°C를 기준으로 봄에 일 평균기온이 5°C 이상이 되면 월동작물이 생육을 재개하고 가을철에 5°C 이하로 기온이 내려가면서 생육을 멈추는 것을 나타내며, 생육한계를 나타내는 지표로 활용가능(기상청, 2015).

	현재	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
식물기간 (일)	253.1	262.4	269.7	282.4	301.9
		+9.3	+16.6	+29.2	+48.8
추가 영향 (%)	-	-	43.8	68.1	80.9

- 현재 우리나라의 식물기간은 253.1일로 1년의 약 69%임(그림 2-5).
- 연중 식물기간은 온난화 1.5°C 도달 시에 72%, 5.0°C 도달 시에 83%를 차지함.
  - (추가 영향) 2.0°C에서 43.8%, 5.0°C에서 80.9%로 농업지수 중 가장 작음.
- 발생일이 많은 곳은 제주해안, 남해안, 강원-영동이고 적은 곳은 강원도 태백산맥 등 고지대로 나타남(그림 2-6, 표 B-3).
- 미래 변화가 큰 곳은 강원-영동, 제주-중산간, 서해안 일대이고 변화가 작은 곳은 강원 산간, 남해안 등

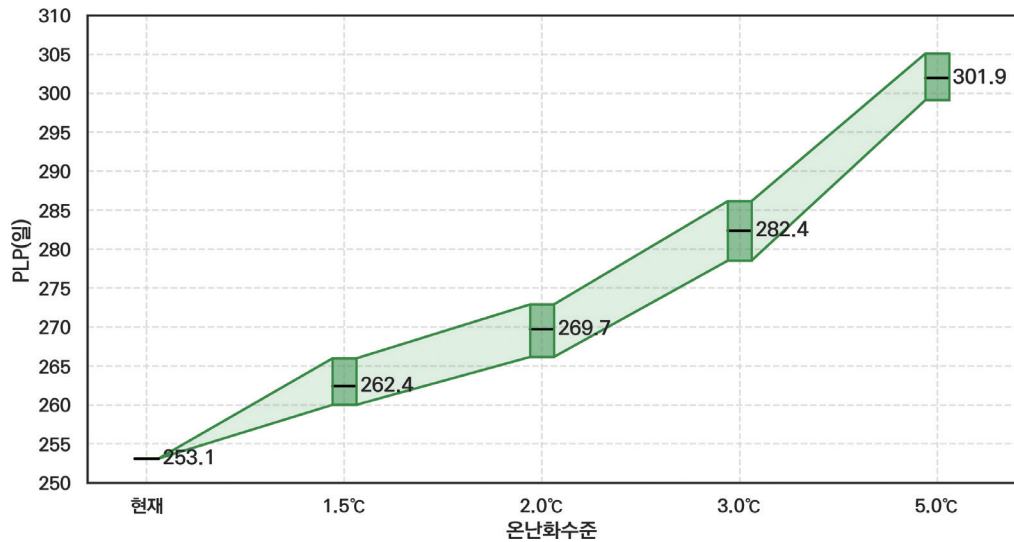


그림 2-5. 온난화 수준별 식물기간(PLP)의 변화(범위는 앙상블의 범주를 의미)

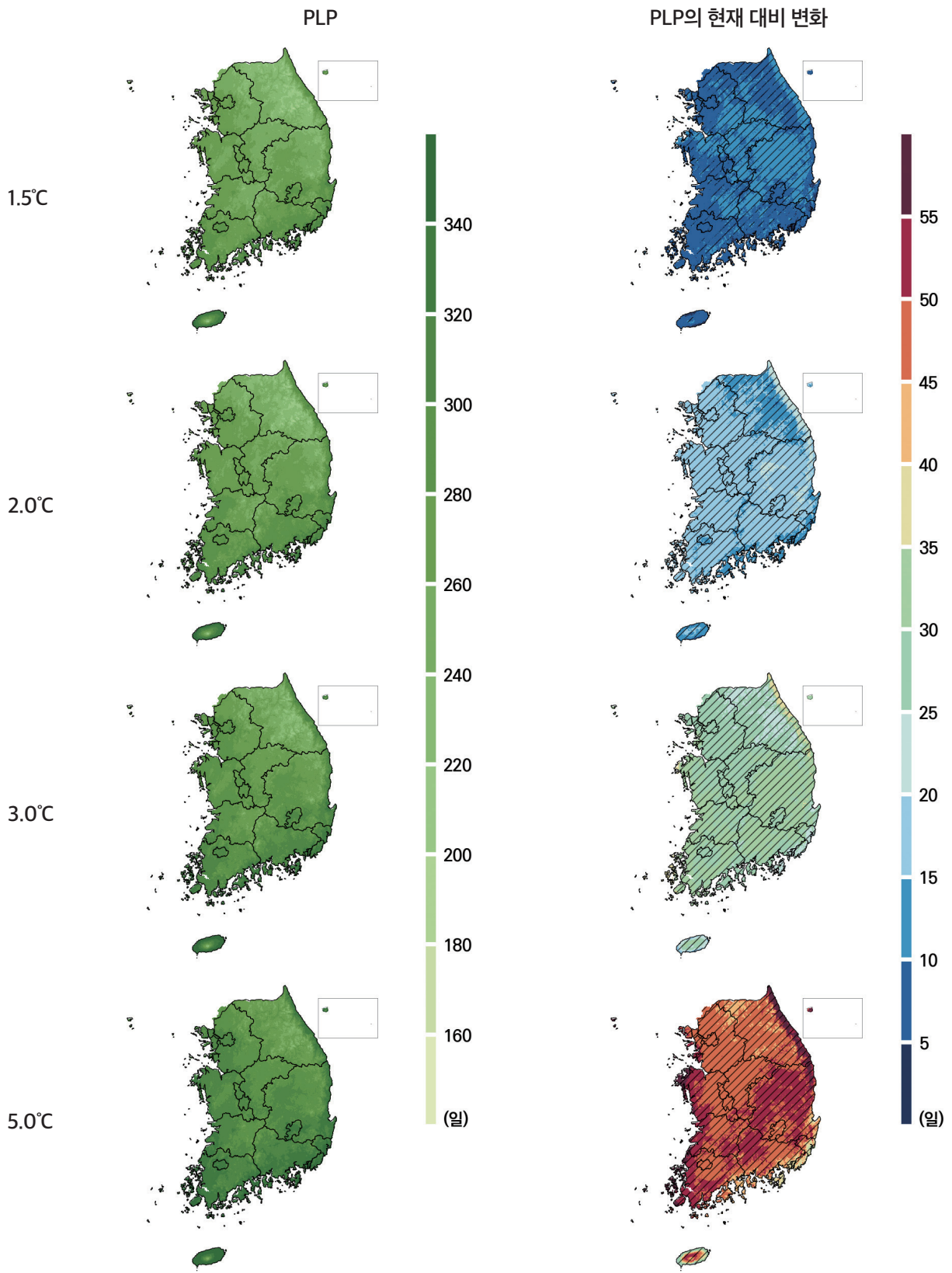


그림 2-6. 온난화 수준별 식물기간(PLP)의 값(좌)과 현재(2000~2019년) 대비 변화(우)의 공간분포(빗금은 변화가  $\alpha=0.05$ 에서 유의한 지역)

#### 4) 작물기간(Crop Period, CPP)

: 일 평균기온이 10°C 이상이면 여름작물은 생육을 시작하고 과수는 발아·개화 등이 진행되나, 벼의 경우는 일 평균기온이 15°C 이상인 일수인 작물기간이 성장 및 재배에 적합한 기후 조건을 측정하는 지표로 사용됨(기상청, 2015).

	현재	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
작물기간 (일)	156.7	163.1	168.5	181.0	204.3
		+6.4	+11.8	+24.3	+47.6
추가 영향 (%)	-	-	46.0	73.7	86.6

- 현재 우리나라의 작물기간은 156.7일로 1년의 약 45%임(그림 2-7).
- 연중 작물기간은 온난화 1.5°C 도달 시에 약 46%로 현재와 뚜렷한 차이가 없으며, 3.0°C 도달 이후부터 50% 이상 유지됨.  
- (추가 영향) 2.0°C에서 45.8%, 5.0°C에서 86.6%로 추가 영향이 큰 지수임.
- 발생일이 많은 곳은 제주해안, 남해안, 강원-영동이고 적은 곳은 강원도 태백산맥 등 고지대로 나타남(그림 2-8, 표 B-4).
- 미래 변화가 큰 곳은 강원산간, 동남부 지역이고 변화가 작은 곳은 수도권, 충남 등

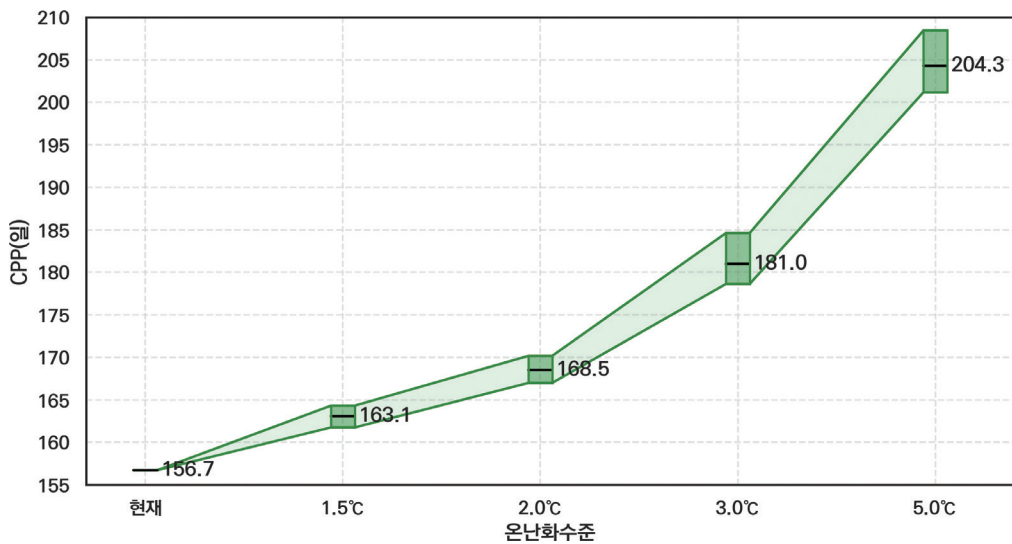


그림 2-7. 온난화 수준별 작물기간(CPP)의 변화(범위는 앙상블의 범주를 의미)



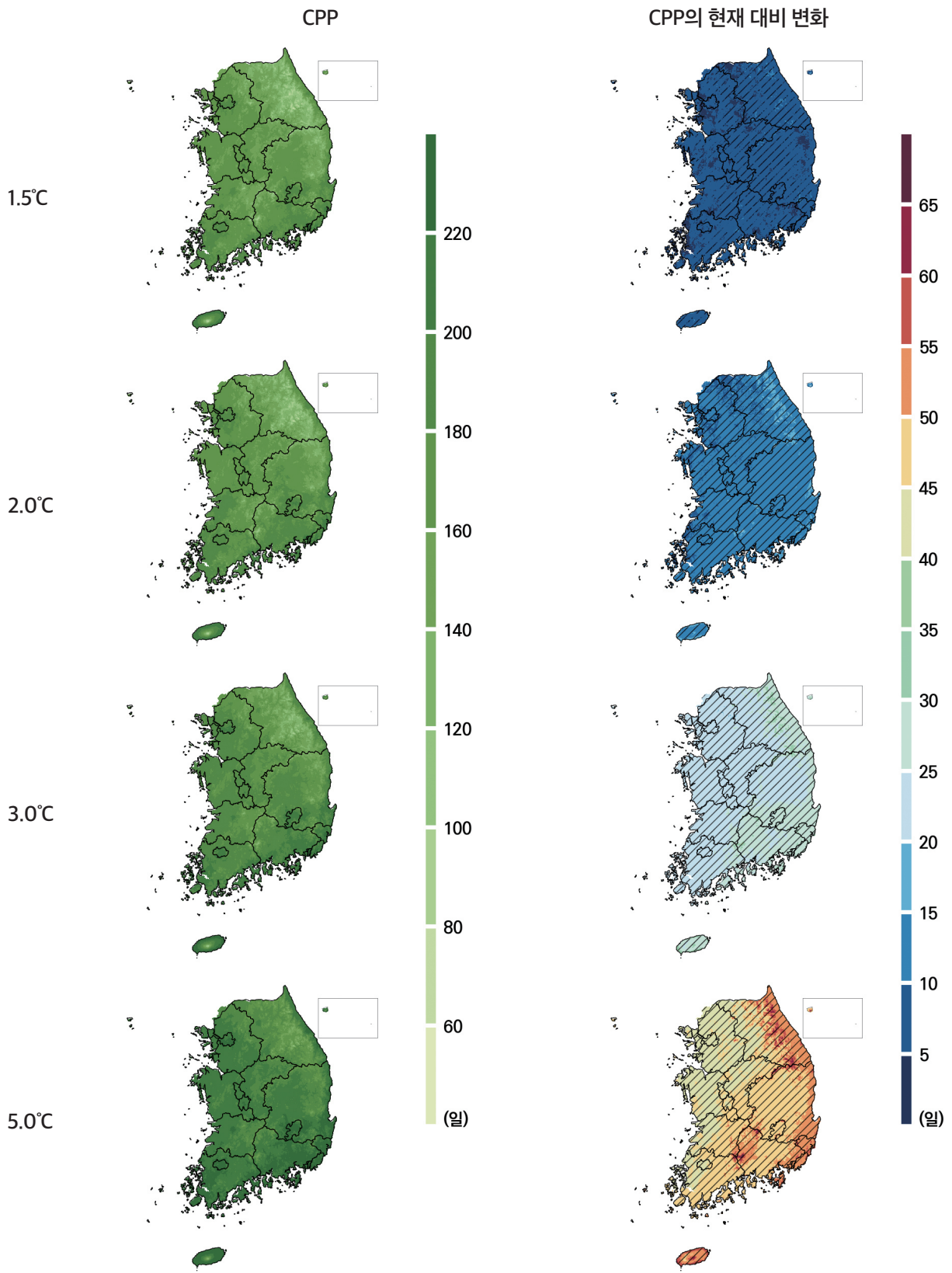


그림 2-8. 온난화 수준별 작물기간(CPP)의 값(좌)과 현재(2000~2019년) 대비 변화(우)의 공간분포(빗금은 변화가  $\alpha=0.05$ 에서 유의한 지역)

### 5) 냉방도일(Cooling Degree Day, CDD)

: 냉방에 필요한 에너지를 나타내는 지수로, 주로 더운 계절에 우리나라 냉방기준온도인 24°C 이상인 날의 온도와 24°C와의 차를 누적한 값으로 나타냄(기상청, 2015).

※ 온난화에 따라 냉방도일이 증가하면, 미래 에너지 소비량의 증가량을 예측할 수 있어 시설의 냉방 용량 설계나 에너지 사용으로 인한 온난화 기후변화 전망에 활용 가능.

	현재	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
냉방도일 (도일)	82.9	132.5	179.7	262.5	459.2
		+49.6	+96.8	+179.6	+376.3
추가 영향 (%)	-	-	48.8	72.4	86.8

- 현재 우리나라의 냉방도일은 82.9일임(그림 2-9).
- 현재 대비 온난화 2.0°C 도달 시에 약 2.2배, 5.0°C 도달 시에 약 4.5배 증가함.  
- (추가 영향) 5.0°C에서 86.8%로 온난화 진행에 따라 추가 영향이 매우 큰 지수임.
- 냉방도일이 높은 곳은 서울, 대구, 광주 등 대도시와 수도권이고 낮은 곳은 강원-산간 지역으로 나타남(그림 2-10, 표 B-5).
- 미래 변화가 큰 곳은 수도권, 서해안, 경상 내륙이고 약한 곳은 강원 산간 및 소백산맥-지리산 지역임.

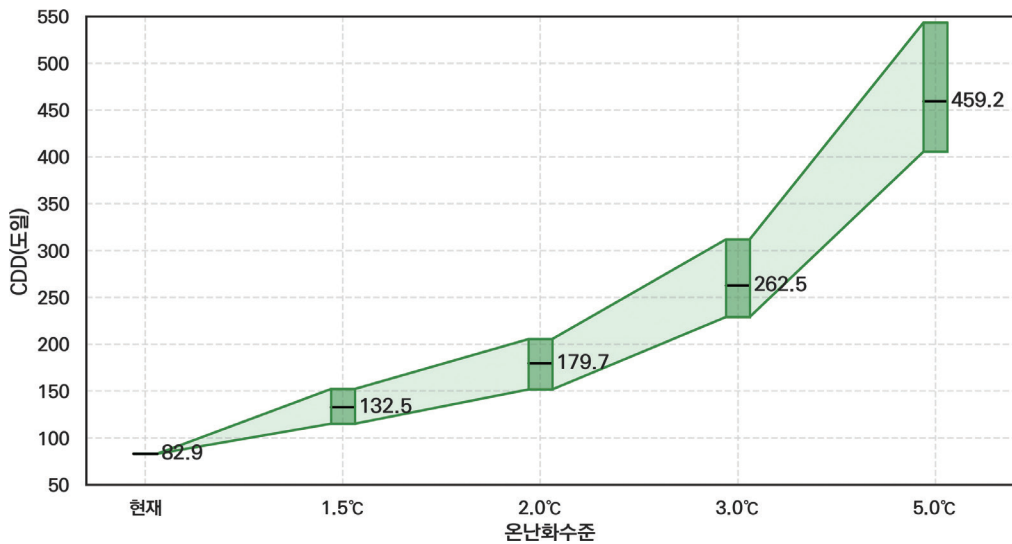


그림 2-9. 온난화 수준별 냉방도일(CDD)의 변화(범위는 앙상블의 범주를 의미)

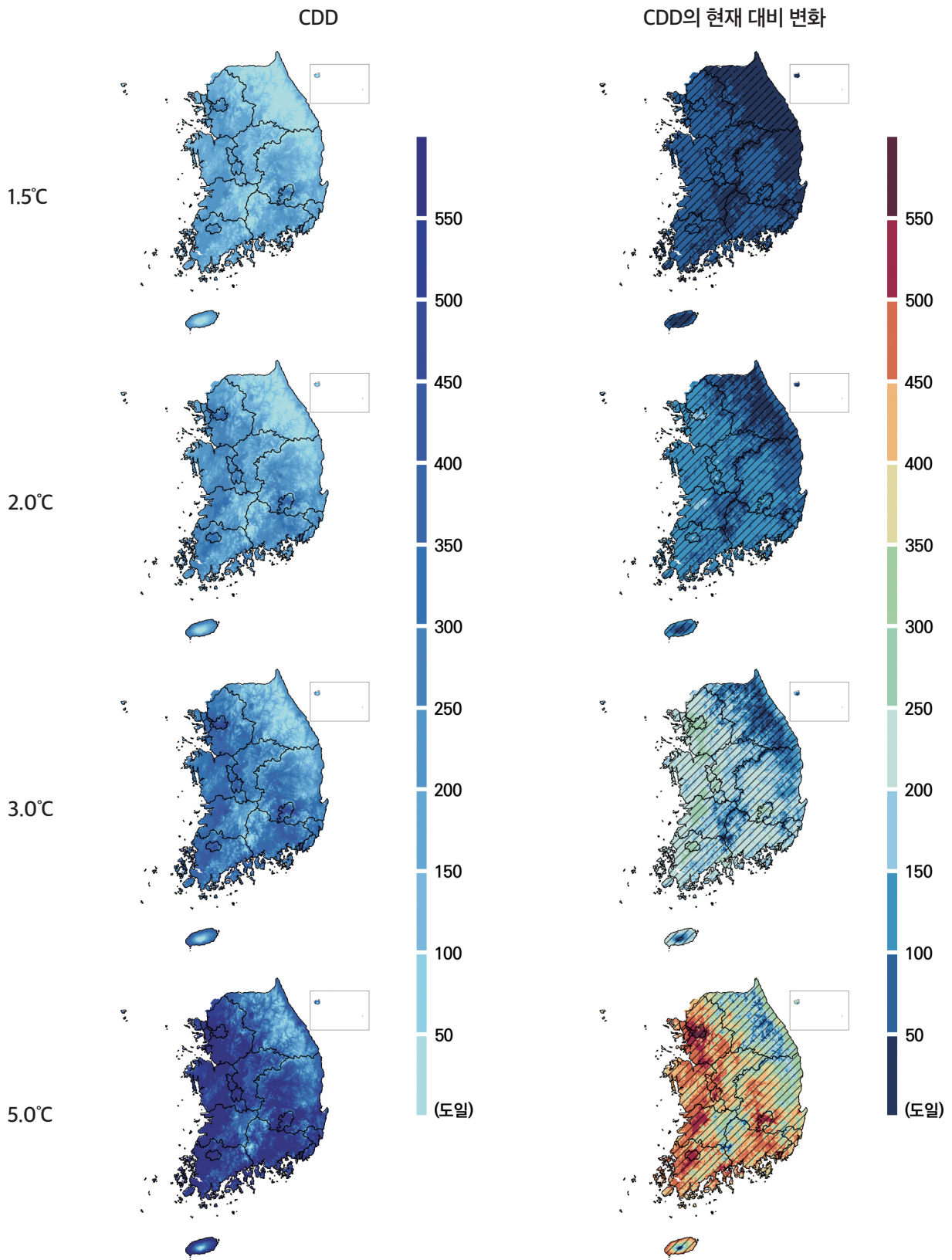


그림 2-10. 온난화 수준별 냉방도일(CDD)의 값(좌)과 현재(2000~2019년) 대비 변화(우)의 공간분포(빗금은 변화가  $\alpha=0.05$ 에서 유의한 지역)

### 6) 난방도일(Heating Degree Day, HDD)

: 난방에 필요한 에너지를 나타내는 지수로, 주로 추운 계절에 우리나라 난방기준온도인 18°C 이하인 날의 온도와 18°C와의 차를 누적한 값으로 나타냄(기상청, 2015).

※ 난방도일의 증감소는 난방 에너지 소비량을 예측할 수 있어 농업 시설의 난방 용량 설계 등에 활용 가능.

	현재	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
난방도일 (도일)	2946.6	2788.0	2657.2	2376.3	1937.8
추가 영향 (%)	-	-158.6	-289.4	-570.3	-1008.8
추가 영향 (%)	-	-	45.2	72.2	84.3

- 현재 우리나라의 난방도일은 2946.6일임(그림 2-11).
- 난방도일은 현재 대비 온난화 5.0°C 도달 시에 약 2/3 수준으로 감소함.  
- (추가 영향) 2.0°C에서 45.2%, 5.0°C에서 84.3%로 나타남.
- 난방도일이 가장 높은 곳은 강원 산간이며 낮은 곳은 남해안과 제주 해안으로 나타남(그림 2-12, 표 B-6).
- 미래 변화가 큰 곳은 강원 산간, 한라산이고 작은 곳은 남해안, 제주 해안임.

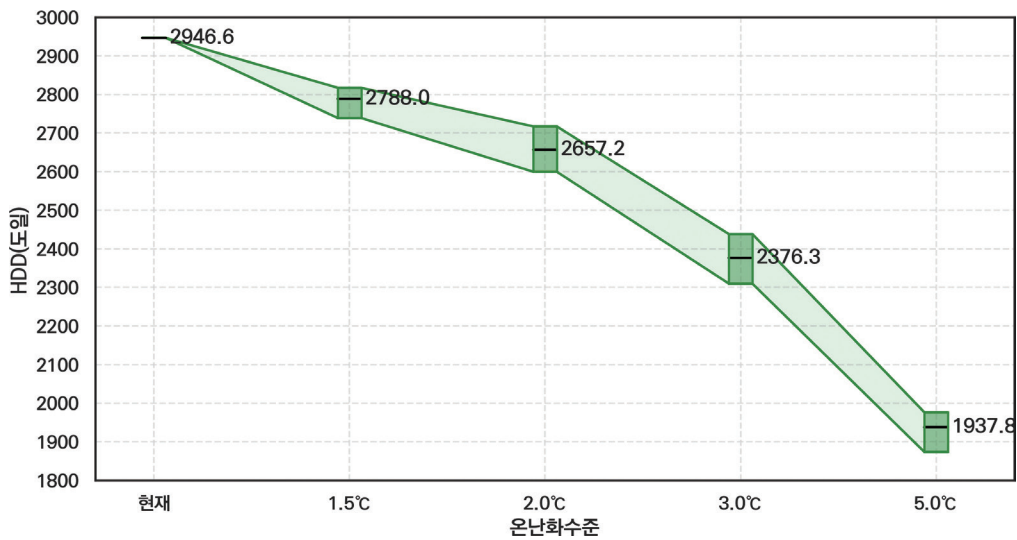


그림 2-11. 온난화 수준별 난방도일(HDD)의 변화(범위는 앙상블의 범주를 의미)

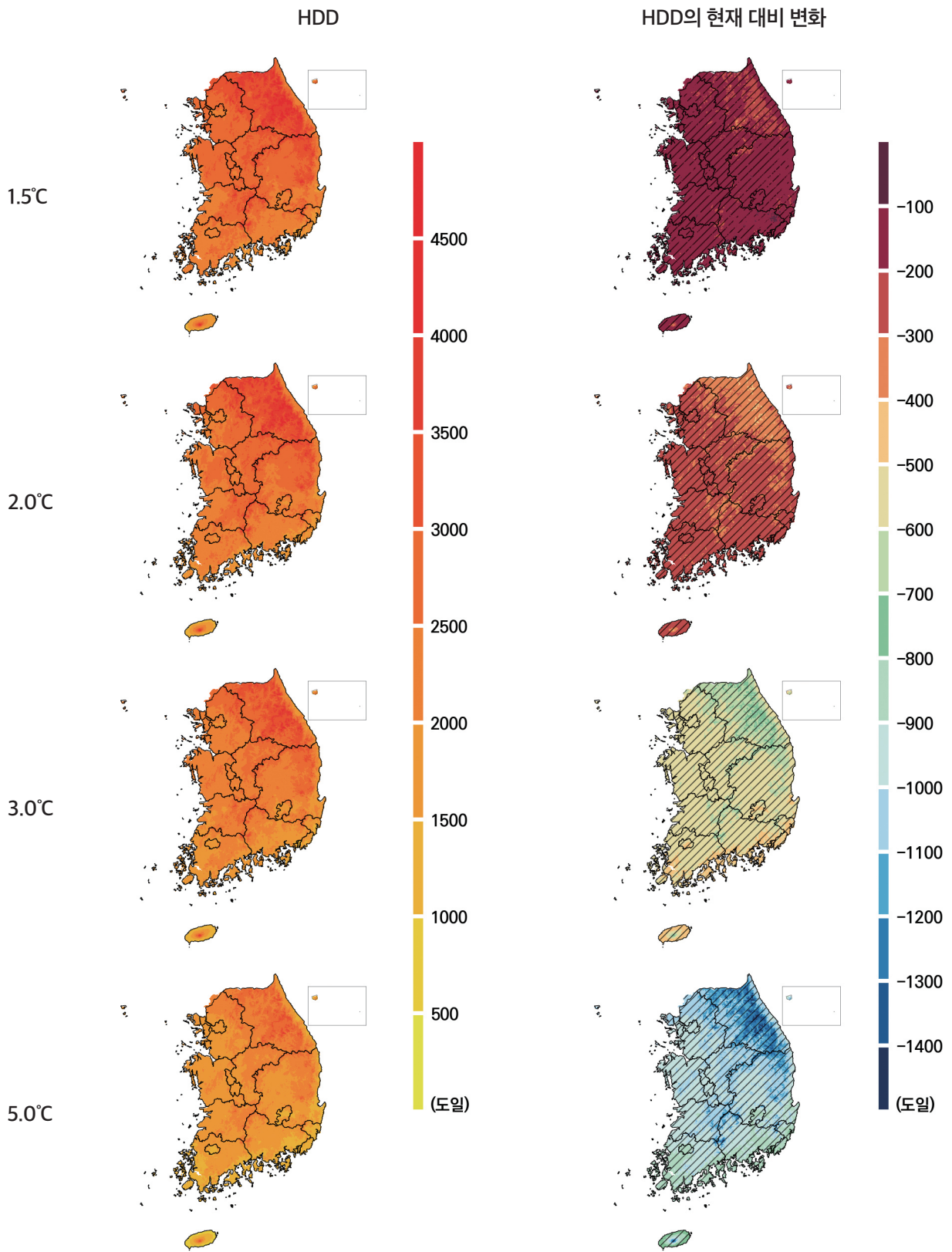


그림 2-12. 온난화 수준별 난방도일(HDD)의 값(좌)과 현재(2000~2019년) 대비 변화(우)의 공간분포(빗금은 변화가  $\alpha=0.05$ 에서 유의한 지역)

## 2. 산림 부문

### 1) 최저기온지수(Minimum Temperature Index of the Coldest Month, MTCI)

: 식생의 내한성을 표현하는 지수로 식생 분포 모델에 적용할 수 있음(Choi et al., 2011).

	현재	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
최저기온지수	-57.7	-55.3	-51.1	-40.7	-28.9
		+2.4	+6.6	+17.0	+28.8
추가 영향 (%)	-	-	63.6	85.9	91.7

- 현재 우리나라의 최저기온지수는 -57.7임(그림 2-13).
- 최저기온지수는 현재 대비 온난화 1.5°C 도달 시에 2.4 감소하며, 온난화 5.0°C 도달 시에 28.8 감소함.  
- (추가 영향) 2.0°C에서 63.6%, 5.0°C에서 91.7%로 기온 관련 지수 중 가장 큰 추가 영향이 나타남.
- 지수가 높은 곳은 강원-영동, 낮은 곳은 강원-산간임(그림 2-14, 표 B-7).
- 미래 변화가 큰 곳은 강원 산간, 중부 지역이고 작은 곳은 남부 지역임.

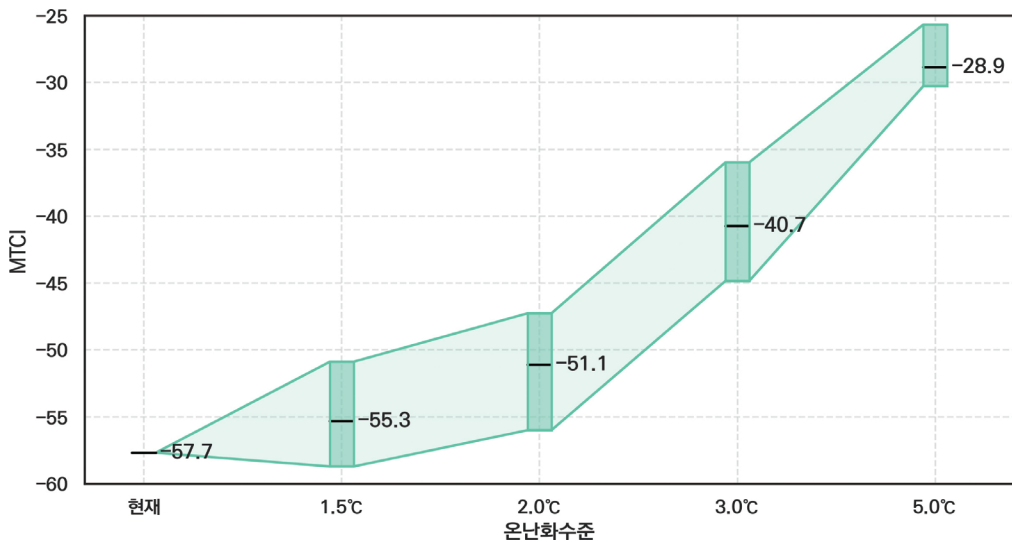


그림 2-13. 온난화 수준별 최저기온지수(MTCI)의 변화(범위는 앙상블의 범주를 의미)

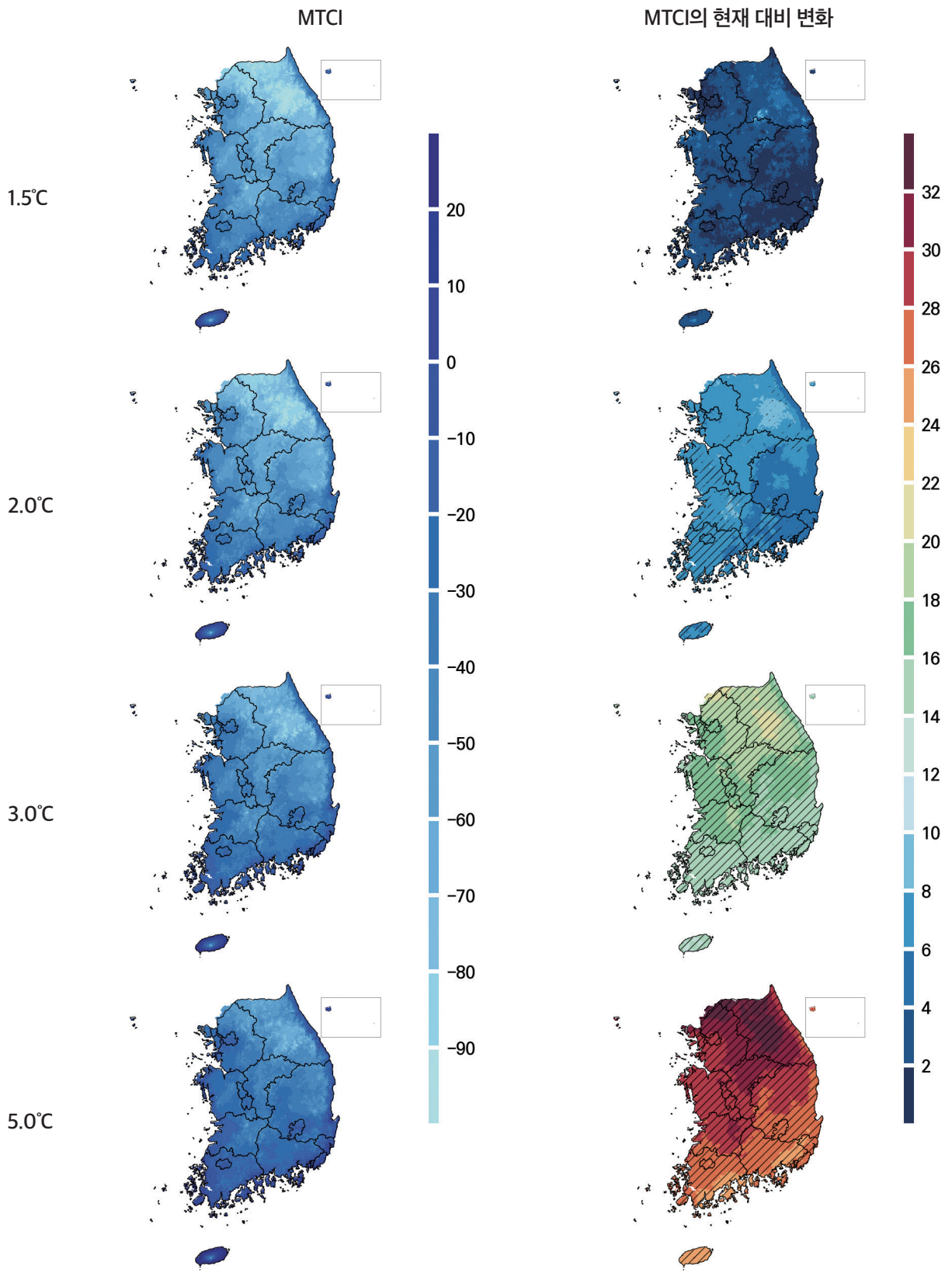


그림 2-14. 온난화 수준별 최저기온지수(MTCI)의 값(좌)과 현재(2000~2019년) 대비 변화(우)의 공간분포(빗금은 변화가  $\alpha=0.05$ 에서 유의한 지역)

## 2) 건조강도지수(Simple Aridity Intensity Index, AII)

: 건조 상태의 규모를 정량화하는 지수로, 토지의 취약성과 산사태 위험성 등의 연구에 활용되며, 산림의 건조 상태에 대한 미래 예측 가능(기상청 기후정보포털).

	현재	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
건조강도지수	2.88	3.05	3.16	3.18	3.23
		+0.17	+0.28	+0.30	+0.35
추가 영향 (%)	-	-	39.3	43.3	51.4

- 현재 우리나라의 건조강도지수는 2.88임(그림 2-15).
- 건조강도지수는 현재 대비 온난화 1.5°C 도달 시에 0.17, 온난화 2.0°C 도달 시에 0.28 증가하며, 이후 3.0°C/5.0°C 도달 시에는 증가 추세가 뚜렷하지 않음.
  - (추가 영향) 2.0°C에서 39.3%, 5.0°C에서 51.4%로 가장 작은 추가 영향이 나타남.
- 지수가 큰 곳은 한라산, 강원 산간, 전남 해안, 중부 내륙이고 작은 곳은 동해안 및 서해안 지역으로 나타남(그림 2-16, 표 B-8).
- 미래 변화가 큰 곳은 강원 산간, 소백산맥, 한라산이고 작은 곳은 남동 해안임.

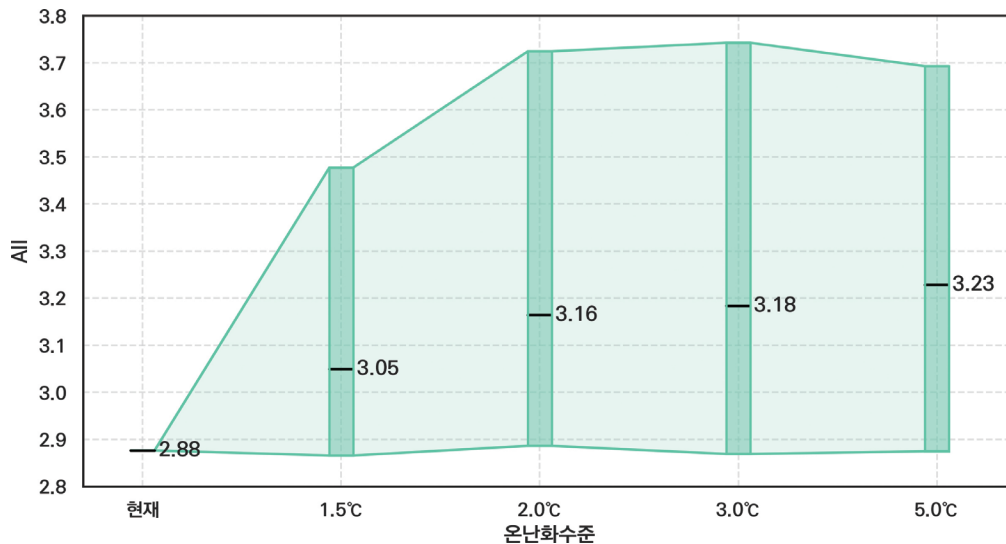


그림 2-15. 온난화 수준별 건조강도지수(AII)의 변화(범위는 앙상블의 범주를 의미)



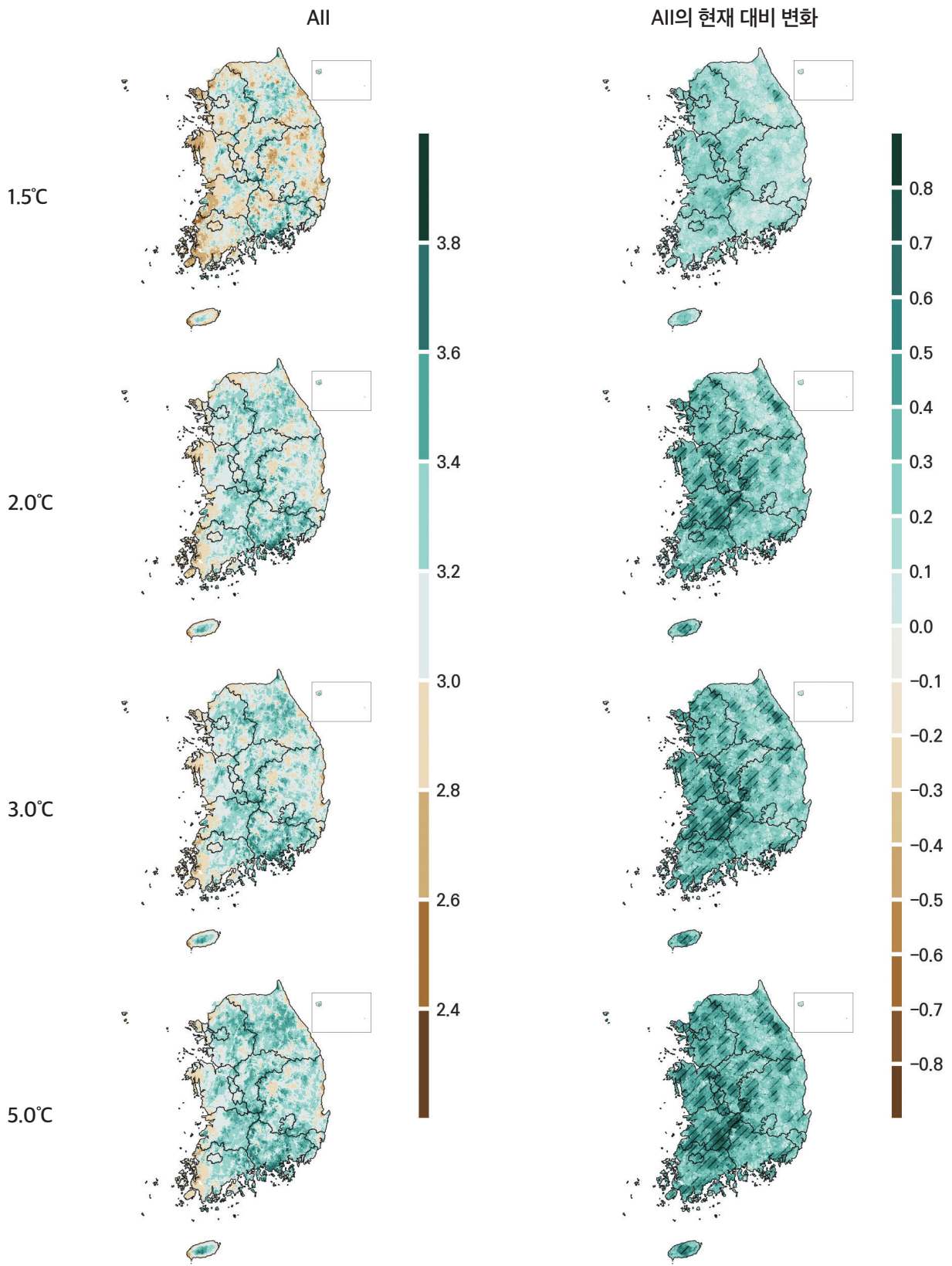


그림 2-16. 온난화 수준별 건조강도지수(AI)의 값(좌)과 현재(2000~2019년) 대비 변화(우)의 공간분포(빗금은 변화가  $\alpha=0.05$ 에서 유의한 지역)

### 3. 건강 부문

#### 1) 열지수(Heat Index, HI)

: 일사병, 열경련 등 열적 스트레스의 위험도를 나타내는 지수로서, 6~9월의 최고기온과 상대습도를 이용하여 사람이 느끼는 더위를 정량화 함(기상청 기후정보포털).

※ 낮음(32 미만), 보통(32~41 미만), 높음(41~54 미만), 매우높음(54~66 미만), 위험(66 이상)

	현재	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
열지수	32.0	34.2	36.0	39.3	46.2
		+2.2	+4.0	+7.3	+14.2
추가 영향 (%)	-	-	45.0	69.9	84.5

- 현재 우리나라의 열지수는 32.0으로 보통 수준임(그림 2-17).
- 열지수는 현재 대비 온난화 1.5°C 도달 시에 +2.2로 큰 변화는 없으며, 온난화 5.0°C 도달 시에는 14.2 증가하여 높음 수준에 도달할 것으로 전망됨.
  - (추가 영향) 2.0°C에서 45.0%, 5.0°C에서 84.5%로 나타남.
- 열지수가 높은 곳은 영·호남 내륙, 낮은 곳은 고산지대임(그림 2-18, 표 B-9).
- 광주 등 호남 내륙에서 1.5°C 도달 시에 높음, 5.0°C 도달 시에 매우높음 수준에 도달

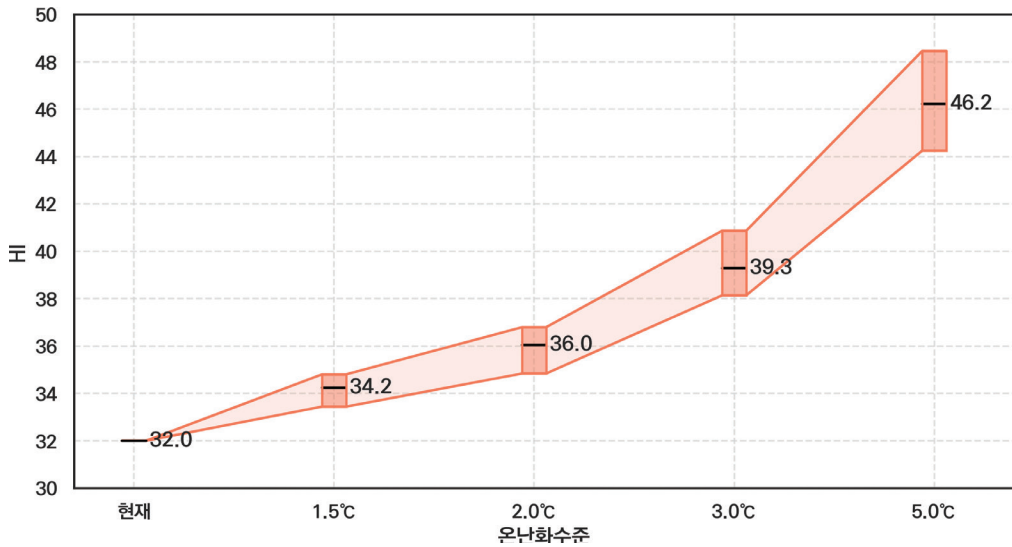


그림 2-17. 온난화 수준별 열지수(HI)의 변화(범위는 앙상블의 범주를 의미)

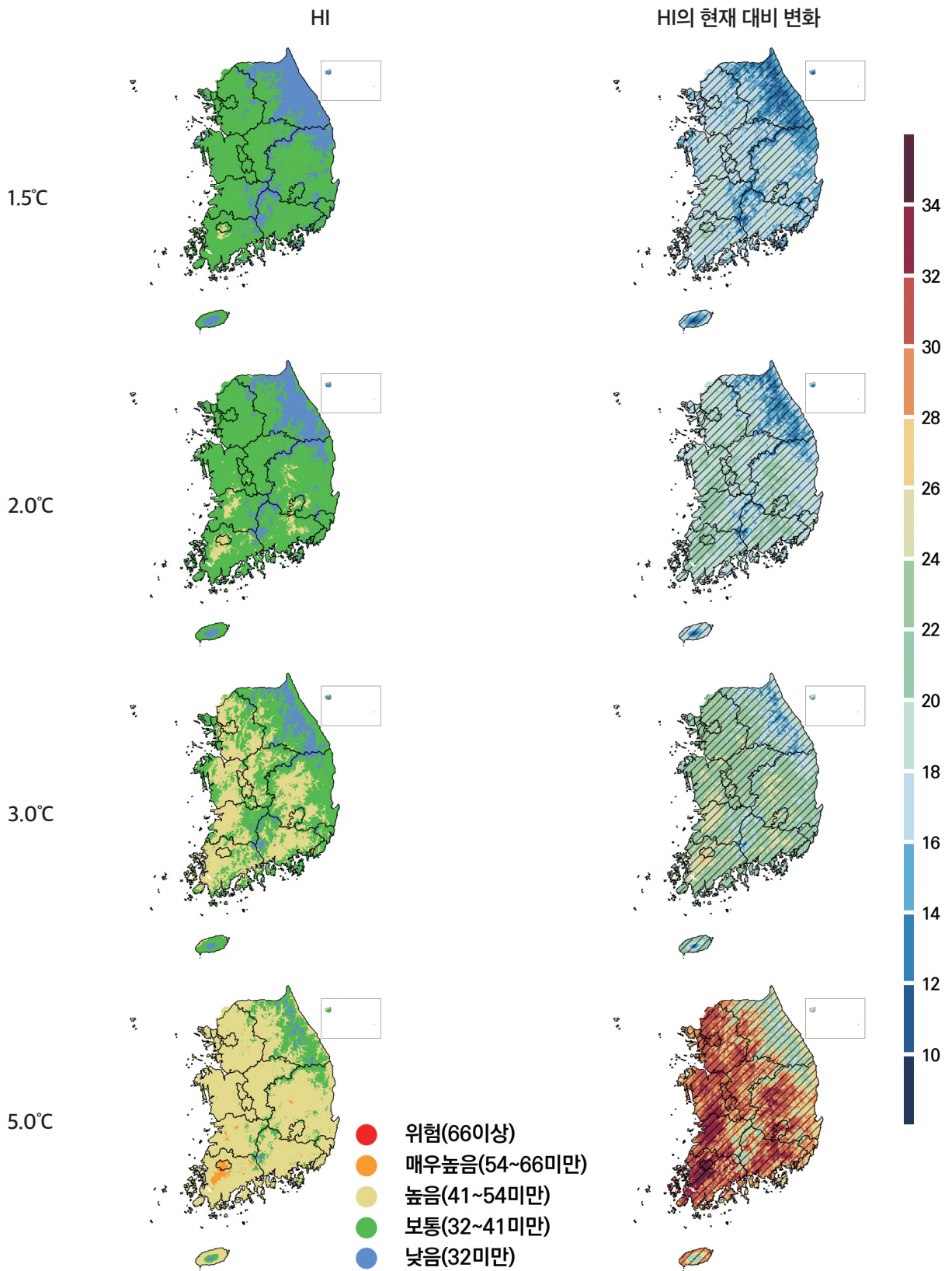


그림 2-18. 온난화 수준별 열지수(HI)의 값(좌)과 현재(2000~2019년) 대비 변화(우)의 공간분포(빛금은 변화가  $\alpha=0.05$ 에서 유의한 지역)

## 2) 불쾌지수(Discomfort Index, DI)

: 6~9월의 최고기온과 상대습도를 이용하여 날씨에 따라서 사람이 불쾌감을 느끼는 정도를 나타낸 지수임(기후정보포털).

※ 낮음(68 미만), 보통(68~75 미만), 높음(75~80 미만), 매우높음(80 이상)

	현재	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
불쾌지수	78.4	79.8	80.9	82.7	86.1
		+1.4	+2.5	+4.3	+7.7
추가 영향 (%)	-	-	44.0	67.4	81.8

- 현재 우리나라의 불쾌지수는 78.4로 높음 수준임(그림 2-19).
- 현재 대비 온난화 2.0°C 도달 시에 2.5 증가한 80.9로 매우높음 수준으로 상승하여 불쾌지수의 가장 높은 단계에 도달함.  
- (추가 영향) 2.0°C에서 44.0%, 5.0°C에서 81.8%로 나타남.
- 1.5°C 도달 시에 대부분의 평지 지역은 매우높음 단계에 도달하며, 고도가 높은 산지는 높음 이하의 단계가 나타남(그림 2-20, 표 B-10).

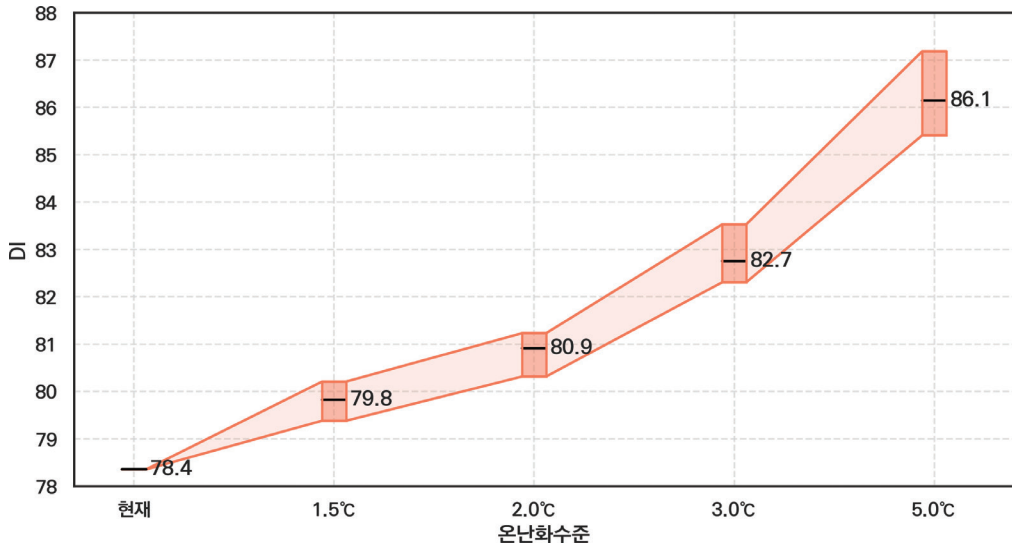


그림 2-19. 온난화 수준별 불쾌지수(DI)의 변화(범위는 앙상블의 범주를 의미)

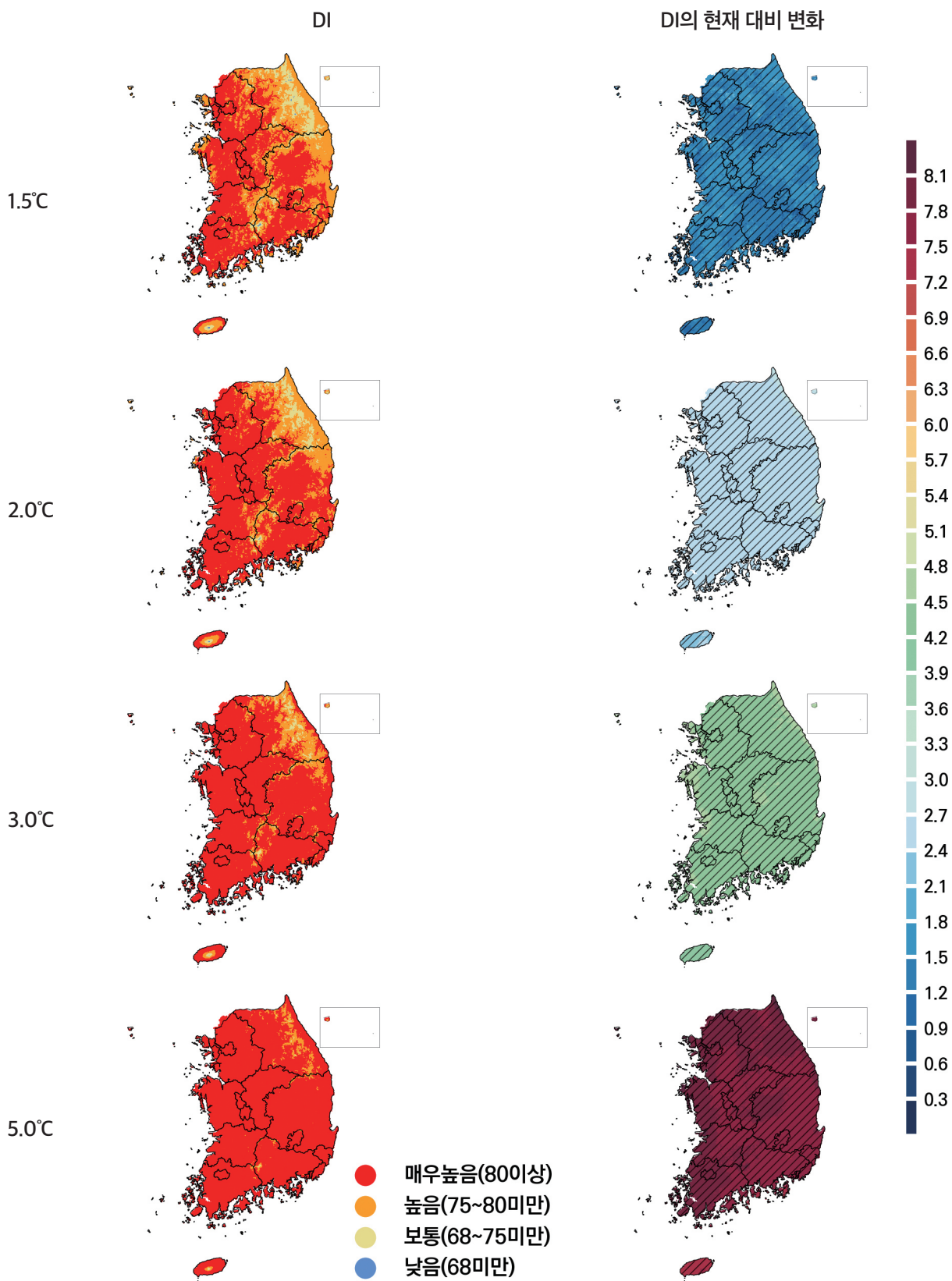


그림 2-20. 온난화 수준별 불쾌지수(DI)의 값(좌)과 현재(2000~2019년) 대비 변화(우)의 공간분포(빗금은 변화가  $\alpha=0.05$ 에서 유의한 지역)

### 3) 체감온도(Apparent Temperature, AT)

: 사람이 실제로 주어진 환경(바람, 습도 등 날씨 상황에 따라) 속에서 느낄 수 있는 온도 지수를 의미함(Almeida et al., 2010).

	현재	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
체감온도 (°C)	3.8	4.5	5.2	6.7	9.4
추가 영향 (%)	-	-	50.0	75.9	87.5

- 현재 우리나라의 체감온도는 3.8°C임(그림 2-21).
- 현재 대비 온난화 1.5°C 도달 시에 1.1°C 상승, 5.0°C 도달 시에 6.6°C 상승함.  
- (추가 영향) 2.0°C에서 50.0%, 5.0°C에서 87.5%로 온난화가 강해질수록 추가 영향 상승 폭이 비교적 뚜렷함.
- 체감온도가 높은 곳은 대도시와 남부 해안, 낮은 곳은 고산 지역(그림 2-22, 표 B-11).
- 미래 변화가 큰 곳은 수도권과 강원-동부지역임

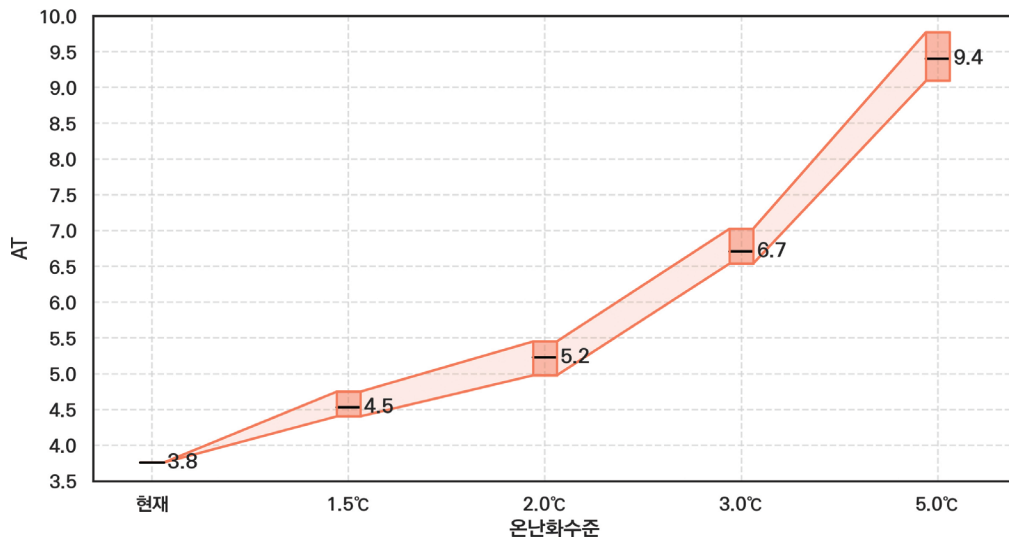


그림 2-21. 온난화 수준별 체감온도(AT)의 변화(범위는 양상블의 범주를 의미)

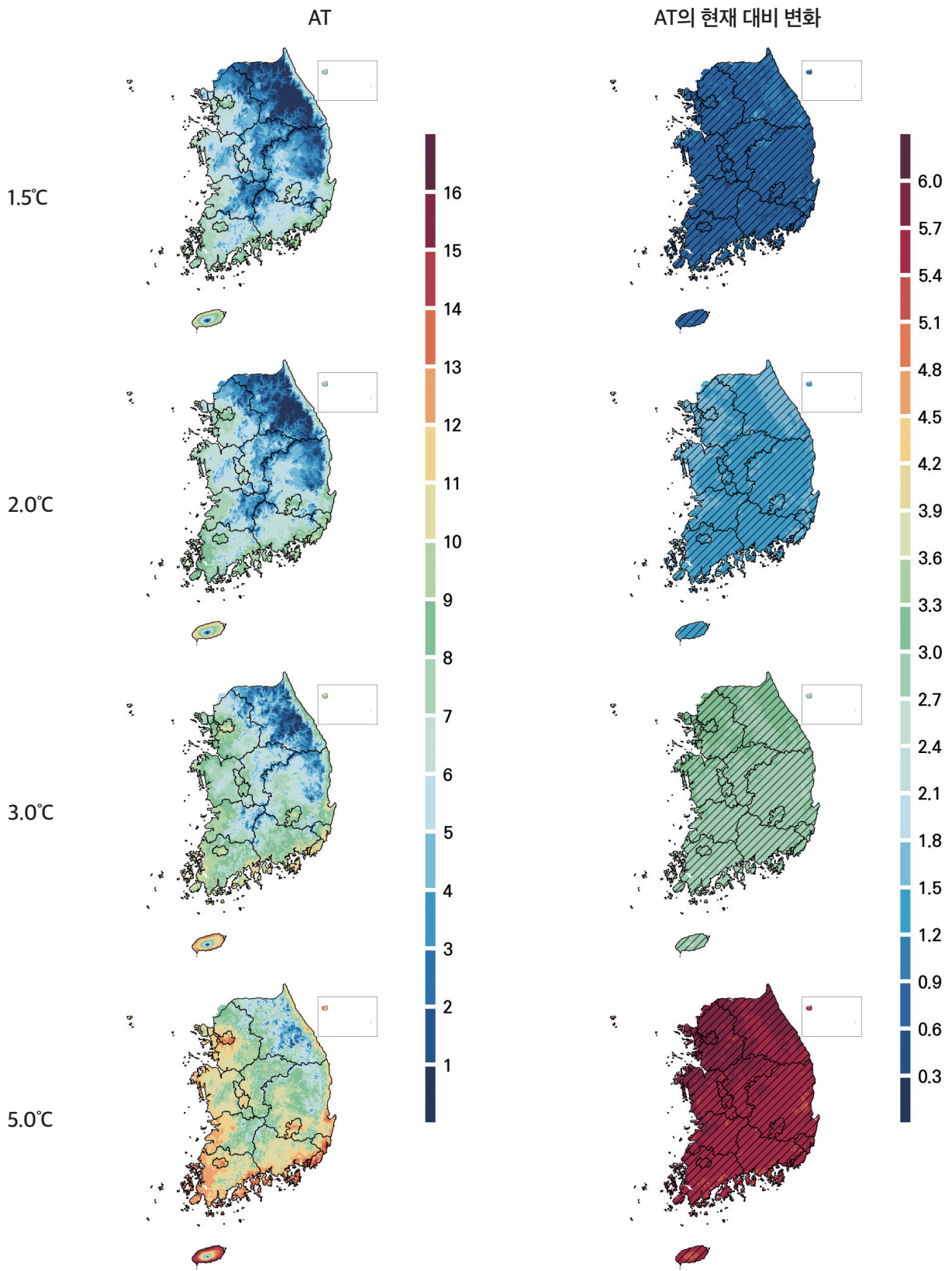


그림 2-22. 온난화 수준별 체감온도(AT)의 값(좌)과 현재(2000~2019년) 대비 변화(우)의 공간분포(빗금은 변화가  $\alpha=0.05$ 에서 유의한 지역)

#### 4) 체감온도(겨울철)(Apparent Temperature Winter, ATw)

: 사람이 실제로 주어진 환경 속에서 느낄 수 있는 온도 지수(11월~2월 기준)를 의미함(Almeida et al., 2010).

※ 관심(10~-3.2), 주의(-3.2~-10.5), 경고(-10.5~-15.4), 위험(-15.4 미만)

	현재	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
체감온도 (겨울철, °C)	-6.1	-5.7	-5.1	-3.5	-1.2
추가 영향 (%)	-	-	60.0	84.6	91.8

- 현재 우리나라의 체감온도(겨울철)는 -6.1°C로 주의 단계임(그림 2-23).
- 체감온도(겨울철)는 온난화 1.5°C/2.0°C/3.0°C 도달 시에는 주의 단계이며, 온난화 5.0°C 도달 시에는 관심 단계로 내려감.  
- (추가 영향) 2.0°C에서 60.0%, 5.0°C에서 91.8%로 건강 부문 지수 중 추가 영향이 가장 큼.
- 체감온도(겨울철)가 높은 곳은 대도시와 남부 해안, 낮은 곳은 고산 지역(그림 2-24, 표 B-12).
- 미래 변화가 큰 곳은 중부 내륙 지역, 작은 곳은 남부 해안과 제주 해안임.

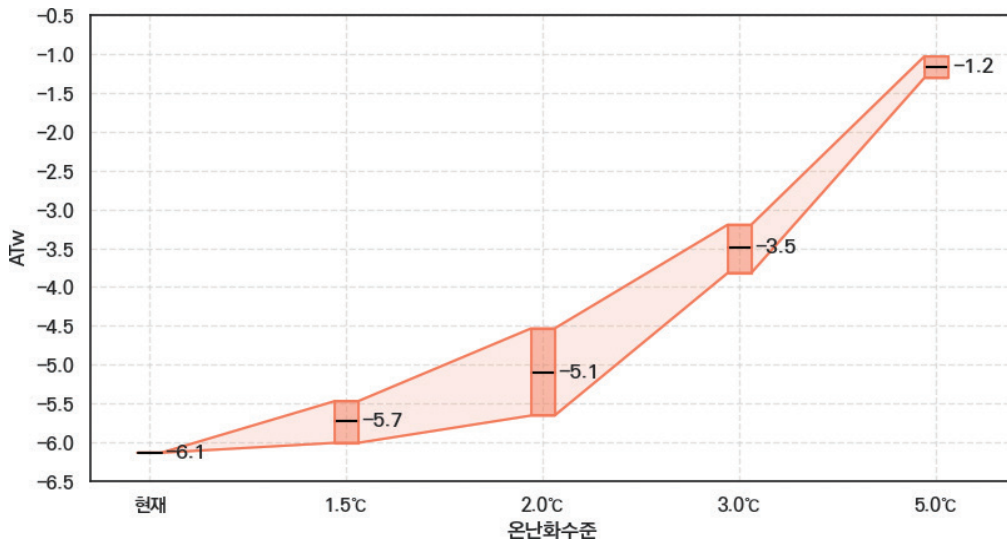


그림 2-23. 온난화 수준별 체감온도(겨울철)(ATw)의 변화(범위는 앙상블의 범주를 의미)



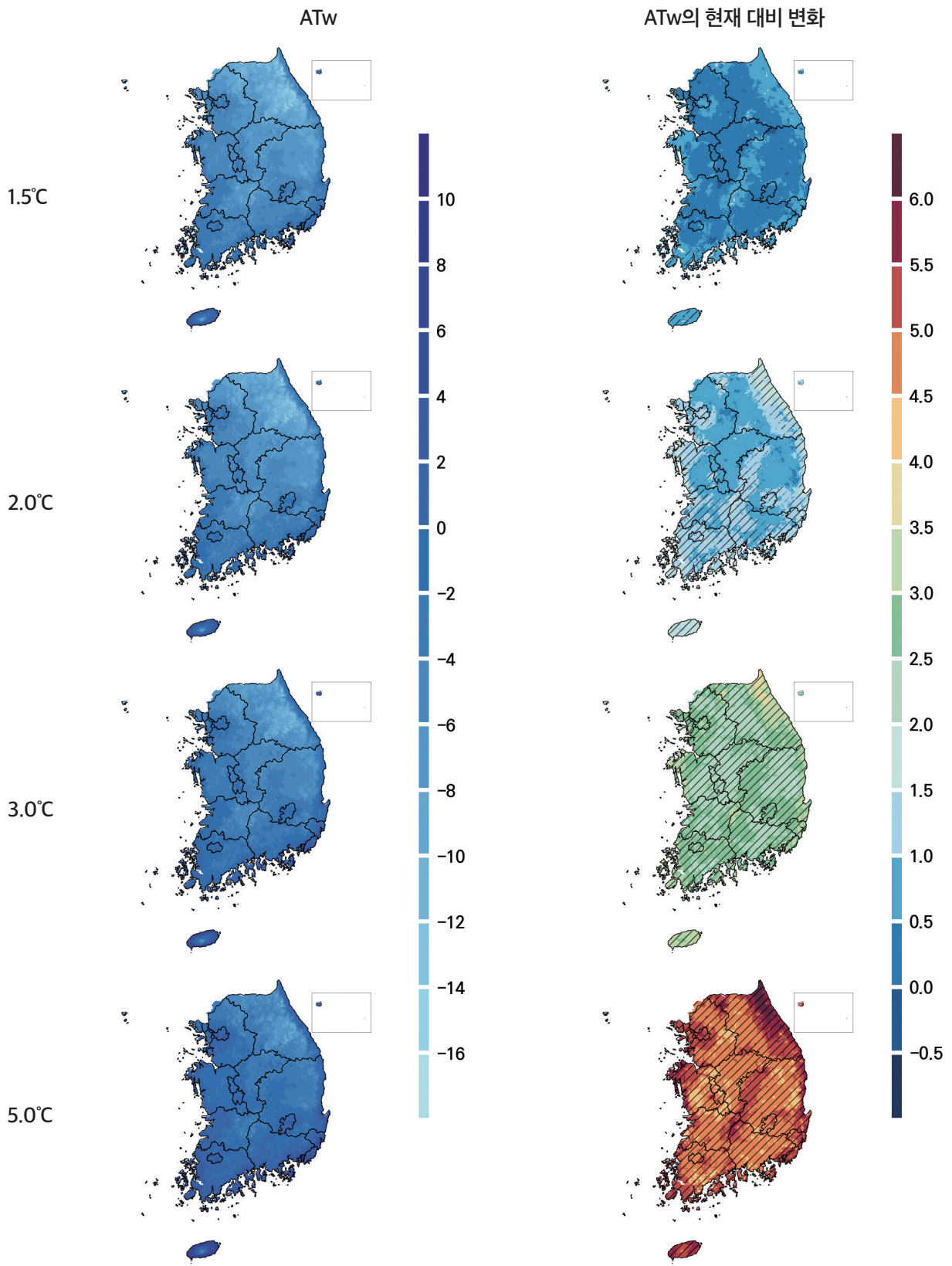


그림 2-24. 온난화 수준별 체감온도(겨울철)(ATw)의 값(좌)과 현재(2000~2019년) 대비 변화(우)의 공간분포(빗금은 변화가  $\alpha=0.05$ 에서 유의한 지역)

## 5) 체감온도(여름철)(Apparent Temperature Summer, ATs)

: 사람이 실제로 주어진 환경 속에서 느낄 수 있는 온도 지수(6월~9월 기준)를 의미함(기상청 여름철 체감온도(폭염특보) 기준).

※ 낮음(29 미만), 보통(29~31 미만), 높음(31~34 미만), 매우높음(34~37 미만), 위험(37 이상)

	현재	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
체감온도 (여름철, °C)	29.2	30.2	30.9	32.1	34.3
		+1.0	+1.7	+2.9	+5.1
추가 영향 (%)	-	-	41.2	65.5	80.4

- 현재 우리나라의 체감온도(여름철)는 29.2°C로 보통 단계임(그림 2-25).
- 체감온도(여름철)는 온난화 1.5°C/2.0°C 도달 시에는 보통 단계이며, 3.0°C 도달 시에는 높음 단계, 5.0°C 도달 시에는 매우높음 단계로 격상됨.
  - (추가 영향) 2.0°C에서 41.2%, 5.0°C에서 80.4%로 건강 부문 지수 중 추가 영향이 작은 지수 중 하나이며, 체감온도(겨울철)와 반대의 특성임.
- 체감온도(여름철)가 높은 곳은 대도시와 남부 내륙, 낮은 곳은 고산 지역(그림 2-26, 표 B-13).
- 체감온도(여름철)의 미래 변화는 지역적 차이가 크지 않음.

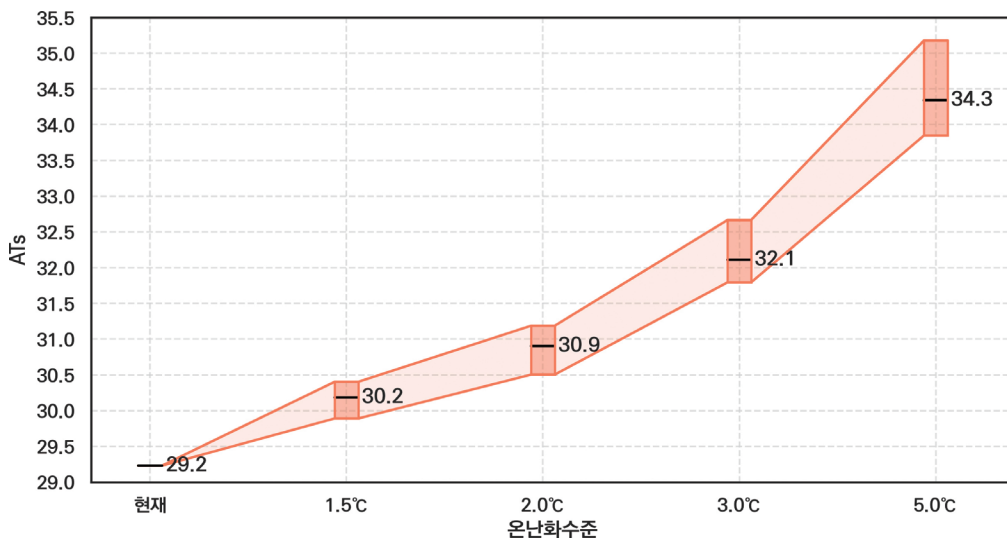


그림 2-25. 온난화 수준별 체감온도(여름철)(ATs)의 변화(범위는 앙상블의 범주를 의미)

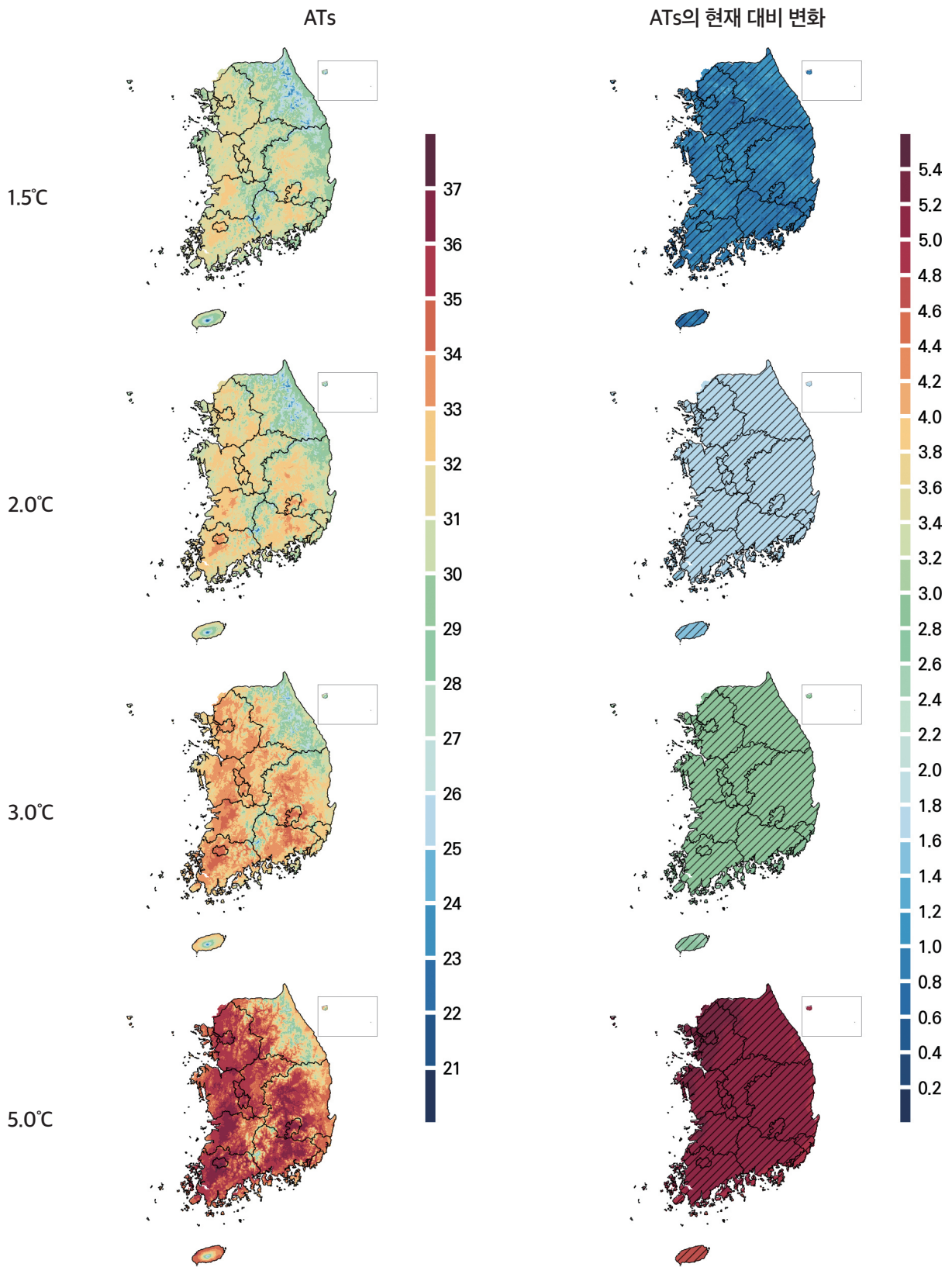


그림 2-26. 온난화 수준별 체감온도(여름철)(ATs)의 값(좌)과 현재(2000~2019년) 대비 변화(우)의 공간분포(빛금은 변화가  $\alpha=0.05$ 에서 유의한 지역)

### 6) 열체감지수(Humidex, HMDX)

: 고온 다습한 날씨에 일반적으로 사람이 느끼는 정도를 나타내는 지수로 우리나라 6~9월의 최고기온과 상대습도를 사용하여 나타냄(기상청, 2015).

※ 낮음(20 미만), 보통(20~30 미만), 약간불쾌(30~40 미만), 많이불쾌(40~45 미만), 위험(45 이상)

	현재	1.5℃	2.0℃	3.0℃	5.0℃
열체감지수	34.7	36.3	37.4	39.5	43.3
추가 영향 (%)	-	+1.6	+2.7	+4.8	+8.6
추가 영향 (%)	-	-	40.7	66.7	81.4

- 현재 우리나라의 열체감지수는 34.7로 약간불쾌 단계임(그림 2-27).
- 온난화 1.5℃/2.0℃/3.0℃ 도달 시에 약간불쾌 단계가 유지되며, 5.0℃ 도달 시에는 많이불쾌 단계로 올라감.  
- (추가 영향) 2.0℃에서 40.7%, 5.0℃에서 81.4%로 다소 작은 편임.
- 1.5℃ 도달 시에 전남 일부 지역에서 많이불쾌, 강원 산간에서 보통 단계가 나타남(그림 2-28, 표 B-14).
- 5.0℃ 도달 시에 강원도를 제외한 지역에서 많이불쾌-위험 단계가 나타남.

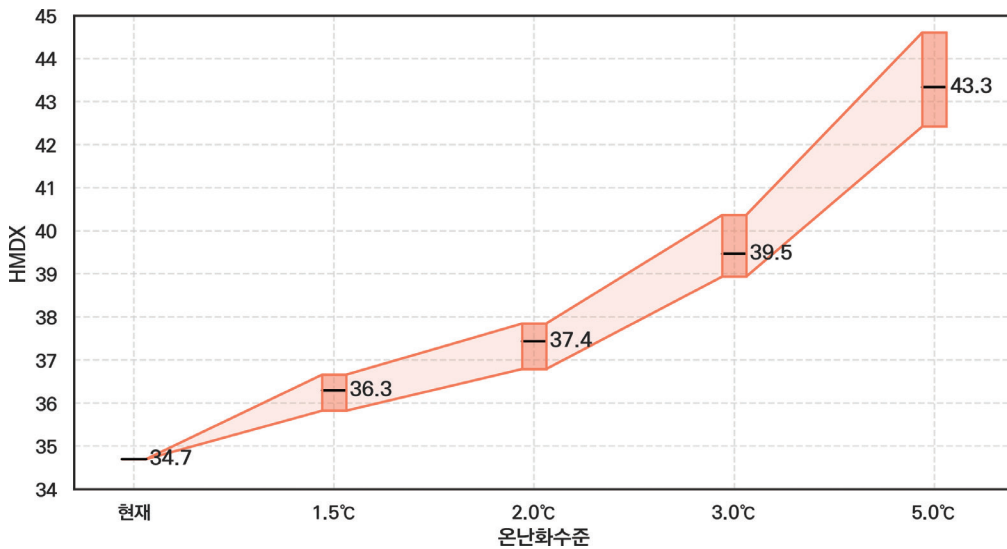


그림 2-27. 온난화 수준별 열체감지수(HMDX)의 변화(범위는 양상블의 범주를 의미)

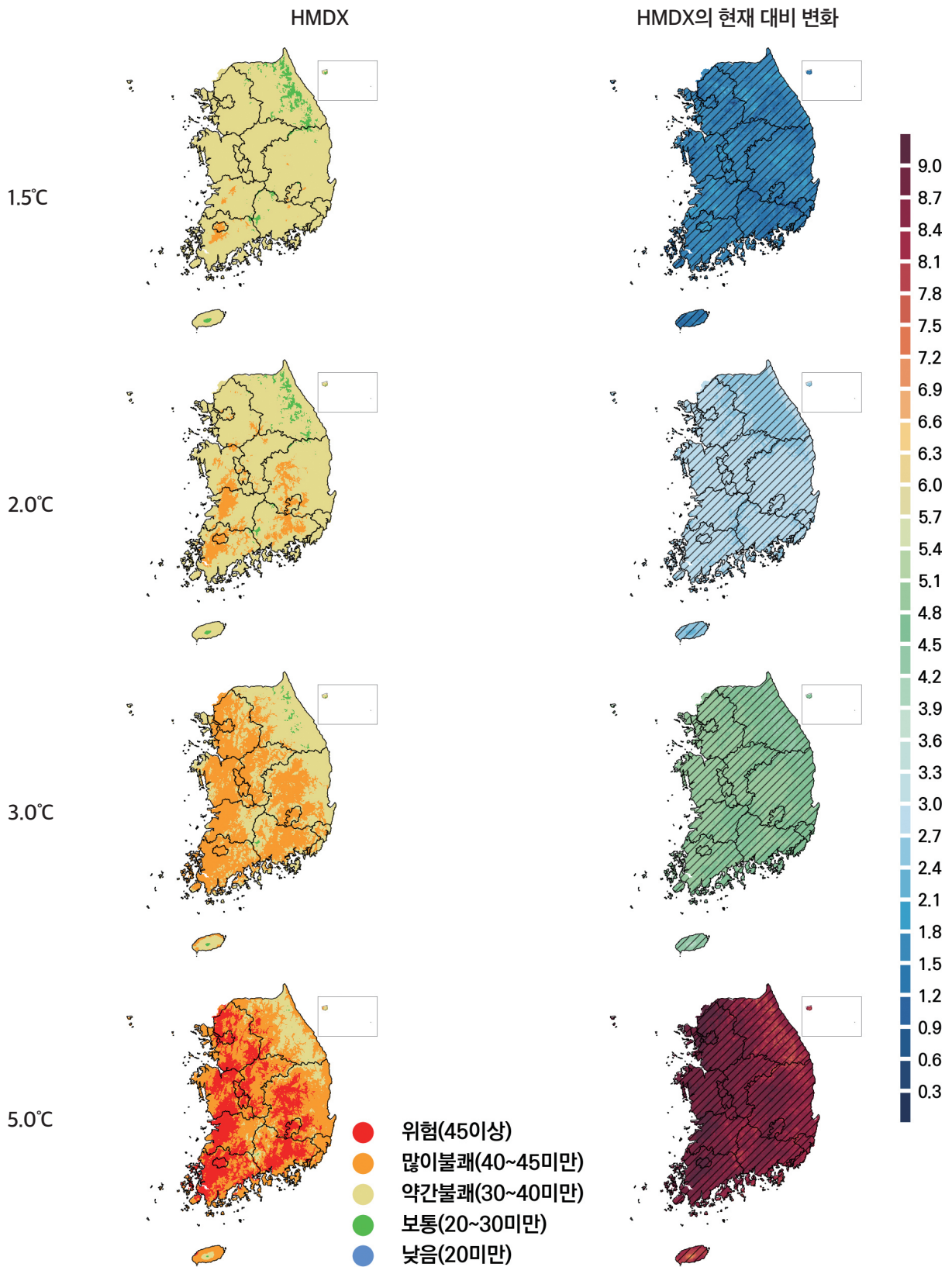


그림 2-28. 온난화 수준별 열체감지수(HMDX)의 값(좌)과 현재(2000~2019년) 대비 변화(우)의 공간분포(빗금은 변화가  $\alpha=0.05$ 에서 유의한 지역)

### 7) 날씨 스트레스 지수(Net Effective Temperature, NET) - 감각온도

: 기온, 상대습도, 바람을 고려하여 인간이 느끼는 열 체감 정도를 나타내는 지수로 평균기온을 기반으로 사계절 모두 활용할 수 있음(허인혜 등, 2004)

※ 최고기온 기반의 여름철 NET, 최저기온 기반의 겨울철 NET도 산출 가능(기후정보포털)

	현재	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
날씨 스트레스	6.5	7.4	8.3	9.7	12.1
추가 영향 (%)	-	-	50.0	71.9	83.9

- 현재 우리나라의 날씨 스트레스 지수는 6.5임(그림 2-29).
- 현재 대비 온난화 1.5°C 도달 시에 약 14% 증가하고, 2.0°C 도달 시에 약 28% 증가.  
- (추가 영향) 2.0°C에서 50.0%, 건강 지수 중 2.0°C 추가 영향이 가장 뚜렷함.
- 평균기온과 유사한 형태로 분포하며, 내륙 보다는 해안지역에서 미래 증가 폭이 큼(그림 2-30, 표 B-15).

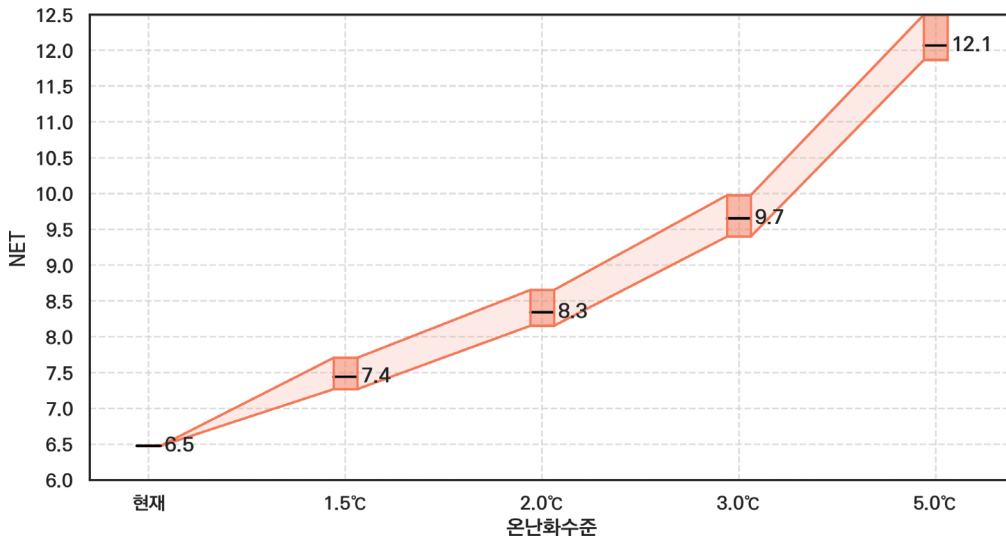


그림 2-29. 온난화 수준별 날씨 스트레스 지수(NET)의 변화(범위는 양상불의 범주를 의미)

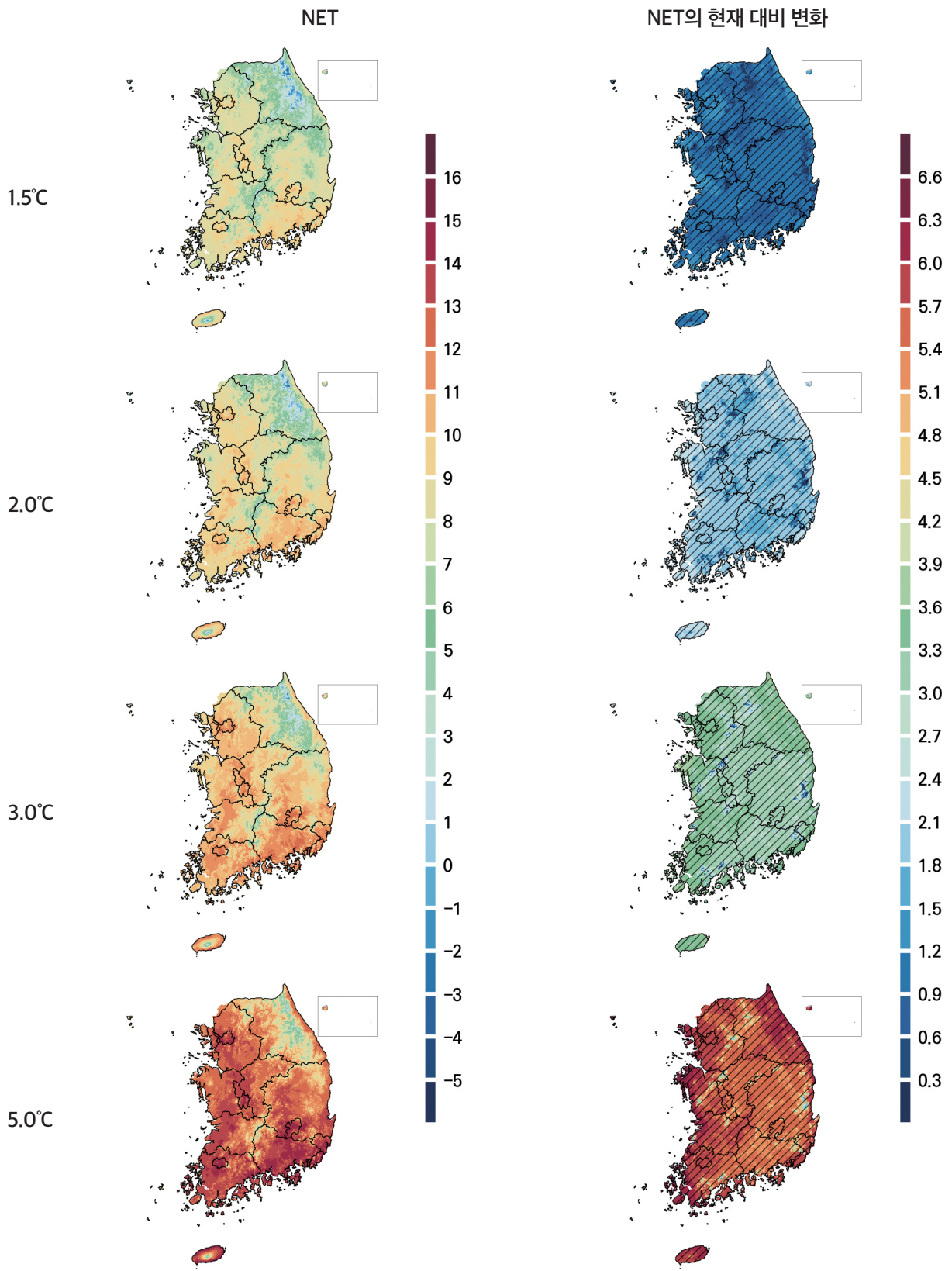


그림 2-30. 온난화 수준별 날씨 스트레스 지수(NET)의 값(좌)과 현재(2000~2019년) 대비 변화(우)의 공간분포(빗금은 변화가  $\alpha=0.05$ 에서 유의한 지역)

## 8) 열사병발생위험지수(Humid Heat Stroke Index, HHSI)

: 인간의 몸이 냉방장치가 없는 환경에서 체온조절기능 이상으로 열사병이 발생하는 임계치를 기준으로 지표화한 지수. 주로 농업 및 건설 분야에서 사용되며 특히 햇빛이 직접적으로 노출된 작업자의 열 스트레스를 평가하는데 사용됨(기상청, 2015).

※ 보통(23.3 미만), 불편(23.3~26.7 미만), 위험(26.7~30 미만), 매우위험(30~33.3 미만), 극도로 매우위험(33.3 이상)

	현재	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
열사병발생 위험지수	24.2	25.2 +1.0	25.7 +1.5	26.8 +2.6	28.9 +4.7
추가 영향 (%)	-	-	33.3	61.5	78.7

- 현재 우리나라의 열사병발생위험지수는 24.2로 불편 단계임(그림 2-31).
- 온난화 1.5°C/2.0°C 도달 시에 불편 단계가 유지되며, 3.0°C/5.0°C 도달 시에는 위험 단계로 격상됨.  
- (추가 영향) 2.0°C에서 33.3%, 5.0°C에서 78.7%로 건강 부문 지수 중 추가 영향이 가장 작은 지수임.
- 1.5°C 도달 시에 호남 일부 지역에서 위험 단계가 나타남(그림 2-32, 표 B-16).
- 5.0°C 도달 시에 호남, 경남 중심의 일부 지역에서 매우위험 단계가 나타남.

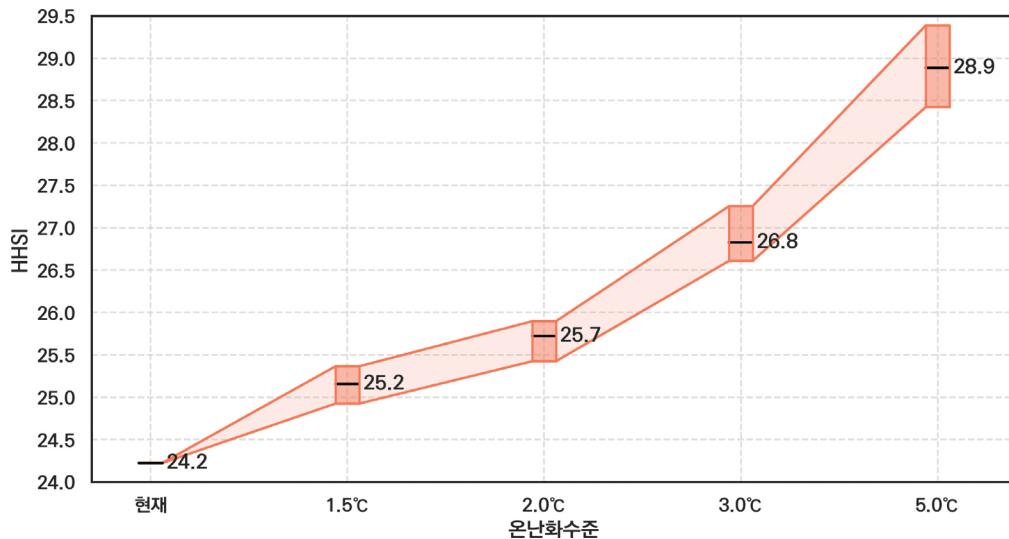


그림 2-31. 온난화 수준별 열사병발생위험지수(HHSI)의 변화(범위는 앙상블의 범주를 의미)



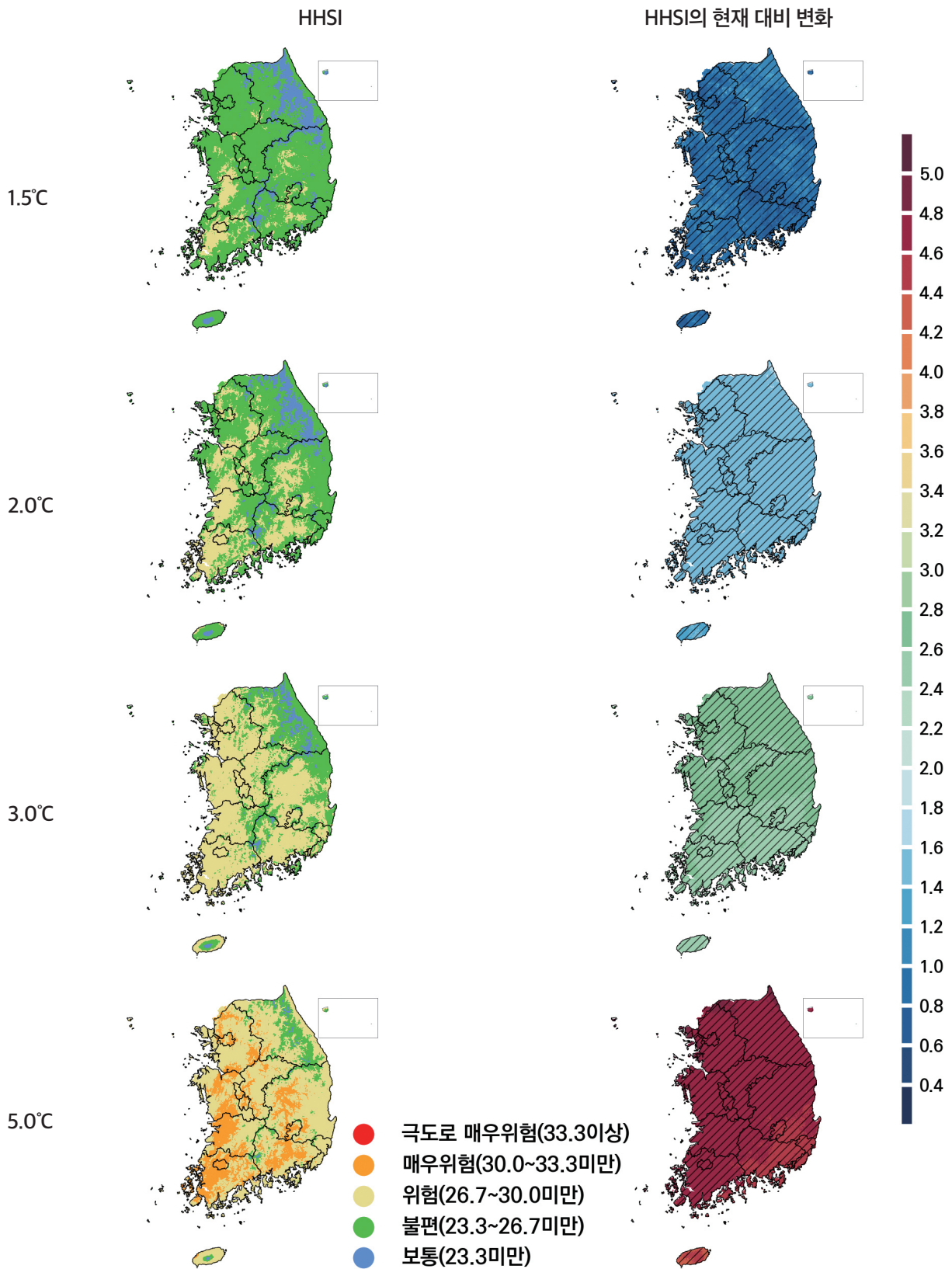


그림 2-32. 온난화 수준별 열사병발생위험지수(HHSI)의 값(좌)과 현재(2000~2019년) 대비 변화(우)의 공간분포(빗금은 변화가  $\alpha=0.05$ 에서 유의한 지역)

## 4. 방재 부문

### 1) 독립호우사상(Heavy Precipitation Event, HPN)

: 방재목적의 저류지 시설 계획, 설계 및 운영에 요구되는 미래의 호우 발생특성에 관한 정보로 활용 가능함(기상청, 2015).

#### ① 독립호우사상-지속기간(HPNPRD)

: 호우 발생 시점부터 끝나는 종점까지의 기간. 이 기간 동안 강우가 지속됐다는 것을 의미하며, 지속시간이 길수록 호우로 인한 영향이 크게 나타날 수 있음을 나타냄.

	현재	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
독립호우사상 (지속기간, 일)	6.98	6.72	7.02	7.14	7.32
추가 영향 (%)	-	-			

- 현재 우리나라의 독립호우사상-지속기간은 6.98일이며, 현재 대비 온난화 1.5°C 도달 시에 0.26 감소하며, 2.0°C 도달 이후에 점차 증가(그림 2-33).  
※ 기후변화에 따른 변화보다 모델의 불확실성이 더 크므로 지수 사용에 유의해야 함.
- 호우지속기간이 긴 곳은 강원도, 경기 동부, 소백산맥, 한라산이며, 짧은 곳은 충남 서해안, 경북 지역임(그림 2-34, 표 B-17).
- 온난화에 따라 전체적으로 유의미하게 변하는 지역이 없음.

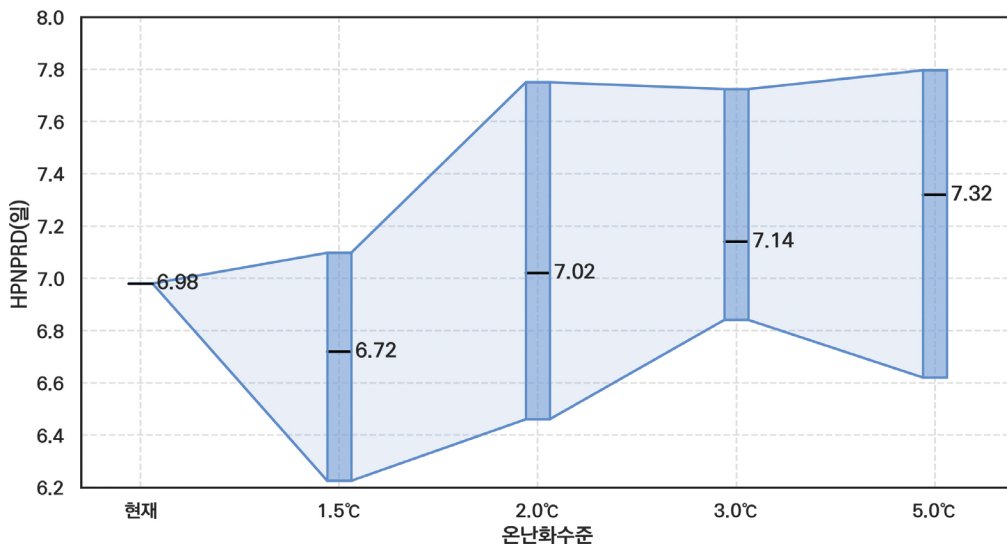


그림 2-33. 온난화 수준별 독립호우사상-지속기간(HPNPRD)의 변화(범위는 앙상블의 범주를 의미)

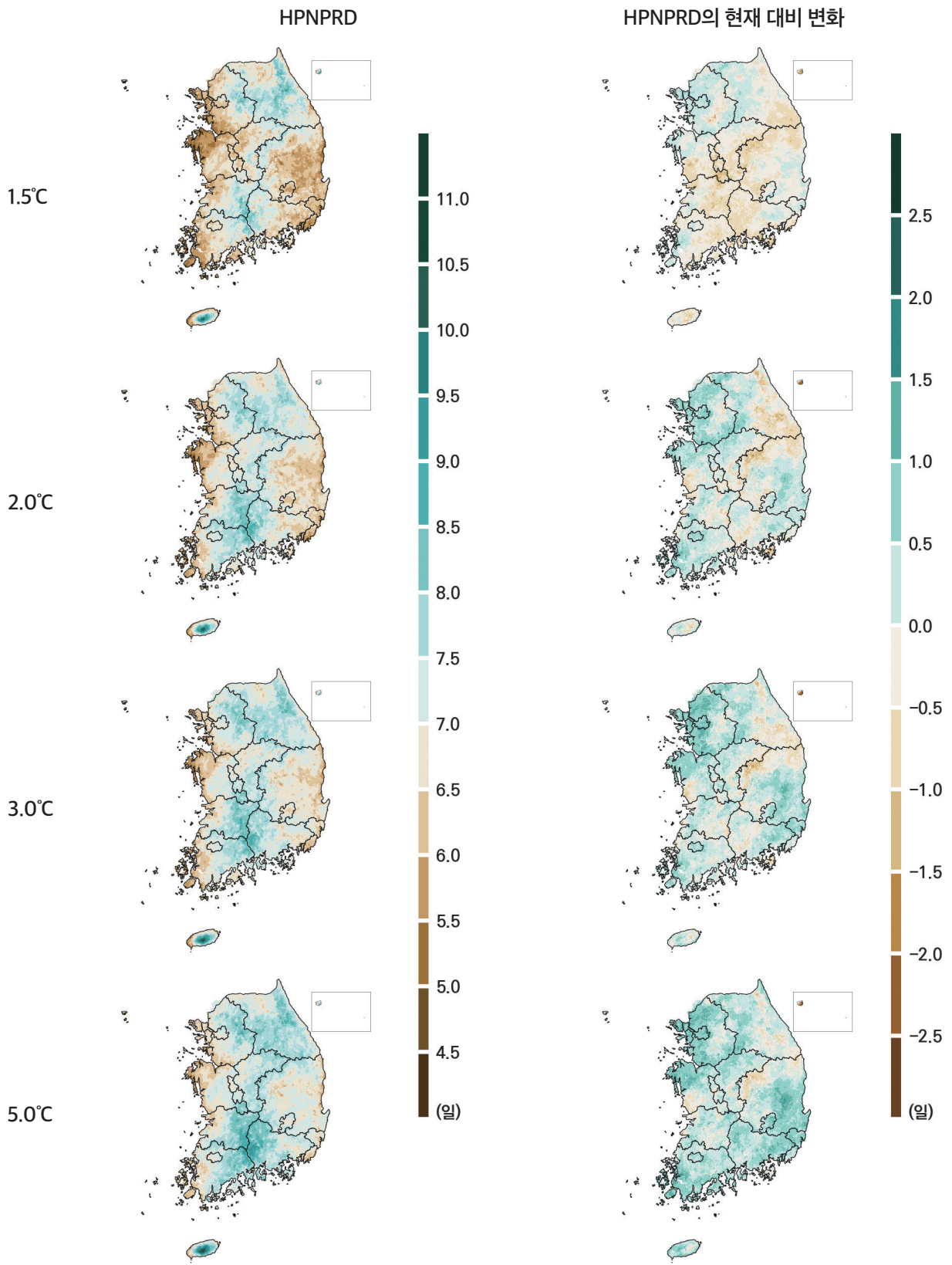


그림 2-34. 온난화 수준별 독립호우사상-지속기간(HPNPRD)의 값(좌)과 현재(2000~2019년) 대비 변화(우)의 공간분포(빛금은 변화가  $\alpha=0.05$ 에서 유의한 지역)

## ② 독립호우사상-호우총량(최대) (HPNMAX)

: 독립적인 호우사건 중 가장 많은 강우가 쌓인 경우의 최대 강우량. 이는 한 지역에서 가장 강한 호우사건을 특정할 수 있어 호우에 따른 잠재적 피해 평가에 활용.

	현재	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
독립호우사상 (호우총량(최대), mm)	241.1	244.3	275.4	286.1	298.4
추가 영향 (%)	-	-	90.7	92.9	94.4

- 현재 우리나라의 독립호우사상-호우총량(최대)은 241.1mm임(그림 2-35).
- 현재 대비 온난화 1.5°C 도달 시에 뚜렷한 변화가 없으며, 2.0°C 도달 이후에 점차 증가.  
- (추가 영향) 기온 관련 지수에 비해 크며, 2.0°C 도달 이후 큰 변화 없음.
- 호우총량(최대)이 많은 곳은 한라산, 지리산, 경기 북동부이며, 적은 곳은 경북 내륙 지역으로 나타남(그림 2-36, 표 B-17).
- 경기 서부, 강원 영동, 제주, 남해안에서 미래 증가 폭이 큼.

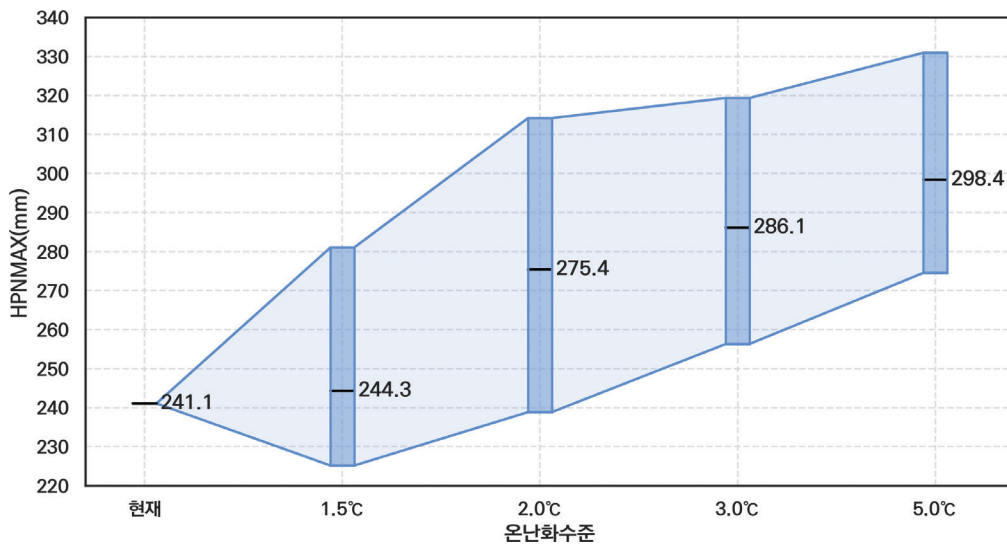


그림 2-35. 온난화 수준별 독립호우사상-호우총량(최대)(HPNMAX)의 변화(범위는 양상블의 범주를 의미)

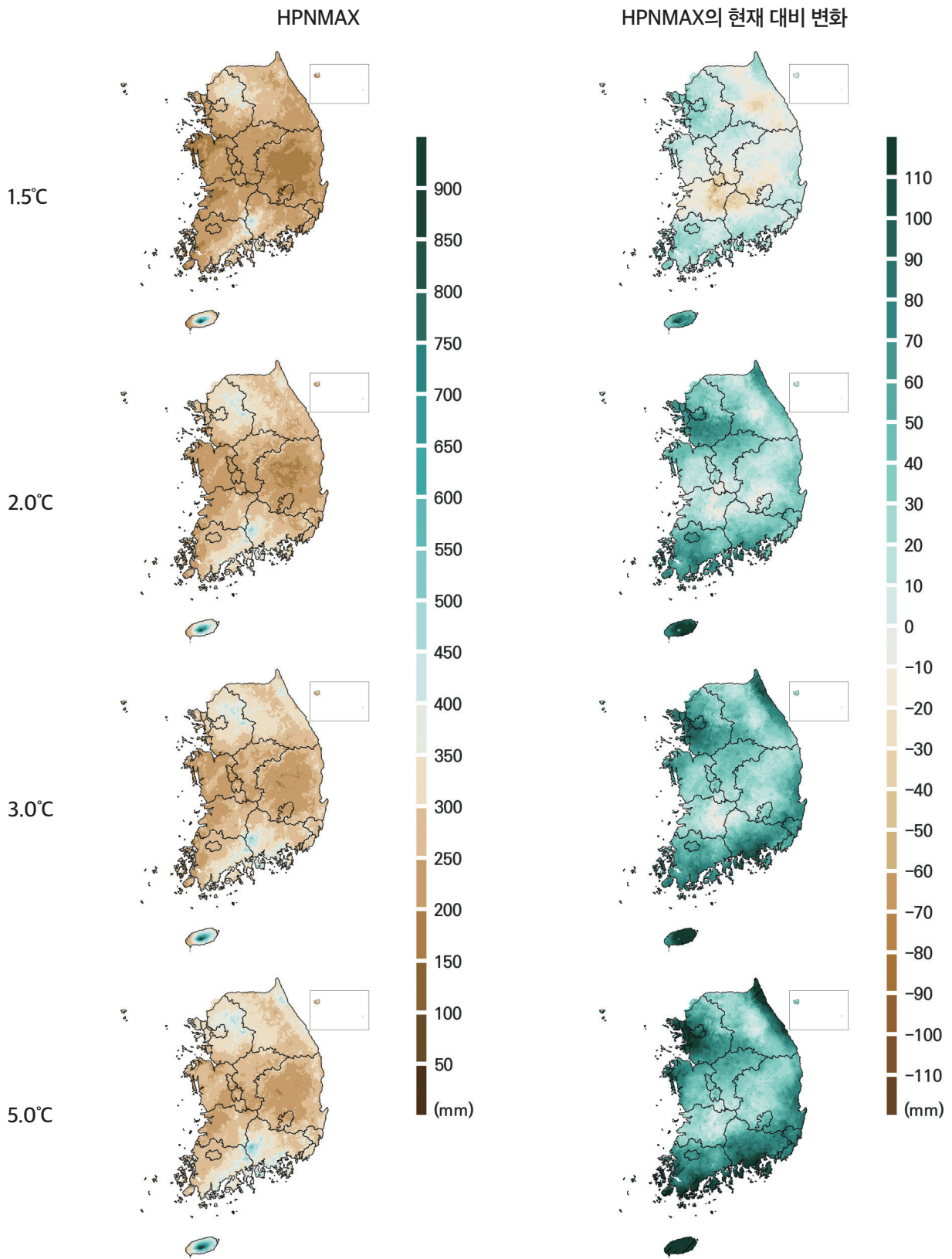


그림 2-36. 온난화 수준별 독립호우사상-호우총량(최대)(HPNMAX)의 값(좌)과 현재(2000~2019년) 대비 변화(우)의 공간분포(빛금은 변화가  $\alpha=0.05$ 에서 유의한 지역)

### ③ 독립호우사상-호우총량(평균) (HPNAVG)

: 독립적인 호우사건 중 모든 강우량의 평균을 나타내며, 지역 강우의 특성을 일반적으로 표현하는 지표임.

	현재	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
독립호우사상 (호우총량(평균), mm)	70.6	76.5	84.3	87.0	92.5
추가 영향 (%)	-	-	56.9	64.0	73.1

- 현재 우리나라의 독립호우사상-호우총량(평균)은 70.6mm임(그림 2-37).
- 현재 대비 온난화 1.5°C 도달 시에 5.9mm 증가하며, 5.0°C 도달시에 21.9mm 증가.  
- (추가 영향) 온난화에 따라 증가하며, 호우총량(최대)에 비해서 작음.
- 호우총량(평균)이 많은 곳은 한라산, 지리산, 남해안이며, 적은 곳은 경북 내륙 지역으로 나타남(그림 2-38, 표 B-17).
- 제주, 경기 서부, 남해안에서 미래 증가 폭이 큼.

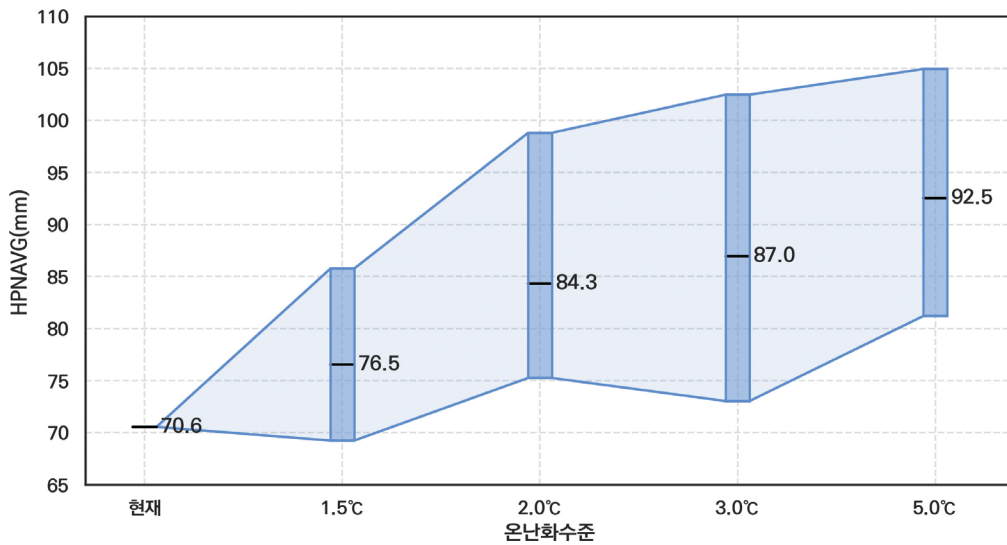


그림 2-37. 온난화 수준별 독립호우사상-호우총량(평균)(HPNAVG)의 변화(범위는 양상블의 범주를 의미)

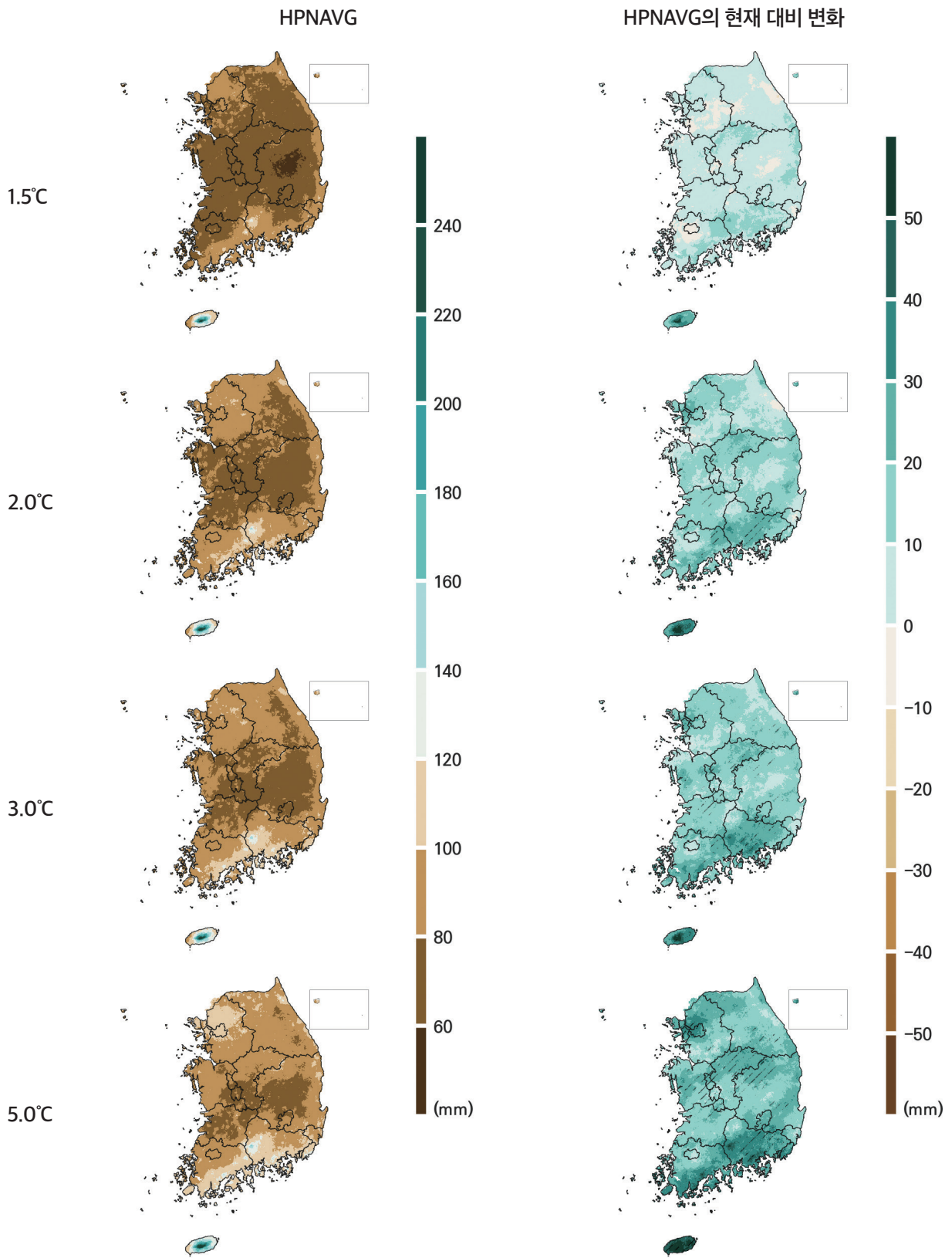


그림 2-38. 온난화 수준별 독립호우사상-호우총량(평균)(HPNAVG)의 값(좌)과 현재(2000~2019년) 대비 변화(우)의 공간분포(빛금은 변화가  $\alpha=0.05$ 에서 유의한 지역)

## 5. 생태 부문

### 1) 기후변화심각도지수(Climate Change Severity Index, CCSI)

: 현재 자연 기후 변동과 미래 기후변화 데이터와 비교하여 기후변화정도를 나타내는 지수로, 현재 기후로부터 얼마나 벗어날지를 판단함(Anderson et al., 2008).

※ 미미함(~0.1), 낮음(~0.15), 중간(~0.2), 높음(~0.25), 매우높음(~0.4), 극심함(0.4~)

	현재	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
기후변화 심각도지수	-	0.000	0.036	0.070	0.142

- 온난화 1.5°C 도달 시에 변화가 없으며, 2.0°C 도달 이후에 점차 증가하여 5.0°C 도달 시에 0.142가 될 것으로 전망됨(그림 2-39).  
- 온난화 수준 1.5~3.0°C는 심각도가 미미하고, 5.0°C는 낮음 단계에 해당됨.
- 심각도가 큰 곳은 수도권과 강원 영동, 남해안, 제주 지역이며, 내륙 지역에서 비교적 작게 나타남(그림 2-40, 표 B-18).

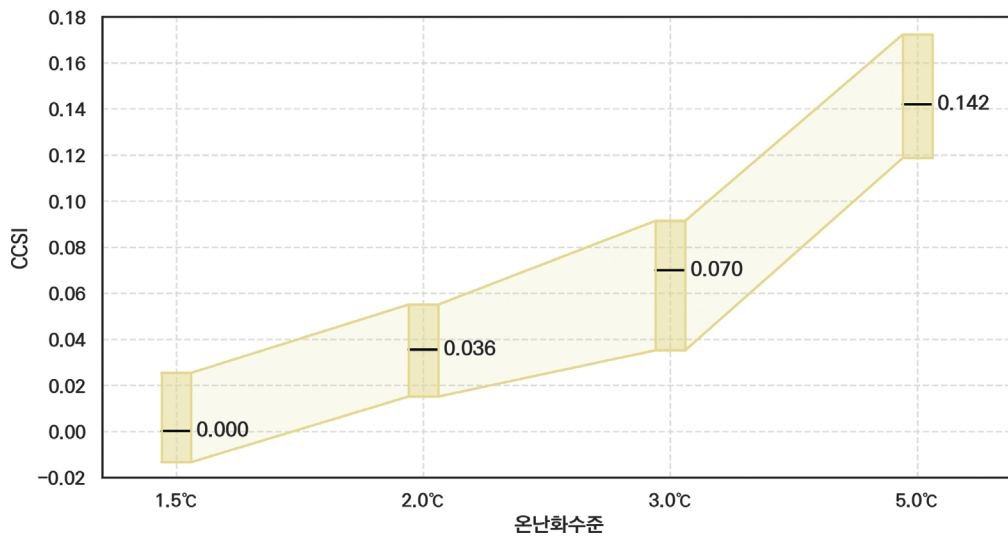


그림 2-39. 온난화 수준별 기후변화심각도지수(CCSI)의 변화(범위는 앙상블의 범주를 의미)



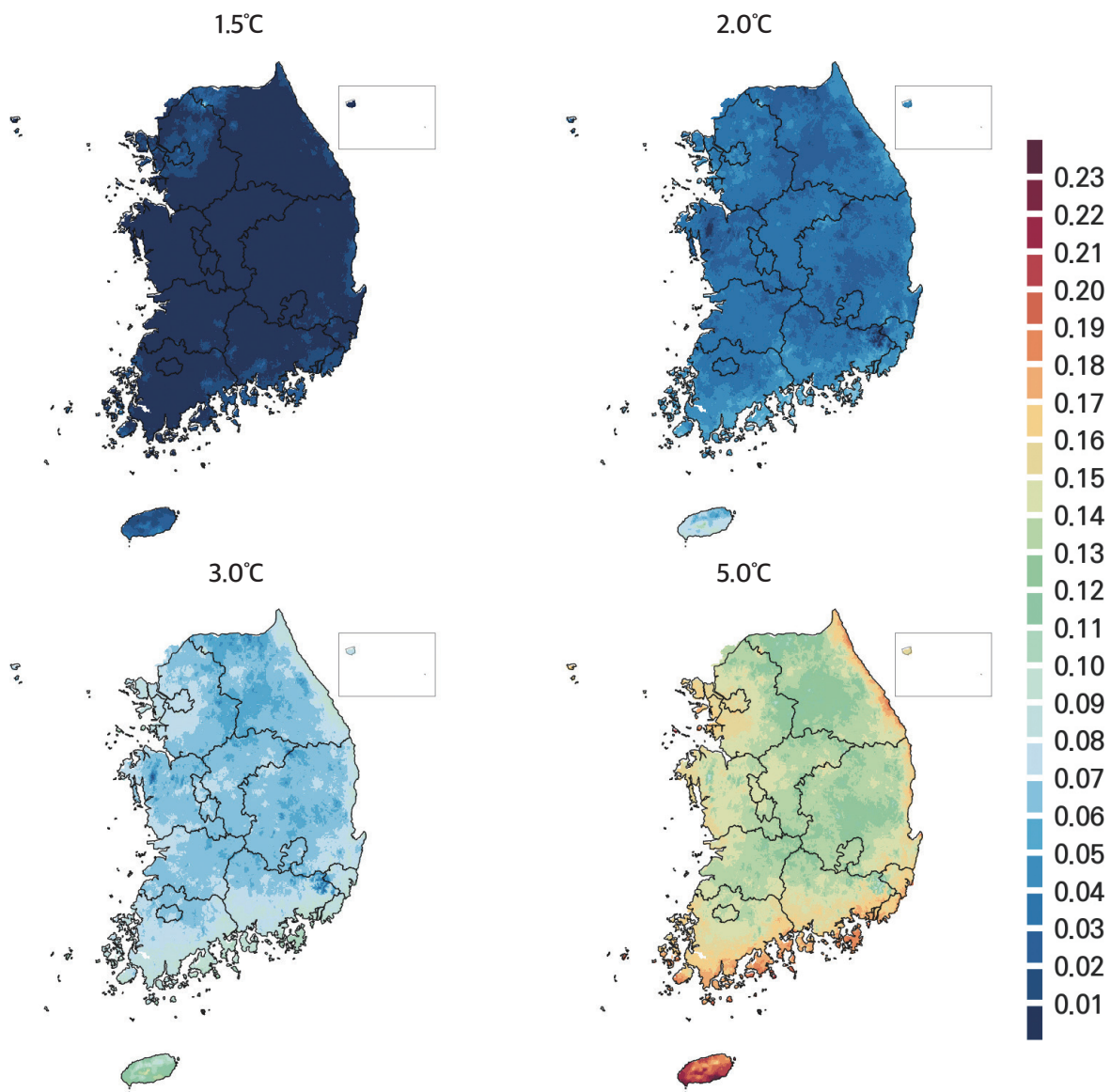


그림 2-40. 온난화 수준별 기후변화심각도지수(CCSI)의 공간분포

## 참고문헌

- 국립기상과학원, 2020, “IPCC 6차 평가 보고서 대응” 전지구 기후변화 전망보고서 개정판.
- 국립기상과학원, 2021, 한반도 기후변화 전망보고서 2020 개정판.
- 국립기상과학원, 2022, 남한상세 기후변화 전망보고서 개정판.
- 국립기상과학원, 2022, 온난화 영향에 따른 한반도 기후변화 리스크.
- 기상청, 2015, 기후변화 영향평가를 위한 RCP 기반 응용 기후변화 정보 생산 최종보고서.
- 기상청 기후정보포털, [www.climate.go.kr](http://www.climate.go.kr).
- 심성보, 권상훈, 임윤진, 염성수, 변영화, 2019, 1.5/2.0°C 지구온난화 시나리오 기반의 동아시아 기후변화 분석, 대기, 29(4), 391-401.
- 허인혜, 최영은, 권원태, 2004, 한반도의 날씨 스트레스 지수 NET분포의 특성. 대한지리학회지, 39(1), 13-26.

- Almeida, S.P., Casimiro, E. and Calheiros, J., 2010, Effects of apparent temperature on daily mortality in Lisbon and Oporto, Portugal. *Environ Health* 9, 12
- Anderson, E.R., Cherrington, E.A., Tremblay-Boyer, L., Flores, A. I., and Sempris, E., 2008, Identifying critical areas for conservation: Biodiversity and climate change in central America, Mexico, and the Dominican Republic. *Biodiversity*, 9(3-4), 89-99.
- Choi, S., Lee, W.K., Kwak, D.A., Lee, S.C., Lim, J.H. and Saborowski, J., 2011, Predicting Forest Cover Changes in Future Climate using Hydrological and Thermal Indices in Korea. *Climate Research*. 49, 229-245.
- IPCC, 2021, *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, doi:10.1017/9781009157896.003.
- O'Neill, B.C., Kriegler, E., Riahi, K., Ebi, K.L., Hallegatte, S., Carter, T.R., Mathur, R., and van Vuuren, D.P., 2014, A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socioeconomic pathways, *Climatic Change*, 122, 387–400.
- O'Neill, B.C., Kriegler, E., Ebi, K.L., Kemp-Benedict, E., Riahi, K., Rothman, D. S., van Ruijven, B.J., van Vuuren, D.P., Birkmann, J., Kok, K., Levy, M., and Solecki, W., 2017, The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century, *Global Environmental Change*, 42, 169-180.

## 부록 A. 온난화 수준별 극한기후 전망

※ 부록 A의 결과는 「김진욱 외 (2023), SSP기반 남한상세 기후변화 시나리오를 활용한 온난화 수준(1.5, 2.0, 3.0°C)별 우리나라 기후변화 전망, 한국기후변화학회지, 14(4), 501-520.」에 기반함.

- 이 장에서는 고해상도의(1km) 격자형 관측자료와 남한상세 기후변화 시나리오를 활용하여 전지구 온난화 수준(1.5, 2.0, 3.0°C)에 따른 우리나라 기후변화를 전망함.
- 온난화 수준 도달 시점은 UKESM1 전지구 기후모델을 사용하여 기준 기간(산업혁명 이전인 1850년부터 1900년까지)의 평균기온으로부터 전지구 기온이 +1.5°C, +2.0°C, +3.0°C 상승한 해를 온난화 수준 도달 시점(GWL)으로 산출함(표 1-2).
- 지역별 기후변화를 정량적으로 표현하기 위하여 우리나라를 6개 권역(수도권-CP, 강원권-GW, 충청권-CC, 전라권-JL, 경상권-GS, 제주권-JJ)으로 나누어 분석함.
- 기후변화의 전망은 기후요소 6종, 기온 극한기후지수 12종, 강수 극한기후지수 5종, 기타 극한기후지수 2종을 산출하여 온난화 수준별 전망 결과를 제시함(표 A-1).
- 고해상도 격자형 관측자료는 Jack-Knife 교차검증 방법을 통해 성능평가를 하였고, 결과를 표 A-2에 제시하였음. 기온, 습도, 풍속은 약한 양의 bias, 강수는 음의 bias가 나타나며, 이는 기상측기의 최대 허용오차 이내이므로 격자형 관측자료는 기상청 관측값을 잘 모의한다고 할 수 있음.

표 A-1. 기후요소 및 극한기후지수 정의

분석요소			설명	단위
기후 요소	일 평균기온	TA	일 8회 정시관측값(03, 06, 09, 12, 15, 18, 21, 24시)을 평균한 값	℃
	일 최고기온	TMAX	연속된 24시간(01~24시)중 가장 높은 기온	℃
	일 최저기온	TMIN	연속된 24시간(01~24시)중 가장 낮은 기온	℃
	일 강수량	PR	연속된 24시간(01~24시)동안 누적된 총 강수량	mm
	일 평균풍속	WS	1440개의 매분 풍속을 평균한 값	m/s
	일 평균상대습도	RH	일 8회 정시관측값(03, 06, 09, 12, 15, 18, 21, 24시)을 평균한 값	%
기온 극한 지수 (고온)	폭염일수	HW	일 최고기온이 33℃ 이상인 날의 연중 일수	일
	열대야일수	TR	일 최저기온이 25℃ 이상인 날의 연중 일수	일
	온난일	TX90	일 최고기온이 기준기간의 90퍼센타일을 초과한 날의 연중 일수	일
	온난야	TN90	일 최저기온이 기준기간의 90퍼센타일을 초과한 날의 연중 일수	일
	일 최고기온 연 최대값	TXx	일 최고기온의 연중 최대값	℃
일 최저기온 연 최대값	TNx	일 최저기온의 연중 최대값	℃	
기온 극한 지수 (저온)	결빙일수	ID	일 최고기온이 -12℃ 이하인 날의 연중 일수	일
	서리일수	FD	일 최저기온이 0℃ 미만인 날의 연중 일수	일
	한랭일	TX10	일 최고기온이 기준기간의 10퍼센타일 미만인 날의 연중 일수	일
	한랭야	TN10	일 최저기온이 기준기간의 10퍼센타일 미만인 날의 연중 일수	일
	일 최고기온 연 최소값	TXn	일 최고기온의 연중 최소값	℃
일 최저기온 연 최소값	TNn	일 최저기온의 연중 최소값	℃	
강수 극한 지수	1일 최대 강수량	RX1D	연속된 24시간(0~24시) 동안 기록된 최대 강수량	mm
	5일 최대 강수량	RX5D	연속된 5일 동안 기록된 최대 강수량	mm
	상위 1% 극한강수일	R99	일 강수량이 기준기간의 상위 1% 보다 많은 날의 연중 일수	일
	상위 5% 극한강수일	R95	일 강수량이 기준기간의 상위 5% 보다 많은 날의 연중 일수	일
호우일수	D80	일 강수량이 80mm이상인 날의 연중 일수	일	
기타 지수	극한 풍속일	WS90	일 평균 풍속이 기준기간의 90퍼센타일을 초과한 날의 연중 일수	일
	극한 습도일	RH90	일 평균 습도가 기준기간의 90퍼센타일을 초과한 날의 연중 일수	일

표 A-2. 평균기온(TA), 최고기온(TMAX), 최저기온(TMIN), 강수량(RN), 풍속(WS), 상대습도(RH)의 계절별 관측 및 추정값에 대한 교차검증(Jack-knife) 결과.

	Bias					
	TA (℃)	TMAX (℃)	TMIN (℃)	PR (mm d <sup>-1</sup> )	RH (%)	WS (m/s)
JAN.	+0.04	+0.02	+0.06	-0.05	+0.13	+0.02
FEB.	+0.04	+0.02	+0.06	-0.04	+0.13	+0.01
MAR.	+0.04	+0.02	+0.06	-0.04	+0.14	+0.01
ARP.	+0.03	+0.01	+0.05	-0.03	+0.13	+0.01
MAY.	+0.01	+0.01	+0.03	-0.04	+0.08	+0.01
JUN.	+0.01	+0.02	+0.01	-0.10	+0.07	+0.01
JUL.	+0.02	+0.02	+0.01	-0.14	+0.05	+0.00
AUG.	+0.03	+0.03	+0.02	-0.19	+0.04	+0.01
SEP.	+0.03	+0.02	+0.03	-0.08	+0.07	+0.01
OCT.	+0.03	+0.02	+0.05	-0.03	+0.07	+0.01
NOV.	+0.04	+0.02	+0.06	-0.03	+0.03	+0.01
DEC.	+0.04	+0.02	+0.06	-0.04	+0.02	+0.01
AVE.	+0.03	+0.02	+0.04	-0.07	+0.08	+0.01

## 1. 평균 기후변화 전망 (그림 A-1, 표 A-3)

### 1) 평균기온 (TA)

- 현재 대비 1.5°C/2.0°C/3.0°C 온난화 시기에 +0.7°C/+1.4°C/+2.6°C 상승.
- 미래 기온 상승 폭은 7월에 가장 크고 4월에 비교적 작음.
- 기온 상승 폭이 가장 큰 지역은 충청권, 작은 지역은 제주권.

### 2) 강수량 (PR)

- 현재 대비 1.5°C 온난화 시기에 -1.3%로 감소하며, 2.0°C/3.0°C 온난화 시기에는 +4.1%/+5.7%)로 증가.
- 미래 강수량 증가 폭이 가장 큰 시기는 7~9월이며 6, 10월에는 비슷하거나 감소.
- 강수량 증가 폭이 가장 큰 지역은 제주권, 작은 지역은 충청권.

### 3) 풍속 (WS)

- 현재 대비 1.5°C/2.0°C/3.0°C 온난화 시기에 +0.03m/s로 미미하게 증가.
- 4월에 비교적 많이 증가하며, 1월에 가장 많이 감소.
- 풍속은 제주권에서 약간 감소하며, 그 외 지역은 모두 증가.

### 4) 상대습도 (RH)

- 현재 대비 1.5°C 온난화 시기에는 +0.5% 증가하나, 2.0°C 및 3.0°C 온난화 시기에는 -0.9%, -0.6%로 다소 감소.
- 온난화 수준이 강해짐에 따라 상대습도는 감소하고, 6월에 가장 큰 감소 전망.
- 상대습도는 제주권에서 비교적 증가 폭이 크고 중부 지역에서 증가 폭이 작음.

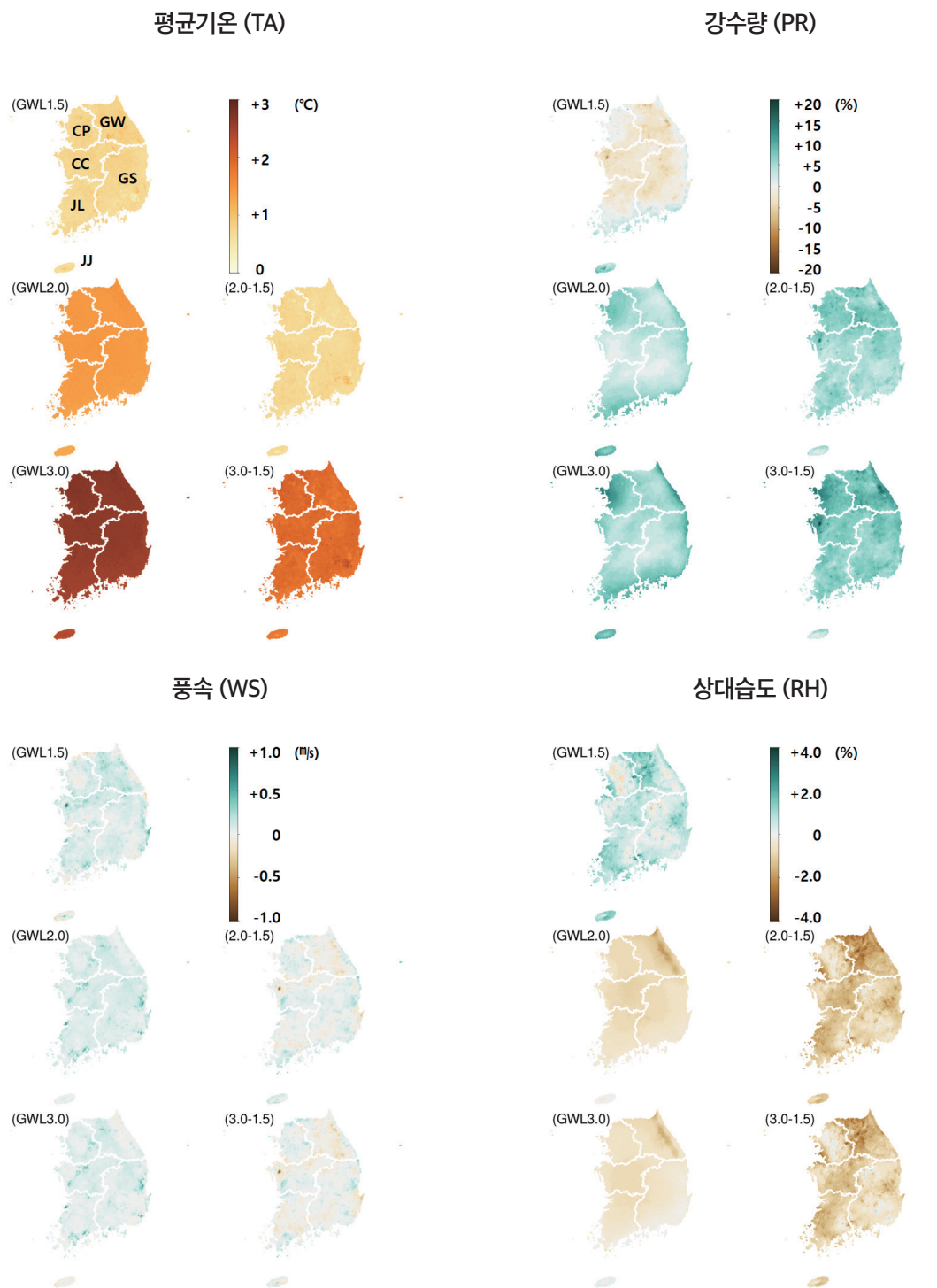


그림 A-1. 현재(2000~2019)와 각 온난화 수준 도달 시점(GWL)의 평균 기온, 강수량, 풍속, 상대습도의 공간분포

## 2. 극한기후지수 변화 전망 - 극한 고온 (그림 A-2, 표 A-4)

※ 여름철 극한 고온(TXx, TNx)은 평균기온(+0.7°C/+1.4°C/+2.6°C)에 비해 온난화 수준에 따른 상승 폭이 큼.

※ 여름철 주간의 극한 고온 현상(HW, TX90, TXx)의 변화가 비교적 뚜렷함.

### 1) 폭염일 (HW)

- 현재 대비 1.5°C/2.0°C/3.0°C 온난화 시기에 +5.6일/+11.2일/+22.4일 증가.
- 증가 폭이 가장 큰 지역은 충청권, 작은 지역은 제주권으로, 기온과 같은 특성.

### 2) 열대야일 (TR)

- 현재 대비 1.5°C/2.0°C/3.0°C 온난화 시기에 +6.2일/+12.6일/+22.4일 증가.
- 증가 폭이 가장 큰 지역은 전라권, 가장 작은 지역은 강원권.

### 3) 온난일 (TX90)

- 현재 대비 1.5°C/2.0°C/3.0°C 온난화 시기에 +10.2일/+22.1일/+37.4일 증가.
- 충청권에서 증가 폭이 크고 경상권에서 증가 폭이 가장 작음.

### 4) 온난야 (TN90)

- 현재 대비 1.5°C/2.0°C/3.0°C 온난화 시기에 +10.5일/+19.7일/+32.2일 증가.
- 수도권에서 증가 폭이 크고 강원권에서 증가 폭이 가장 작음.

### 5) 일 최고기온 연 최대값 (TXx)

- 현재 대비 1.5°C/2.0°C/3.0°C 온난화 시기에 +1.4°C/+2.7°C/+3.8°C 상승.
- 상승 폭이 가장 큰 지역은 경상권, 가장 작은 지역은 제주권.

### 6) 일 최저기온 연 최대값 (TNx)

- 현재 대비 1.5°C/2.0°C/3.0°C 온난화 시기에 +1.3°C/+2.5°C/+3.6°C 상승.
- 상승 폭이 가장 큰 지역은 수도권, 가장 작은 지역은 제주권.



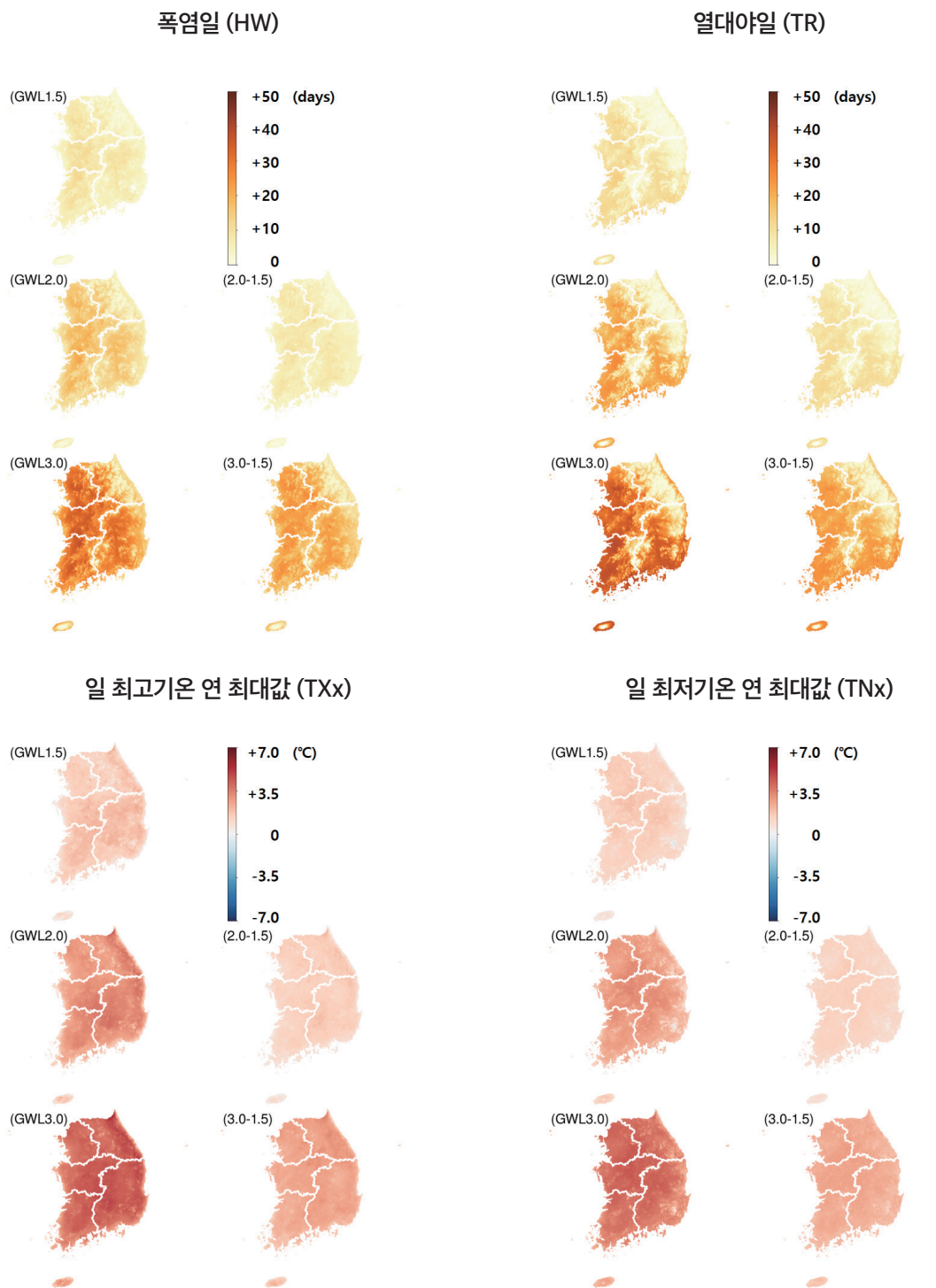


그림 A-2. 현재(2000~2019)와 각 온난화 수준 도달 시점(GWL)의 극한고온지수(HW, TR, TXx, TNx)의 공간분포

### 3. 극한기후지수 변화 전망 - 극한 저온 (그림 A-3, 표 A-5)

※ 겨울철 극한 저온(TXx, TNx)은 평균기온(+0.7°C/+1.4°C/+2.6°C)에 비해 온난화에 따른 상승 폭이 작음. 또한 1.5°C/2.0°C 온난화 시기에 경상권 및 영동에서 감소함.

#### 1) 결빙일 (ID)

- 현재 대비 1.5°C/2.0°C/3.0°C 온난화 시기에 -1.9일/-4.0일/-8.6일 감소.
- 감소 폭이 가장 큰 지역은 강원권, 작은 지역은 경상권과 제주권.

#### 2) 서리일 (FD)

- 현재 대비 1.5°C/2.0°C/3.0°C 온난화 시기에 -8.9일/-16.6일/-29.2일 감소.
- 감소 폭이 가장 큰 지역은 전라권, 작은 지역은 제주권(특히 해안).

#### 3) 한랭일 (TX10)

- 현재 대비 1.5°C/2.0°C/3.0°C 온난화 시기에 -4.2일/-8.8일/-17.2일 감소.
- 제주권에서 감소 폭이 가장 크고 수도권에서 감소 폭이 작음.

#### 4) 한랭야 (TN10)

- 현재 대비 1.5°C/2.0°C/3.0°C 온난화 시기에 -2.6일/-6.9일/-16.5일 감소.
- 제주권에서 감소 폭이 가장 크고 경상권에서 감소 폭이 작음.

#### 5) 일 최고기온 연 최소값 (TXn)

- 현재 대비 1.5°C/2.0°C/3.0°C 온난화 시기에 +0.3°C/+0.8°C/+2.2°C 상승.
- 상승 폭이 가장 큰 지역은 제주권, 가장 작은 지역은 경상권.

#### 6) 일 최저기온 연 최소값 (TNn)

- 현재 대비 1.5°C/2.0°C/3.0°C 온난화 시기에 +0.3°C/+0.8°C/+2.3°C 상승.
- 상승 폭이 가장 큰 지역은 수도권, 가장 작은 지역은 경상권.

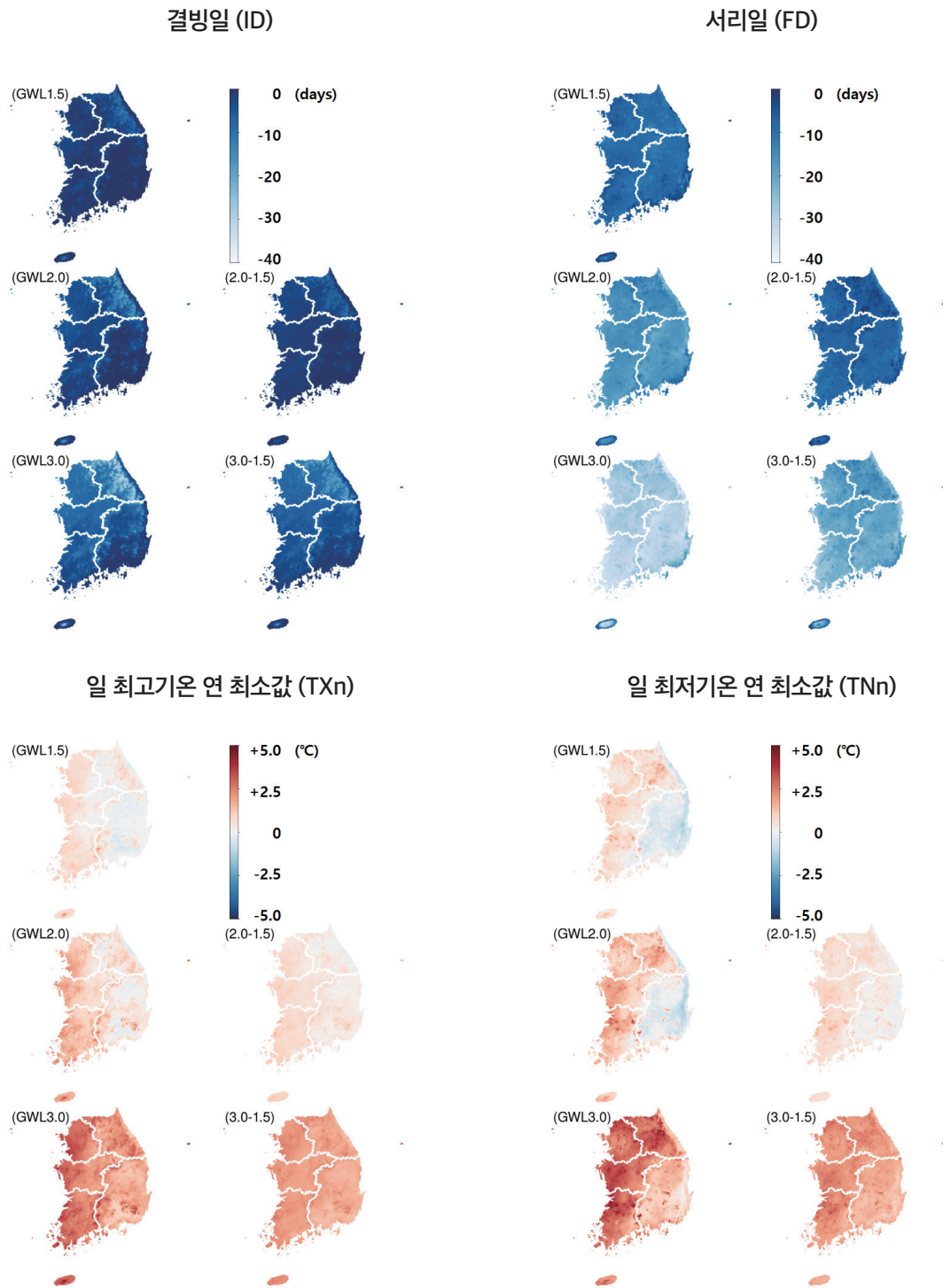


그림 A-3. 현재(2000~2019)와 각 온난화 수준 도달 시점(GWL)의 극한저온지수(ID, FD, TXn, TNn)의 공간분포

## 4. 극한기후지수 변화 전망 - 극한 강수 (그림 A-4, 표 A-6)

※ 전지구 온난화를 1.5°C 수준으로 제한하지 못하면 우리나라 극한 강수량 및 강수 빈도는 온난화가 심해질수록 뚜렷하게 증가할 수 있음.

※ 극한 강수량은 평균 강수량에 비해 증가 폭이 매우 크며, 특히 제주권에서 증가가 뚜렷함.

### 1) 1일 최다 강수량 (RX1D)

- 현재 대비 1.5°C/2.0°C/3.0°C 온난화 시기에 +6.1%/+16.7%/+22.2% 증가.
- 증가 폭이 가장 큰 지역은 제주권, 작은 지역은 강원권.

### 2) 5일 최다 강수량 (RX5D)

- 현재 대비 1.5°C/2.0°C/3.0°C 온난화 시기에 +2.9%/+14.0%/+18.0% 증가.
- 증가 폭이 가장 큰 지역은 제주권, 작은 지역은 강원권.

### 3) 상위 5% 극한강수일 (R95)

- 현재 대비 1.5°C 온난화 시기에 -0.1일로 뚜렷한 변화가 없으며, 2.0°C/3.0°C 온난화 시기에 +0.3일/+0.5일로 다소 증가.
- 증가 폭이 가장 큰 지역은 제주권, 작은 지역은 경상권.

### 4) 상위 1% 극한 강수일 (R99)

- 현재 대비 1.5°C 온난화 시기에 +0.1일로 뚜렷한 변화가 없으며, 2.0°C/3.0°C 온난화 시기에 +0.3일/+0.4일로 다소 증가.
- 지역별 미래 극한강수일 증감폭의 차이가 크지 않음.

### 5) 호우일수 (D80)

- 현재 대비 1.5°C 온난화 시기에 뚜렷한 변화가 없으며, 2.0°C/3.0°C 온난화 시기에 +0.4일/+0.5일로 다소 증가.
- 증가 폭이 가장 큰 지역은 제주권, 작은 지역은 경상권.

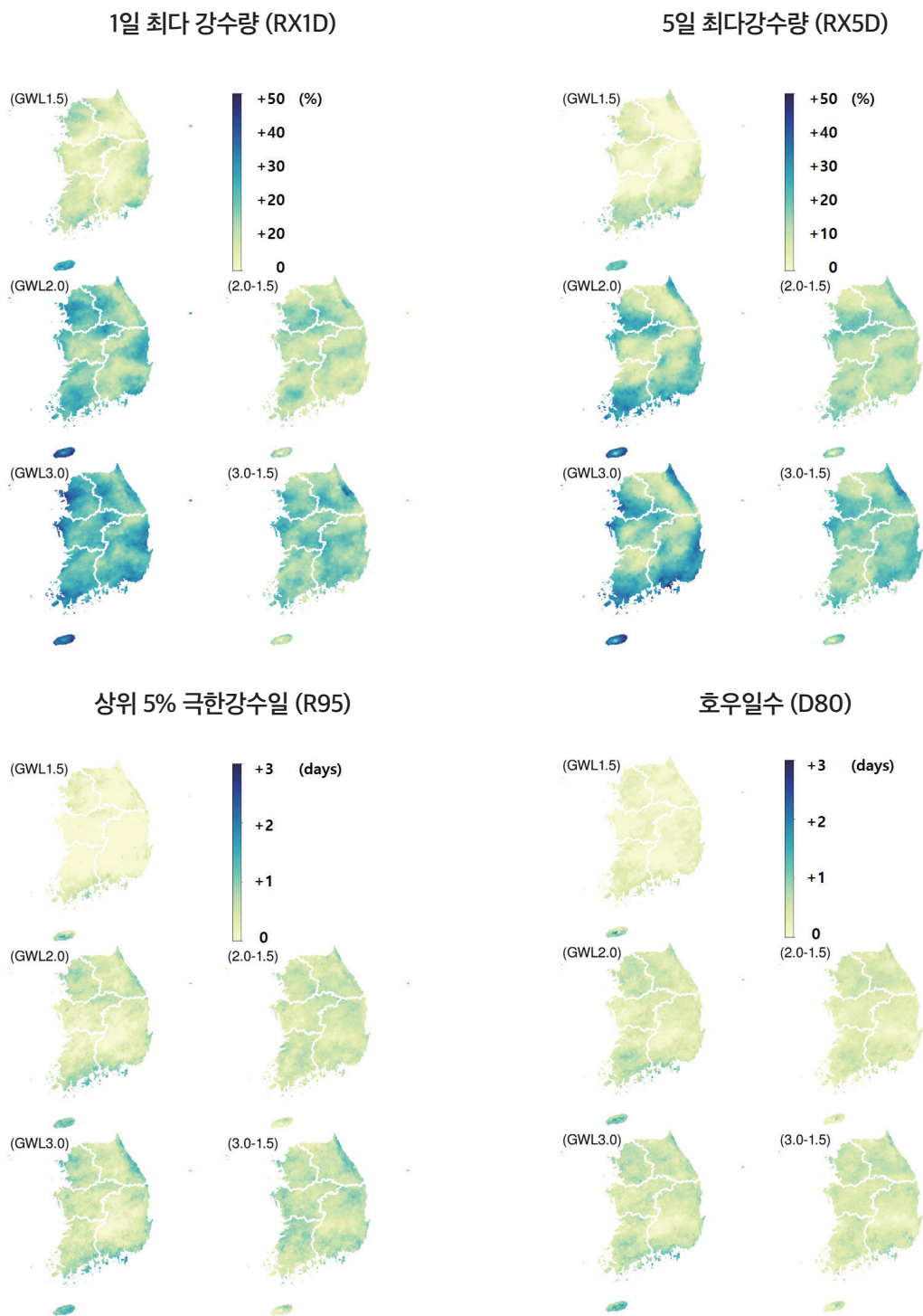


그림 A-4. 현재(2000~2019)와 각 온난화 수준 도달 시점(GWL)의 극한강수지수(RX1D, RX5D, R95, D80)의 공간분포

## 5. 극한기후지수 변화 전망 - 풍속/상대습도 (그림 A-5, 표 A-7)

### 1) 극한 풍속일 (WS90)

- 현재 대비 1.5°C/2.0°C/3.0°C 온난화 시기에 +24.0일/+40.6일/+39.6일 증가.
- 증가 폭이 가장 큰 지역은 수도권, 작은 지역은 제주권.

### 2) 극한 습도일 (RH90)

- 현재 대비 1.5°C/2.0°C/3.0°C 온난화 시기에 +11.0%/+7.7%/+8.3% 증가.  
- 상대습도는 현재 대비 1.5°C 온난화 이후에 감소하나, 극한 습도일은 현재 대비 모든 온난화 시기에 증가.
- 증가 폭이 가장 큰 지역은 제주권, 작은 지역은 강원권.

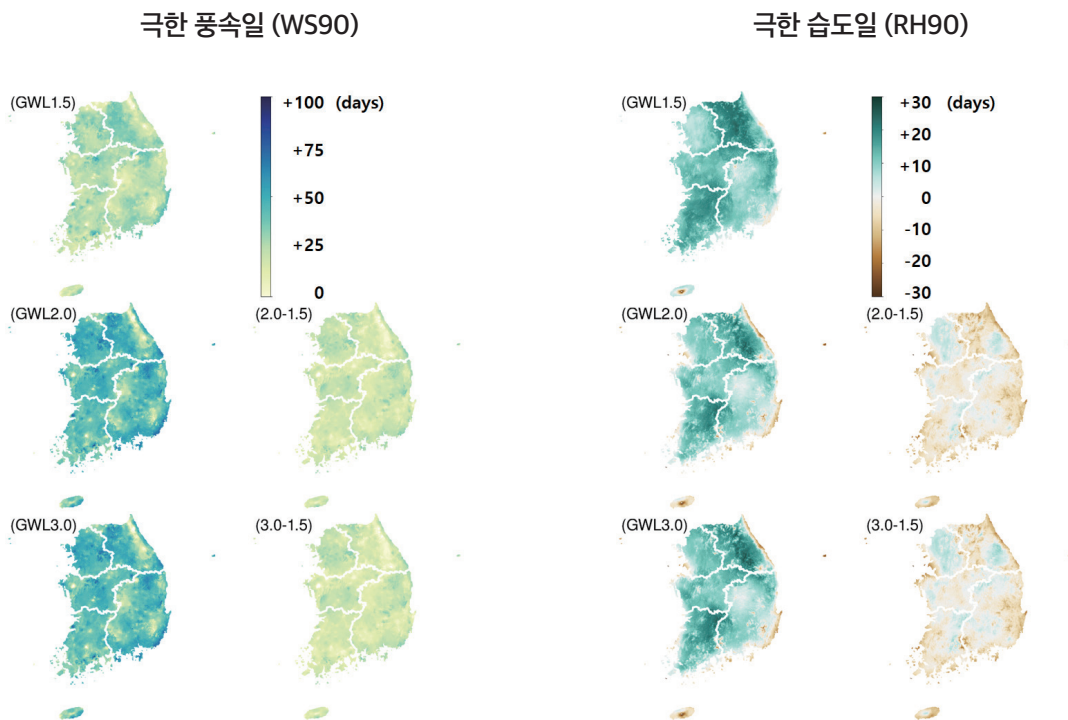


그림 A-5. 현재(2000~2019)와 각 온난화 수준 도달 시점(GWL)의 극한 풍속/상대습도 지수(WS90, RH90)의 공간분포

## 6. 극한 기온/강수 재현 수준 전망 (그림 A-6)

※ 극한 기온과 극한 강수는 온난화 진행에 따라 강도가 강해지며, 현재 수준의 극한 현상이 미래에는 더 자주 발생할 것으로 전망됨.

### 1) 극한 기온 (TXx) 재현 수준

- 현재 20년 재현 수준의 TXx는 36.6°C이며, 1.5°C/2.0°C/3.0°C 온난화 시기에는 각각 39.5°C/40.6°C/41.6°C로 온난화 진행에 따라 급격히 상승.
- 현재 20년에 한 번 발생하는 극한 고온은 1.5°C/2.0°C/3.0°C 온난화 시기에는 각각 2.9년/1.7년/1.2년마다 한 번씩 발생하여, 빈번해질 것으로 전망됨.

### 2) 극한 강수 (RX1D) 재현 수준

- 현재 20년 재현 수준의 RX1D는 216.4mm이며, 1.5°C/2.0°C/3.0°C 온난화 시기에는 각각 244.0mm/284.8mm/301.7mm로 온난화 진행에 따라 꾸준히 증가.
- 현재 20년에 한 번 발생하는 극한 강수는 1.5°C/2.0°C/3.0°C 온난화 시기에는 각각 11.7년/7.5년/6.4년마다 한 번씩 발생하여, 현재 수준의 극한 강수가 약 3배 더 발생 전망.

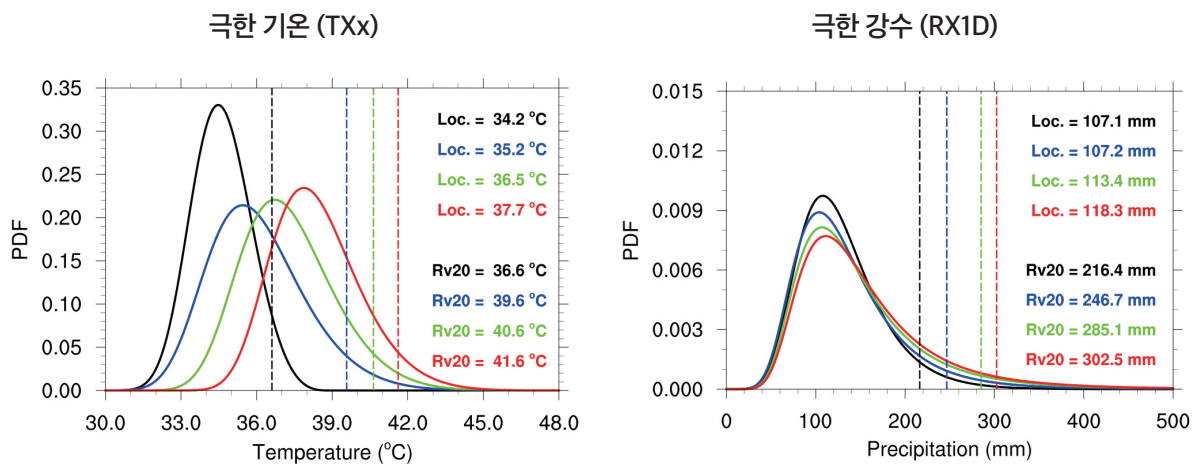


그림 A-6. 현재 시기(검정)와 온난화 수준 도달 시기(1.5°C; 파랑, 2.0°C; 초록, 3.0°C; 빨강)에서의 극한기후지수에 대한 확률분포함수.

표 A-3. 현재(2000~2019) 대비 온난화 수준별 평균 기후 요소 지역별 변화

요소	온난화	남한 (KOR)	수도권 (CP)	강원권 (GW)	충청권 (CC)	전라권 (JL)	경상권 (GS)	제주권 (JJ)
TA (°C)	1.5°C	+0.7(±0.1)	+0.7(±0.1)	+0.7(±0.1)	+0.7(±0.1)	+0.6(±0.1)	+0.7(±0.1)	+0.6(±0.1)
	2.0°C	+1.4(±0.1)	+1.3(±0.1)	+1.3(±0.1)	+1.4(±0.1)	+1.3(±0.1)	+1.3(±0.1)	+1.2(±0.1)
	3.0°C	+2.6(±0.2)	+2.6(±0.2)	+2.6(±0.2)	+2.6(±0.2)	+2.4(±0.2)	+2.5(±0.2)	+2.3(±0.2)
TMAX (°C)	1.5°C	+0.8(±0.1)	+0.8(±0.1)	+0.7(±0.1)	+0.8(±0.1)	+0.7(±0.1)	+0.8(±0.1)	+0.6(±0.1)
	2.0°C	+1.4(±0.1)	+1.5(±0.1)	+1.4(±0.1)	+1.5(±0.1)	+1.4(±0.1)	+1.5(±0.1)	+1.2(±0.1)
	3.0°C	+2.6(±0.2)	+2.7(±0.2)	+2.6(±0.2)	+2.7(±0.3)	+2.5(±0.3)	+2.6(±0.2)	+2.3(±0.2)
TMIN (°C)	1.5°C	+0.7(±0.1)	+0.6(±0.1)	+0.7(±0.1)	+0.7(±0.1)	+0.6(±0.1)	+0.6(±0.1)	+0.6(±0.1)
	2.0°C	+1.3(±0.1)	+1.3(±0.1)	+1.3(±0.1)	+1.3(±0.1)	+1.3(±0.1)	+1.3(±0.1)	+1.2(±0.1)
	3.0°C	+2.6(±0.1)	+2.6(±0.2)	+2.6(±0.2)	+2.6(±0.2)	+2.5(±0.2)	+2.5(±0.2)	+2.3(±0.1)
PR (%)	1.5°C	-1.3(±3.8)	-1.0(±5.6)	-2.5(±4.0)	-2.7(±4.5)	-0.4(±4.1)	-1.2(±4.3)	+5.7(±4.2)
	2.0°C	+4.1(±6.1)	+5.9(±9.1)	+4.1(±6.9)	+2.5(±6.9)	+4.6(±6.0)	+3.5(±6.3)	+8.3(±4.4)
	3.0°C	+5.7(±7.8)	+8.0(±8.3)	+6.0(±7.4)	+4.6(±8.2)	+5.7(±9.4)	+5.1(±8.3)	+8.4(±5.5)
WS (m/s)	1.5°C	+0.03(±0.02)	+0.01(±0.02)	+0.12(±0.03)	+0.1(±0.02)	+0.06(±0.02)	+0.07(±0.02)	-0.03(±0.04)
	2.0°C	+0.03(±0.02)	+0.11(±0.03)	+0.02(±0.04)	+0.1(±0.03)	+0.06(±0.03)	+0.07(±0.03)	-0.03(±0.06)
	3.0°C	+0.03(±0.03)	+0.01(±0.03)	+0.02(±0.04)	+0.1(±0.03)	+0.06(±0.03)	+0.07(±0.03)	-0.03(±0.07)
RH (%)	1.5°C	+0.5(±0.3)	+0.3(±0.4)	+0.8(±0.3)	+0.5(±0.4)	+0.7(±0.3)	+0.4(±0.3)	+1.1(±0.3)
	2.0°C	-0.9(±0.5)	-0.9(±0.6)	-1.1(±0.5)	-0.9(±0.5)	-0.6(±0.5)	-0.7(±0.5)	-0.1(±0.5)
	3.0°C	-0.6(±0.6)	-0.7(±0.6)	-0.8(±0.6)	-0.8(±0.6)	-0.5(±0.8)	-0.4(±0.6)	+0.1(±0.6)

표 A-4. 현재(2000~2019) 대비 온난화 수준별 극한 고온지수의 지역별 변화

요소	온난화	남한 (KOR)	수도권 (CP)	강원권 (GW)	충청권 (CC)	전라권 (JL)	경상권 (GS)	제주권 (JJ)
HW (days)	1.5°C	+5.6(±2.7)	+6.9(±3.3)	+3.3(±2.0)	+7.2(±3.3)	+6.6(±3.3)	+5.2(±2.4)	+1.8(±1.6)
	2.0°C	+11.2(±4.7)	+13.7(±5.6)	+7.1(±3.4)	+14.2(±5.6)	+12.4(±5.8)	+10.7(±4.3)	+3.9(±2.7)
	3.0°C	+22.4(±6.1)	+27.2(±6.3)	+14.2(±4.9)	+27.1(±7.2)	+24.9(±7.6)	+21.5(±5.7)	+11.7(±3.3)
TR (days)	1.5°C	+6.2(±0.9)	+8.0(±1.2)	+1.7(±0.3)	+7.6(±1.0)	+8.4(±1.4)	+5.8(±1.0)	+6.7(±1.0)
	2.0°C	+12.6(±1.7)	+15.4(±2.0)	+3.8(±0.6)	+15.3(±1.9)	+17.0(±2.4)	+12.1(±1.8)	+14.5(±1.8)
	3.0°C	+22.4(±2.8)	+26.9(±3.0)	+9.0(±1.5)	+26.5(±3.1)	+28.8(±3.7)	+21.9(±2.9)	+27.1(±2.3)
TX90 (days)	1.5°C	+10.2(±2.3)	+11.2(±2.3)	+9.3(±2.1)	+11.7(±2.4)	+11.6(±2.8)	+8.8(±2.3)	+10.6(±2.2)
	2.0°C	+21.1(±3.3)	+23.0(±2.8)	+19.1(±2.7)	+23.9(±3.3)	+23.2(±4.4)	+18.8(±3.6)	+21.8(±2.7)
	3.0°C	+37.4(±4.2)	+41.4(±3.2)	+34.5(±3.8)	+40.8(±4.1)	+40.1(±5.2)	+34.1(±4.7)	+36.0(±2.7)
TN90 (days)	1.5°C	+10.5(±1.6)	+11.4(±1.6)	+10.4(±1.6)	+10.8(±1.5)	+10.6(±1.6)	+10.0(±1.7)	+10.1(±1.5)
	2.0°C	+19.7(±2.2)	+20.8(±1.9)	+18.7(±2.3)	+19.6(±2.1)	+20.3(±2.3)	+19.5(±2.4)	+21.0(±2.0)
	3.0°C	+32.2(±3.1)	+34.0(±3.0)	+31.1(±3.2)	+31.8(±3.2)	+32.5(±3.2)	+32.1(±3.3)	+33.7(±2.1)
TXx (°C)	1.5°C	+1.4(±0.7)	+1.3(±0.8)	+1.3(±0.7)	+1.5(±0.8)	+1.5(±0.8)	+1.5(±0.7)	+0.5(±0.6)
	2.0°C	+2.7(±1.2)	+2.5(±1.3)	+2.7(±1.1)	+2.7(±1.3)	+2.6(±1.3)	+2.9(±1.0)	+1.1(±0.9)
	3.0°C	+3.8(±1.3)	+3.7(±1.5)	+3.9(±1.3)	+3.9(±1.4)	+3.6(±1.4)	+3.9(±1.2)	+2.1(±1.1)
TNx (°C)	1.5°C	+1.3(±0.2)	+1.6(±0.2)	+1.1(±0.2)	+1.4(±0.2)	+1.2(±0.2)	+1.2(±0.2)	+0.5(±0.2)
	2.0°C	+2.5(±0.2)	+2.8(±0.4)	+2.3(±0.2)	+2.8(±0.3)	+2.4(±0.3)	+2.3(±0.2)	+1.2(±0.3)
	3.0°C	+3.6(±0.3)	+4.0(±0.5)	+3.4(±0.3)	+3.9(±0.4)	+3.4(±0.4)	+3.4(±0.3)	+2.2(±0.3)



표 A-5. 현재(2000~2019) 대비 온난화 수준별 극한 저온지수의 지역별 변화

요소	온난화	남한 (KOR)	수도권 (CP)	강원권 (GW)	충청권 (CC)	전라권 (JL)	경상권 (GS)	제주권 (JJ)
ID (days)	1.5°C	-1.9(±1.0)	-1.9(±1.5)	-4.3(±1.2)	-1.7(±1.4)	-1.4(±1.0)	-0.8(±0.9)	-1.4(±0.5)
	2.0°C	-4.0(±2.3)	-4.7(±3.2)	-8.7(±3.1)	-3.7(±3.0)	-3.0(±1.8)	-2.0(±2.0)	-2.5(±0.7)
	3.0°C	-8.6(±1.5)	-10.8(±2.5)	-16.4(±2.4)	-8.7(±2.1)	-5.7(±1.0)	-5.4(±1.2)	-3.7(±0.5)
FD (days)	1.5°C	-8.9(±1.4)	-8.2(±1.6)	-9.9(±1.9)	-9.3(±1.5)	-8.2(±1.4)	-9.1(±1.6)	-4.8(±1.7)
	2.0°C	-16.6(±2.3)	-15.9(±2.5)	-16.0(±3.0)	-16.5(±2.4)	-17.3(±2.5)	-17.3(±2.8)	-9.9(±3.3)
	3.0°C	-29.2(±2.6)	-27.9(±2.8)	-27.9(±3.4)	-29.2(±3.0)	-31.3(±2.6)	-29.8(±2.9)	-18.7(±2.5)
TX10 (days)	1.5°C	-4.2(±1.3)	-3.2(±1.6)	-4.7(±1.4)	-4.1(±1.5)	-4.9(±1.5)	-3.7(±1.3)	-5.7(±2.0)
	2.0°C	-8.8(±3.1)	-7.4(±3.6)	-9.0(±3.3)	-8.5(±3.4)	-10.1(±3.3)	-8.2(±2.9)	-11.6(±3.9)
	3.0°C	-17.2(±2.4)	-15.9(±2.9)	-17(±2.6)	-16.9(±2.8)	-18.7(±2.9)	-16.6(±2.2)	-20.6(±3.7)
TN10 (days)	1.5°C	-2.6(±1.6)	-2.0(±1.7)	-3.5(±2.0)	-2.9(±1.7)	-2.8(±1.8)	-1.6(±1.5)	-6.3(±2.6)
	2.0°C	-6.9(±3.4)	-6.1(±3.6)	-6.8(±4.0)	-7.0(±3.6)	-8.9(±3.5)	-5.6(±3.4)	-13.1(±4.9)
	3.0°C	-16.5(±2.6)	-15.8(±3.0)	-16.1(±3.0)	-16.8(±2.7)	-18.4(±2.8)	-15.2(±2.6)	-23.5(±3.6)
TXn (°C)	1.5°C	+0.3(±0.7)	+0.5(±0.8)	+0.3(±0.8)	+0.4(±0.6)	+0.6(±0.6)	+0.1(±0.7)	+0.8(±0.6)
	2.0°C	+0.8(±1.1)	+1.1(±1.2)	+0.5(±1.4)	+1.0(±1.0)	+1.4(±0.8)	+0.5(±1.1)	+1.7(±0.9)
	3.0°C	+2.2(±0.8)	+2.7(±0.9)	+2.1(±1.0)	+2.3(±0.8)	+2.7(±0.8)	+1.8(±0.9)	+3.0(±1.1)
TNn (°C)	1.5°C	+0.3(±0.6)	+0.7(±0.6)	+0.5(±0.6)	+0.5(±0.6)	+0.5(±0.6)	-0.4(±0.6)	+0.5(±0.4)
	2.0°C	+0.8(±0.9)	+1.3(±1.0)	+0.9(±1.1)	+1.2(±0.9)	+1.2(±0.9)	-0.2(±0.9)	+1.2(±0.6)
	3.0°C	+2.3(±0.9)	+2.8(±1.0)	+2.5(±1.0)	+2.7(±0.9)	+2.6(±0.8)	+1.2(±0.9)	+2.3(±0.6)

표 A-6. 현재(2000~2019) 대비 온난화 수준별 극한 강수지수의 지역별 변화

요소	온난화	남한 (KOR)	수도권 (CP)	강원권 (GW)	충청권 (CC)	전라권 (JL)	경상권 (GS)	제주권 (JJ)
RX1D (%)	1.5°C	+6.1(±6.2)	+7.6(±9.8)	+3.8(±6.2)	+4.3(±8.0)	+8.0(±7.9)	+5.2(±8.7)	+25.0(±10.2)
	2.0°C	+16.7(±10.2)	+20.8(±15.9)	+14.8(±12.1)	+15.3(±13.4)	+18.8(±11.8)	+14.1(±12.0)	+36.3(±14.8)
	3.0°C	+22.2(±11.7)	+24.7(±11.2)	+19.7(±11.9)	+22.1(±12.8)	+23.3(±17.7)	+21.3(±15.1)	+35.5(±17.6)
RX5D (%)	1.5°C	+2.9(±5.9)	+3.6(±10.0)	-1.5(±5.3)	+0.4(±6.5)	+5.4(±7.9)	+4.0(±8.7)	+18.9(±10.1)
	2.0°C	+14.0(±7.8)	+15.1(±14.2)	+8.8(±10.0)	+12.3(±9.6)	+17.4(±10.0)	+14.4(±9.8)	+31.7(±12.4)
	3.0°C	+18.0(±9.0)	+18.6(±9.7)	+12.5(±10.3)	+16.5(±10.7)	+18.9(±12.8)	+20.5(±11.7)	+33.1(±12.0)
R95 (days)	1.5°C	-0.1(±0.3)	0.0(±0.4)	-0.1(±0.4)	-0.2(±0.4)	-0.1(±0.4)	-0.2(±0.4)	+0.7(±0.5)
	2.0°C	+0.3(±0.6)	+0.5(±0.7)	+0.4(±0.7)	+0.3(±0.7)	+0.4(±0.7)	+0.2(±0.6)	+1.0(±0.5)
	3.0°C	+0.5(±0.7)	+0.6(±0.6)	+0.5(±0.7)	+0.4(±0.7)	+0.5(±0.9)	+0.4(±0.7)	+1.1(±0.5)
R99 (days)	1.5°C	+0.1(±0.1)	+0.1(±0.2)	0.0(±0.1)	+0.1(±0.2)	+0.2(±0.2)	+0.1(±0.2)	+0.4(±0.3)
	2.0°C	+0.3(±0.2)	+0.4(±0.3)	+0.3(±0.2)	+0.3(±0.3)	+0.4(±0.2)	+0.3(±0.2)	+0.4(±0.3)
	3.0°C	+0.4(±0.2)	+0.5(±0.2)	+0.4(±0.3)	+0.4(±0.3)	+0.4(±0.3)	+0.4(±0.3)	+0.4(±0.2)
D80 (days)	1.5°C	0.0(±0.2)	0.0(±0.4)	+0.0(±0.2)	0.0(±0.3)	+0.1(±0.3)	0.0(±0.3)	+0.7(±0.4)
	2.0°C	+0.4(±0.4)	+0.5(±0.6)	+0.4(±0.4)	+0.3(±0.4)	+0.5(±0.4)	+0.3(±0.4)	+0.9(±0.5)
	3.0°C	+0.5(±0.4)	+0.6(±0.5)	+0.5(±0.5)	+0.4(±0.4)	+0.5(±0.5)	+0.4(±0.4)	+1.0(±0.4)

표 A-7. 현재(2000~2019) 대비 온난화 수준별 극한 풍속/상대습도 지수의 지역별 변화

요소	온난화	남한 (KOR)	수도권 (CP)	강원권 (GW)	충청권 (CC)	전라권 (JL)	경상권 (GS)	제주권 (JJ)
WS90 (days)	1.5°C	+24.0(±2.9)	+26.3(±3.0)	+25.6(±5.3)	+24.6(±3.0)	+22.3(±2.6)	+23.0(±4.0)	+18.3(±7.6)
	2.0°C	+40.6(±4.6)	+46.3(±4.6)	+39.4(±8.4)	+41.1(±4.8)	+38.1(±4.1)	+40.5(±6.7)	+34.7(±12.6)
	3.0°C	+39.6(±4.6)	+45.9(±4.9)	+38.6(±8.2)	+40.2(±5.0)	+37.0(±4.1)	+39.2(±6.4)	+33.3(±12.3)
RH90 (days)	1.5°C	+11.0(±4.1)	+8.9(±5.1)	+15.0(±5.4)	+12.3(±4.3)	+13.3(±3.2)	+8.2(±4.1)	+0.4(±2.4)
	2.0°C	+7.7(±6.2)	+8.3(±8.1)	+10.1(±8.6)	+9.6(±6.6)	+9.7(±4.7)	+4.7(±6.0)	-6.6(±3.3)
	3.0°C	+8.3(±5.7)	+9.1(±8.4)	+11.5(±8.3)	+10.3(±5.7)	+10.2(±3.9)	+5.1(±5.6)	-7.2(±3.1)





표 B-3. [농업 부문] 남한 및 17개 광역시·도 식물기간(PLP) 전망 및 변화(일)

구분	현재 (2000~2019)	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
남한	253.1	262.4	269.7	282.4	301.9
		+9.3	+16.6	+29.3	+48.8
서울	263.9	272.3	280.1	292.6	311.0
		+8.4	+16.2	+28.7	+47.1
부산	299.3	305.4	312.0	323.9	338.9
		+6.1	+12.7	+24.6	+39.6
대구	271.7	280.1	288.3	301.1	319.0
		+8.4	+16.6	+29.4	+47.3
인천	256.2	265.3	273.2	286.1	306.4
		+9.1	+17.0	+29.9	+50.2
광주	276.0	282.4	290.9	305.2	324.5
		+6.4	+14.9	+29.2	+48.5
대전	257.8	267.2	274.9	287.5	306.5
		+9.4	+17.1	+29.7	+48.7
울산	282.4	290.5	297.6	309.9	326.6
		+8.1	+15.2	+27.5	+44.2
세종	252.9	262.9	270.2	282.4	301.6
		+10.0	+17.3	+29.5	+48.7
경기	245.6	255.1	262.0	273.7	293.0
		+9.5	+16.4	+28.1	+47.4
강원	228.6	238.1	243.8	255.7	276.5
		+9.5	+15.2	+27.1	+47.9
충북	243.4	253.7	260.6	272.6	292.1
		+10.3	+17.2	+29.2	+48.7
충남	254.0	263.7	271.2	284.3	304.7
		+9.7	+17.2	+30.3	+50.7
전북	254.3	263.5	271.1	284.4	304.3
		+9.2	+16.8	+30.1	+50.0
전남	273.5	281.4	289.6	303.8	323.5
		+7.9	+16.1	+30.3	+50.0
경북	250.8	261.1	269.0	281.6	301.2
		+10.3	+18.2	+30.8	+50.4
경남	268.1	276.9	284.8	298.0	316.5
		+8.8	+16.7	+29.9	+48.4
제주	307.9	314.3	320.6	332.5	347.3
		+6.4	+12.7	+24.6	+39.4

표 B-4. [농업 부문] 남한 및 17개 광역시·도 작물기간(CPP) 전망 및 변화(일)

구분	현재 (2000~2019)	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
남한	156.7	163.1	168.5	181.0	204.3
		+6.4	+11.8	+24.3	+47.6
서울	176.6	182.0	186.9	198.2	219.4
		+5.4	+10.3	+21.6	+42.8
부산	185.7	193.6	199.7	213.6	238.8
		+7.9	+14.0	+27.9	+53.1
대구	175.0	181.7	188.3	200.8	223.8
		+6.7	+13.3	+25.8	+48.8
인천	165.4	170.8	175.9	187.7	209.0
		+5.4	+10.5	+22.3	+43.6
광주	178.2	183.6	188.7	200.8	223.0
		+5.4	+10.5	+22.6	+44.8
대전	167.8	173.5	179.0	190.9	213.0
		+5.7	+11.2	+23.1	+45.2
울산	172.5	180.3	186.9	200.9	226.2
		+7.8	+14.4	+28.4	+53.7
세종	163.9	169.9	175.0	186.7	208.9
		+6.0	+11.1	+22.8	+45.0
경기	158.8	164.5	169.3	180.8	202.5
		+5.7	+10.5	+22.0	+43.7
강원	132.1	139.2	144.5	157.1	181.5
		+7.1	+12.4	+25.0	+49.4
충북	153.6	159.9	164.6	176.6	199.3
		+6.3	+11.0	+23.0	+45.7
충남	162.3	168.0	172.9	184.8	206.8
		+5.7	+10.6	+22.5	+44.5
전북	159.2	165.2	170.3	182.6	205.5
		+6.0	+11.1	+23.4	+46.3
전남	170.7	176.8	182.0	194.6	217.6
		+6.1	+11.3	+23.9	+46.9
경북	154.5	161.2	167.0	179.6	203.4
		+6.7	+12.5	+25.1	+48.9
경남	165.8	172.2	178.9	192.1	216.1
		+6.4	+13.1	+26.3	+50.3
제주	181.9	190.0	195.6	210.1	236.0
		+8.1	+13.7	+28.2	+54.1

표 B-5. [농업 부문] 남한 및 17개 광역시·도 냉방도일(CDD) 전망 및 변화(도일)

구분	현재 (2000~2019)	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
남한	82.9	132.5	179.7	262.5	459.2
		+49.6	+96.8	+179.6	+376.3
서울	158.2	237.2	306.1	430.0	696.3
		+79.0	+147.9	+271.8	+538.1
부산	127.2	182.7	237.4	333.4	557.1
		+55.5	+110.2	+206.2	+429.9
대구	157.8	220.4	281.7	385.1	623.8
		+62.6	+123.9	+227.3	+466.0
인천	92.8	156.7	212.4	317.5	554.9
		+63.9	+119.6	+224.7	+462.1
광주	157.5	228.8	298.3	408.2	661.6
		+71.3	+140.8	+250.7	+504.1
대전	120.1	192.0	254.8	358.8	594.1
		+71.9	+134.7	+238.7	+474.0
울산	106.4	148.5	196.9	281.8	484.0
		+42.1	+90.5	+175.4	+377.6
세종	111.0	182.2	241.9	344.1	574.3
		+71.2	+130.9	+233.1	+463.3
경기	90.2	149.3	203.5	301.7	524.3
		+59.1	+113.3	+211.5	+434.1
강원	28.6	56.5	83.4	137.0	274.6
		+27.9	+54.8	+108.4	+246.0
충북	71.8	125.1	173.5	258.5	456.6
		+53.3	+101.7	+186.7	+384.8
충남	100.0	163.2	221.2	320.0	544.0
		+63.2	+121.2	+220.0	+444.0
전북	91.9	150.0	201.8	289.3	497.4
		+58.1	+109.9	+197.4	+405.5
전남	111.6	168.3	224.0	317.8	540.3
		+56.7	+112.4	+206.2	+428.7
경북	78.5	124.9	168.4	245.8	432.9
		+46.4	+89.9	+167.3	+354.4
경남	101.3	149.7	201.3	286.7	492.2
		+48.4	+100.0	+185.4	+390.9
제주	107.1	148.9	195.8	275.6	473.1
		+41.8	+88.7	+168.5	+366.0

표 B-6. [농업 부문] 남한 및 17개 광역시·도 난방도일(HDD) 전망 및 변화(도일)

구분	현재 (2000~2019)	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
남한	2946.6	2788.0	2657.2	2376.3	1937.8
		-158.6	-289.4	-570.3	-1008.8
서울	2648.6	2503.3	2369.9	2105.1	1700.5
		-145.3	-278.7	-543.5	-948.1
부산	2078.3	1943.3	1831.1	1592.3	1234.8
		-135.0	-247.2	-486.0	-843.5
대구	2479.5	2349.0	2215.1	1958.9	1567.9
		-130.5	-264.4	-520.6	-911.6
인천	2821.4	2671.2	2526.7	2252.0	1827.4
		-150.2	-294.7	-569.4	-994.0
광주	2389.9	2264.2	2133.6	1885.1	1504.1
		-125.7	-256.3	-504.8	-885.8
대전	2742.6	2601.3	2467.7	2200.0	1787.6
		-141.3	-274.9	-542.6	-955.0
울산	2379.2	2234.3	2114.0	1858.2	1468.3
		-144.9	-265.2	-521.0	-910.9
세종	2853.7	2696.7	2573.0	2301.0	1878.5
		-157.0	-280.7	-552.7	-975.2
경기	3086.2	2925.3	2793.6	2507.2	2064.3
		-160.9	-292.6	-579.0	-1021.9
강원	3631.0	3434.6	3300.3	2980.8	2471.1
		-196.4	-330.7	-650.2	-1159.9
충북	3120.8	2953.3	2829.3	2540.8	2091.2
		-167.5	-291.5	-580.0	-1029.6
충남	2833.2	2678.1	2548.1	2277.4	1853.2
		-155.1	-285.1	-555.8	-980.0
전북	2859.9	2710.4	2577.3	2302.5	1873.0
		-149.5	-282.6	-557.4	-986.9
전남	2476.9	2337.1	2211.3	1957.5	1565.4
		-139.8	-265.6	-519.4	-911.5
경북	2958.1	2803.3	2669.6	2387.0	1943.8
		-154.8	-288.5	-571.1	-1014.3
경남	2600.3	2461.4	2329.6	2064.7	1656.4
		-138.9	-270.7	-535.6	-943.9
제주	2029.9	1889.4	1775.9	1540.1	1188.8
		-140.5	-254.0	-489.8	-841.1

표 B-7. [산림 부문] 남한 및 17개 광역시·도 최저기온기수(MTCI) 전망 및 변화

구분	현재 (2000~2019)	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
남한	-57.7	-55.3	-51.1	-40.7	-28.9
		+2.4	+6.6	+17.0	+28.8
서울	-47.5	-46.1	-41.4	-29.9	-17.9
		+1.4	+6.1	+17.6	+29.6
부산	-22.7	-21.1	-17.2	-7.8	3.7
		+1.6	+5.5	+14.9	+26.4
대구	-42.8	-41.8	-37.5	-27.4	-15.8
		+1.0	+5.3	+15.4	+27.0
인천	-51.7	-50.0	-45.2	-34.5	-22.1
		+1.6	+6.4	+17.1	+29.5
광주	-36.2	-34.5	-29.7	-21.3	-9.9
		+1.7	+6.5	+14.9	+26.3
대전	-53.2	-51.1	-46.3	-35.9	-24.2
		+2.1	+6.9	+17.3	+29.0
울산	-35.2	-33.7	-30.2	-20.6	-9.0
		+1.5	+5.0	+14.6	+26.2
세종	-59.6	-56.6	-52.0	-41.5	-29.8
		+2.9	+7.5	+18.0	+29.7
경기	-68.0	-65.7	-61.2	-49.5	-37.3
		+2.3	+6.8	+18.5	+30.7
강원	-80.7	-77.5	-73.4	-61.7	-49.2
		+3.2	+7.3	+19.0	+31.5
충북	-68.1	-65.3	-61.2	-50.0	-37.9
		+2.8	+6.9	+18.1	+30.2
충남	-53.5	-50.6	-46.1	-36.3	-24.6
		+2.8	+7.3	+17.1	+28.8
전북	-54.1	-51.6	-46.7	-37.1	-25.4
		+2.5	+7.4	+17.0	+28.7
전남	-36.5	-34.3	-29.9	-21.5	-10.0
		+2.2	+6.6	+15.0	+26.5
경북	-58.8	-57.1	-53.2	-42.6	-30.8
		+1.7	+5.6	+16.2	+28.0
경남	-46.0	-44.4	-40.2	-30.7	-19.3
		+1.6	+5.8	+15.3	+26.7
제주	-8.7	-6.0	-2.6	5.4	16.7
		+2.7	+6.1	+14.1	+25.4



표 B-8. [산림 부문] 남한 및 17개 광역시·도 건조강도지수(AII) 전망 및 변화

구분	현재 (2000~2019)	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
남한	2.88	3.05	3.16	3.18	3.23
		+0.17	+0.28	+0.30	+0.35
서울	2.87	3.08	3.18	3.19	3.26
		+0.21	+0.31	+0.32	+0.39
부산	2.92	3.10	3.16	3.16	3.21
		+0.18	+0.24	+0.24	+0.29
대구	3.00	3.11	3.21	3.22	3.24
		+0.11	+0.21	+0.22	+0.24
인천	2.61	2.84	2.97	2.98	3.00
		+0.23	+0.36	+0.37	+0.39
광주	2.71	2.93	3.04	3.06	3.11
		+0.22	+0.33	+0.35	+0.40
대전	2.73	2.98	3.14	3.13	3.17
		+0.25	+0.41	+0.40	+0.44
울산	2.95	3.07	3.16	3.15	3.20
		+0.12	+0.21	+0.20	+0.25
세종	2.83	3.05	3.16	3.17	3.21
		+0.22	+0.33	+0.34	+0.38
경기	2.86	3.05	3.16	3.18	3.23
		+0.19	+0.30	+0.32	+0.37
강원	2.95	3.09	3.16	3.20	3.25
		+0.14	+0.21	+0.25	+0.30
충북	2.92	3.11	3.22	3.22	3.27
		+0.19	+0.30	+0.30	+0.35
충남	2.74	2.97	3.09	3.12	3.16
		+0.23	+0.35	+0.38	+0.42
전북	2.75	3.01	3.17	3.19	3.24
		+0.26	+0.42	+0.44	+0.49
전남	2.77	2.95	3.09	3.11	3.15
		+0.18	+0.32	+0.34	+0.38
경북	2.91	3.04	3.16	3.17	3.21
		+0.13	+0.25	+0.26	+0.30
경남	3.04	3.17	3.31	3.32	3.36
		+0.13	+0.27	+0.28	+0.32
제주	2.80	2.97	3.09	3.14	3.17
		+0.17	+0.29	+0.34	+0.37

표 B-9. [건강 부문] 남한 및 17개 광역시·도 열지수(HI) 전망 및 변화

구분	현재 (2000~2019)	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
남한	32.0	34.2	36.0	39.3	46.2
		+2.2	+4.0	+7.3	+14.2
서울	34.1	36.5	38.5	42.1	49.6
		+2.4	+4.4	+8.0	+15.5
부산	31.8	34.0	35.9	39.1	45.8
		+2.2	+4.1	+7.3	+14.0
대구	34.6	36.9	38.9	42.1	49.2
		+2.3	+4.3	+7.5	+14.6
인천	31.7	34.0	35.8	39.3	46.7
		+2.3	+4.1	+7.6	+15.0
광주	36.9	40.0	41.8	45.7	54.2
		+3.1	+4.9	+8.8	+17.3
대전	34.1	36.7	38.7	42.2	49.6
		+2.6	+4.6	+8.1	+15.5
울산	31.7	33.6	35.6	38.6	45.2
		+1.9	+3.9	+6.9	+13.5
세종	34.2	37.0	38.7	42.3	49.7
		+2.8	+4.5	+8.1	+15.5
경기	32.9	35.3	37.1	40.7	48.0
		+2.4	+4.2	+7.8	+15.1
강원	28.2	30.1	31.5	34.3	40.2
		+1.9	+3.3	+6.1	+12.0
충북	32.4	34.7	36.6	39.9	46.8
		+2.3	+4.2	+7.5	+14.4
충남	33.4	35.9	37.8	41.5	48.9
		+2.5	+4.4	+8.1	+15.5
전북	33.2	35.7	37.5	40.9	48.3
		+2.5	+4.3	+7.7	+15.1
전남	33.7	36.2	38.2	41.7	49.4
		+2.5	+4.5	+8.0	+15.7
경북	32.0	34.2	36.0	39.1	45.8
		+2.2	+4.0	+7.1	+13.8
경남	32.7	34.8	36.8	40.0	46.9
		+2.1	+4.1	+7.3	+14.2
제주	30.2	32.1	33.8	36.7	43.2
		+1.9	+3.6	+6.5	+13.0

표 B-10. [건강 부문] 남한 및 17개 광역시·도 불쾌지수(DI) 전망 및 변화

구분	현재 (2000~2019)	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
남한	78.4	79.8	80.9	82.7	86.1
		+1.4	+2.5	+4.3	+7.7
서울	80.0	81.4	82.5	84.4	87.8
		+1.4	+2.5	+4.4	+7.8
부산	78.4	79.9	81.0	82.8	86.1
		+1.5	+2.6	+4.4	+7.7
대구	80.0	81.4	82.6	84.3	87.6
		+1.4	+2.6	+4.3	+7.6
인천	78.5	80.0	81.1	83.0	86.6
		+1.5	+2.6	+4.5	+8.1
광주	81.7	83.3	84.2	86.0	89.5
		+1.6	+2.5	+4.3	+7.8
대전	80.0	81.5	82.6	84.4	87.8
		+1.5	+2.6	+4.4	+7.8
울산	78.1	79.4	80.7	82.4	85.7
		+1.3	+2.6	+4.3	+7.6
세종	80.1	81.7	82.6	84.5	87.8
		+1.6	+2.5	+4.4	+7.7
경기	79.2	80.7	81.7	83.6	87.1
		+1.5	+2.5	+4.4	+7.9
강원	75.3	76.8	77.8	79.7	83.2
		+1.5	+2.5	+4.4	+7.9
충북	78.8	80.3	81.3	83.2	86.5
		+1.5	+2.5	+4.4	+7.7
충남	79.6	81.1	82.2	84.1	87.5
		+1.5	+2.6	+4.5	+7.9
전북	79.3	80.9	81.9	83.7	87.1
		+1.6	+2.6	+4.4	+7.8
전남	79.8	81.2	82.3	84.2	87.6
		+1.4	+2.5	+4.4	+7.8
경북	78.2	79.7	80.9	82.6	86.0
		+1.5	+2.7	+4.4	+7.8
경남	78.8	80.1	81.4	83.1	86.5
		+1.3	+2.6	+4.3	+7.7
제주	77.3	78.6	79.7	81.5	84.8
		+1.3	+2.4	+4.2	+7.5

표 B-11. [건강 부문] 남한 및 17개 광역시·도 체감온도(AT) 전망 및 변화

구분	현재 (2000~2019)	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
남한	3.8	4.5	5.2	6.7	9.4
		+0.7	+1.4	+2.9	+5.6
서울	6.4	7.2	8.0	9.5	12.3
		+0.8	+1.6	+3.1	+5.9
부산	7.7	8.5	9.2	10.7	13.3
		+0.8	+1.5	+3.0	+5.6
대구	5.7	6.5	7.2	8.7	11.4
		+0.8	+1.5	+3.0	+5.7
인천	5.3	6.0	6.8	8.3	11.1
		+0.7	+1.5	+3.0	+5.8
광주	6.5	7.2	8.0	9.5	12.2
		+0.7	+1.5	+3.0	+5.7
대전	5.1	5.8	6.5	8.0	10.8
		+0.7	+1.4	+2.9	+5.7
울산	5.8	6.6	7.3	8.8	11.4
		+0.8	+1.5	+3.0	+5.6
세종	4.4	5.2	5.9	7.4	10.1
		+0.8	+1.5	+3.0	+5.7
경기	3.7	4.4	5.2	6.7	9.4
		+0.7	+1.5	+3.0	+5.7
강원	0.8	1.7	2.3	3.9	6.6
		+0.9	+1.5	+3.1	+5.8
충북	2.9	3.7	4.4	5.9	8.6
		+0.8	+1.5	+3.0	+5.7
충남	4.6	5.4	6.1	7.6	10.3
		+0.8	+1.5	+3.0	+5.7
전북	4.2	4.9	5.6	7.1	9.8
		+0.7	+1.4	+2.9	+5.6
전남	5.9	6.7	7.4	8.8	11.5
		+0.8	+1.5	+2.9	+5.6
경북	3.2	4.0	4.7	6.2	8.8
		+0.8	+1.5	+3.0	+5.6
경남	4.9	5.7	6.4	7.8	10.5
		+0.8	+1.5	+2.9	+5.6
제주	7.8	8.6	9.2	10.6	13.2
		+0.8	+1.4	+2.8	+5.4

표 B-12. [건강 부문] 남한 및 17개 광역시·도 체감온도(겨울철)(ATw) 전망 및 변화

구분	현재 (2000~2019)	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
남한	-6.1	-5.7	-5.1	-3.5	-1.2
		+0.4	+1.0	+2.6	+4.9
서울	-4.1	-3.6	-2.9	-1.2	1.2
		+0.5	+1.2	+2.9	+5.3
부산	-1.3	-0.6	0.1	1.7	4.1
		+0.7	+1.4	+3.0	+5.4
대구	-3.9	-3.6	-2.9	-1.3	1.0
		+0.3	+1.0	+2.6	+4.9
인천	-5.2	-4.8	-4.0	-2.3	0.1
		+0.4	+1.2	+2.9	+5.3
광주	-3.0	-2.6	-1.9	-0.4	1.8
		+0.4	+1.1	+2.6	+4.8
대전	-4.6	-4.2	-3.7	-2.2	0.1
		+0.4	+0.9	+2.4	+4.7
울산	-3.3	-2.7	-2.1	-0.5	1.8
		+0.6	+1.2	+2.8	+5.1
세종	-5.3	-5.1	-4.6	-3.1	-0.8
		+0.2	+0.7	+2.2	+4.5
경기	-6.8	-6.5	-5.9	-4.2	-1.9
		+0.3	+0.9	+2.6	+4.9
강원	-9.7	-9.2	-8.6	-6.9	-4.4
		+0.5	+1.1	+2.8	+5.3
충북	-7.1	-6.8	-6.3	-4.6	-2.3
		+0.3	+0.8	+2.5	+4.8
충남	-5.3	-4.8	-4.2	-2.7	-0.3
		+0.5	+1.1	+2.6	+5.0
전북	-5.4	-5.1	-4.4	-2.9	-0.6
		+0.3	+1.0	+2.5	+4.8
전남	-3.5	-3.0	-2.3	-0.8	1.5
		+0.5	+1.2	+2.7	+5.0
경북	-6.6	-6.2	-5.6	-4.0	-1.7
		+0.4	+1.0	+2.6	+4.9
경남	-4.5	-4.1	-3.5	-1.9	0.3
		+0.4	+1.0	+2.6	+4.8
제주	0.0	0.7	1.6	3.1	5.5
		+0.7	+1.6	+3.1	+5.5

표 B-13. [건강 부문] 남한 및 17개 광역시·도 체감온도(여름철)(ATs) 전망 및 변화

구분	현재 (2000~2019)	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
남한	29.2	30.2	30.9	32.1	34.3
		+1.0	+1.7	+2.9	+5.1
서울	30.3	31.3	32.0	33.3	35.6
		+1.0	+1.7	+3.0	+5.3
부산	29.2	30.2	30.9	32.0	34.2
		+1.0	+1.7	+2.8	+5.0
대구	30.4	31.3	32.1	33.3	35.5
		+0.9	+1.7	+2.9	+5.1
인천	29.3	30.3	31.0	32.3	34.6
		+1.0	+1.7	+3.0	+5.3
광주	31.3	32.4	33.0	34.2	36.5
		+1.1	+1.7	+2.9	+5.2
대전	30.3	31.3	32.0	33.2	35.5
		+1.0	+1.7	+2.9	+5.2
울산	29.1	29.9	30.7	31.9	34.0
		+0.8	+1.6	+2.8	+4.9
세종	30.4	31.4	32.1	33.3	35.5
		+1.0	+1.7	+2.9	+5.1
경기	29.8	30.7	31.4	32.7	35.0
		+0.9	+1.6	+2.9	+5.2
강원	27.3	28.3	28.9	30.1	32.4
		+1.0	+1.6	+2.8	+5.1
충북	29.5	30.5	31.2	32.4	34.6
		+1.0	+1.7	+2.9	+5.1
충남	30.0	31.0	31.7	32.9	35.2
		+1.0	+1.7	+2.9	+5.2
전북	29.8	30.8	31.5	32.7	35.0
		+1.0	+1.7	+2.9	+5.2
전남	30.1	31.0	31.7	32.9	35.2
		+0.9	+1.6	+2.8	+5.1
경북	29.2	30.1	30.9	32.1	34.3
		+0.9	+1.7	+2.9	+5.1
경남	29.5	30.4	31.2	32.4	34.6
		+0.9	+1.7	+2.9	+5.1
제주	28.5	29.3	30.0	31.1	33.2
		+0.8	+1.5	+2.6	+4.7

표 B-14. [건강 부문] 남한 및 17개 광역시·도 열체감지수(HMDX) 전망 및 변화

구분	현재 (2000~2019)	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
남한	34.7	36.3	37.4	39.5	43.3
		+1.6	+2.7	+4.8	+8.6
서울	36.3	37.9	39.0	41.2	45.3
		+1.6	+2.7	+4.9	+9.0
부산	34.7	36.3	37.5	39.4	43.2
		+1.6	+2.8	+4.7	+8.5
대구	36.3	37.9	39.2	41.1	45.0
		+1.6	+2.9	+4.8	+8.7
인천	34.7	36.4	37.5	39.7	43.7
		+1.7	+2.8	+5.0	+9.0
광주	38.2	40.1	41.1	43.2	47.3
		+1.9	+2.9	+5.0	+9.1
대전	36.3	38.1	39.2	41.3	45.2
		+1.8	+2.9	+5.0	+8.9
울산	34.4	35.8	37.1	39.1	42.8
		+1.4	+2.7	+4.7	+8.4
세종	36.5	38.2	39.3	41.3	45.3
		+1.7	+2.8	+4.8	+8.8
경기	35.5	37.1	38.2	40.4	44.4
		+1.6	+2.7	+4.9	+8.9
강원	31.6	33.2	34.2	36.2	40.0
		+1.6	+2.6	+4.6	+8.4
충북	35.1	36.7	37.8	39.9	43.8
		+1.6	+2.7	+4.8	+8.7
충남	36.0	37.6	38.8	40.9	44.8
		+1.6	+2.8	+4.9	+8.8
전북	35.7	37.4	38.5	40.5	44.5
		+1.7	+2.8	+4.8	+8.8
전남	36.2	37.8	39.0	41.0	45.0
		+1.6	+2.8	+4.8	+8.8
경북	34.6	36.2	37.4	39.3	43.1
		+1.6	+2.8	+4.7	+8.5
경남	35.2	36.6	37.9	39.9	43.7
		+1.4	+2.7	+4.7	+8.5
제주	33.7	35.1	36.2	38.0	41.7
		+1.4	+2.5	+4.3	+8.0

표 B-15. [건강 부문] 남한 및 17개 광역시·도 날씨 스트레스 지수(NET) 전망 및 변화

구분	현재 (2000~2019)	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
남한	6.5	7.4	8.3	9.7	12.1
		+0.9	+1.8	+3.2	+5.6
서울	7.7	8.9	9.8	11.1	13.6
		+1.2	+2.1	+3.4	+5.9
부산	8.2	9.3	10.2	11.5	13.9
		+1.1	+2.0	+3.3	+5.7
대구	8.3	9.3	10.2	11.5	13.8
		+1.0	+1.9	+3.2	+5.5
인천	6.4	7.6	8.5	9.9	12.4
		+1.2	+2.1	+3.5	+6.0
광주	8.2	9.2	10.2	11.6	14.0
		+1.0	+2.0	+3.4	+5.8
대전	7.9	9.0	9.8	11.1	13.5
		+1.1	+1.9	+3.2	+5.6
울산	7.9	8.7	9.6	10.9	13.3
		+0.8	+1.7	+3.0	+5.4
세종	7.9	8.8	9.6	10.9	13.3
		+0.9	+1.7	+3.0	+5.4
경기	6.7	7.7	8.6	9.9	12.3
		+1.0	+1.9	+3.2	+5.6
강원	3.8	4.8	5.8	7.1	9.5
		+1.0	+2.0	+3.3	+5.7
충북	6.6	7.5	8.4	9.7	12.1
		+0.9	+1.8	+3.1	+5.5
충남	7.0	7.9	8.9	10.2	12.7
		+0.9	+1.9	+3.2	+5.7
전북	6.7	7.7	8.6	10.0	12.4
		+1.0	+1.9	+3.3	+5.7
전남	7.5	8.5	9.4	10.7	13.2
		+1.0	+1.9	+3.2	+5.7
경북	6.6	7.6	8.4	9.7	12.0
		+1.0	+1.8	+3.1	+5.4
경남	7.7	8.6	9.5	10.8	13.1
		+0.9	+1.8	+3.1	+5.4
제주	6.9	8.1	9.1	10.4	12.9
		+1.2	+2.2	+3.5	+6.0



표 B-16. [건강 부문] 남한 및 17개 광역시·도 열사병발생위험지수(HHSI) 전망 및 변화

구분	현재 (2000~2019)	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
남한	24.2	25.2	25.7	26.8	28.9
		+1.0	+1.5	+2.6	+4.7
서울	25.0	25.8	26.5	27.6	29.7
		+0.8	+1.5	+2.6	+4.7
부산	24.3	25.2	25.8	26.9	28.9
		+0.9	+1.5	+2.6	+4.6
대구	24.9	25.8	26.4	27.5	29.5
		+0.9	+1.5	+2.6	+4.6
인천	24.2	25.2	25.8	26.9	29.1
		+1.0	+1.6	+2.7	+4.9
광주	26.3	27.4	27.8	28.9	31.0
		+1.1	+1.5	+2.6	+4.7
대전	25.1	26.1	26.6	27.7	29.8
		+1.0	+1.5	+2.6	+4.7
울산	24.0	24.9	25.5	26.6	28.6
		+0.9	+1.5	+2.6	+4.6
세종	25.2	26.2	26.7	27.8	29.8
		+1.0	+1.5	+2.6	+4.6
경기	24.6	25.5	26.1	27.3	29.4
		+0.9	+1.5	+2.7	+4.8
강원	22.5	23.5	24.0	25.1	27.2
		+1.0	+1.5	+2.6	+4.7
충북	24.4	25.3	25.9	27.0	29.1
		+0.9	+1.5	+2.6	+4.7
충남	25.0	25.9	26.5	27.6	29.7
		+0.9	+1.5	+2.6	+4.7
전북	24.8	25.8	26.3	27.4	29.5
		+1.0	+1.5	+2.6	+4.7
전남	25.2	26.2	26.7	27.8	29.9
		+1.0	+1.5	+2.6	+4.7
경북	24.1	25.0	25.6	26.7	28.7
		+0.9	+1.5	+2.6	+4.6
경남	24.5	25.3	25.9	27.0	29.0
		+0.8	+1.4	+2.5	+4.5
제주	23.9	24.7	25.3	26.3	28.3
		+0.8	+1.4	+2.4	+4.4

표 B-17. [방재 부문] 남한 및 17개 광역시·도 독립호우사상(HPN) 전망 및 변화

구분	HPNPRD(일)					HPNMAX(mm)					HPNAVG(mm)				
	현재	1.5℃	2.0℃	3.0℃	5.0℃	현재	1.5℃	2.0℃	3.0℃	5.0℃	현재	1.5℃	2.0℃	3.0℃	5.0℃
남한	6.98	6.72	7.02	7.14	7.32	241.1	244.3	275.4	286.1	298.4	70.6	76.5	84.3	87.0	92.5
		-0.26	+0.04	+0.16	+0.34		+3.2	+34.3	+45.0	+57.3		+5.9	+13.7	+16.4	+21.9
서울	6.17	6.46	6.82	7.02	6.98	254.5	281.4	319.7	335.9	350.6	78.4	81.8	93.5	95.3	109.6
		+0.29	+0.65	+0.85	+0.81		+26.9	+65.2	+81.4	+96.1		+3.4	+15.1	+16.9	+31.2
부산	6.23	5.78	6.13	6.32	6.61	242.4	247.9	274.6	297.0	318.4	84.1	92.8	96.2	101.3	115.0
		-0.45	-0.10	+0.09	+0.38		+5.5	+32.2	+54.6	+76.0		+8.7	+12.1	+17.2	+30.9
대구	6.54	6.37	6.61	6.84	7.09	213.9	207.7	224.5	243.1	258.1	59.8	67.9	75.0	77.6	83.0
		-0.17	+0.07	+0.30	+0.55		-6.2	+10.6	+29.2	+44.2		+8.1	+15.2	+17.8	+23.2
인천	5.54	5.78	6.07	6.25	6.40	208.4	237.5	273.7	291.6	320.3	73.6	80.6	92.1	94.6	102.1
		+0.24	+0.53	+0.71	+0.86		+29.1	+65.3	+83.2	+111.9		+7.0	+18.5	+21.0	+28.5
광주	6.67	6.62	7.16	7.07	7.07	207.4	231.9	272.2	263.2	273.1	78.2	75.9	84.8	86.6	88.7
		-0.05	+0.49	+0.40	+0.40		+24.5	+64.8	+55.8	+65.7		-2.3	+6.6	+8.4	+10.5
대전	7.20	6.56	7.10	7.40	7.30	215.0	208.8	231.3	250.1	249.6	66.5	67.0	74.2	77.6	77.6
		-0.64	-0.10	+0.20	+0.10		-6.2	+16.3	+35.1	+34.6		+0.5	+7.7	+11.1	+11.1
울산	6.22	6.16	6.43	6.75	6.94	227.4	238.5	269.6	298.9	309.0	84.2	87.2	91.2	95.3	100.5
		-0.06	+0.21	+0.53	+0.72		+11.1	+42.2	+71.5	+81.6		+3.0	+7.0	+11.1	+16.3
세종	6.95	6.39	6.89	7.00	6.95	214.6	209.1	230.8	244.3	254.2	60.9	68.3	76.9	79.6	80.6
		-0.56	-0.06	+0.05	+0.00		-5.5	+16.2	+29.7	+39.6		+7.4	+16.0	+18.7	+19.7
경기	6.66	6.72	7.07	7.22	7.23	266.6	283.4	318.7	325.5	334.7	77.2	80.6	88.6	90.1	97.1
		+0.06	+0.41	+0.56	+0.57		+16.8	+52.1	+58.9	+68.1		+3.4	+11.4	+12.9	+19.9
강원	7.41	7.26	7.26	7.42	7.57	266.5	263.2	295.4	307.0	313.6	72.3	76.3	82.1	85.6	91.0
		-0.15	-0.15	+0.01	+0.16		-3.3	+28.9	+40.5	+47.1		+4.0	+9.8	+13.3	+18.7
충북	7.21	6.82	7.20	7.23	7.44	221.9	222.4	254.7	259.1	266.1	62.1	69.6	77.6	79.0	83.4
		-0.39	-0.01	+0.02	+0.23		+0.5	+32.8	+37.2	+44.2		+7.5	+15.5	+16.9	+21.3
충남	6.46	6.16	6.57	6.72	6.82	206.5	206.3	230.4	243.3	258.7	66.2	70.1	77.5	80.8	84.7
		-0.30	+0.11	+0.26	+0.36		-0.2	+23.9	+36.8	+52.2		+3.9	+11.3	+14.6	+18.5
전북	7.41	6.97	7.41	7.46	7.59	246.0	228.1	259.4	261.5	269.6	64.2	70.2	78.1	80.1	81.6
		-0.44	+0.00	+0.05	+0.18		-17.9	+13.4	+15.5	+23.6		+6.0	+13.9	+15.9	+17.4
전남	6.88	6.61	7.10	7.03	7.35	236.6	255.0	293.7	296.4	318.5	75.6	82.2	92.0	95.8	102.0
		-0.27	+0.22	+0.15	+0.47		+18.4	+57.1	+59.8	+81.9		+6.6	+16.4	+20.2	+26.4
경북	6.80	6.45	6.71	6.88	7.08	212.8	209.7	233.0	246.9	254.6	63.8	69.5	76.5	77.9	84.0
		-0.35	-0.09	+0.08	+0.28		-3.1	+20.2	+34.1	+41.8		+5.7	+12.7	+14.1	+20.2
경남	7.25	6.83	7.18	7.34	7.71	267.0	270.3	304.7	325.2	344.1	75.0	84.5	94.1	98.8	104.7
		-0.42	-0.07	+0.09	+0.46		+3.3	+37.7	+58.2	+77.1		+9.5	+19.1	+23.8	+29.7
제주	7.59	7.21	7.52	7.65	8.00	313.8	374.4	420.2	436.0	490.2	102.3	129.7	141.5	139.3	156.3
		-0.38	-0.07	+0.06	+0.41		+60.6	+106.4	+122.2	+176.4		+27.4	+39.2	+37.0	+54.0

표 B-18. [생태 부문] 남한 및 17개 광역시·도 기후변화심각도지수(CCSI)의 전망

구분	현재 (2000~2019)	1.5°C	2.0°C	3.0°C	5.0°C
남한	-	0.000	0.036	0.070	0.142
서울	-	0.016	0.040	0.075	0.151
부산	-	0.015	0.050	0.089	0.168
대구	-	0.002	0.032	0.067	0.135
인천	-	0.010	0.040	0.080	0.161
광주	-	0.002	0.035	0.068	0.141
대전	-	-0.011	0.033	0.069	0.139
울산	-	0.006	0.041	0.079	0.154
세종	-	-0.012	0.035	0.070	0.144
경기	-	0.004	0.034	0.067	0.140
강원	-	-0.002	0.032	0.066	0.135
충북	-	-0.009	0.033	0.065	0.135
충남	-	-0.011	0.030	0.066	0.143
전북	-	-0.002	0.033	0.067	0.137
전남	-	0.004	0.043	0.078	0.156
경북	-	0.000	0.033	0.067	0.135
경남	-	0.006	0.038	0.074	0.147
제주	-	0.023	0.074	0.112	0.200

## 우리나라 온난화 수준별 기후변화 영향정보 전망보고서

발행일 | 2024년 2월

발행처 | 국립기상과학원 기후변화예측연구팀

주 소 | 63568 제주특별자치도 서귀포시 서호북로 33

누리집 | 국립기상과학원([www.nims.go.kr](http://www.nims.go.kr)), 기후정보포털([www.climate.go.kr](http://www.climate.go.kr))

ISBN | 979-11-93905-00-5



### 공공누리 저작물 표시

본 보고서의 내용 사용시 출처를 표시해야 하며  
비영리 목적으로만 이용할 수 있습니다.